

✓ MB

gedruckt

II. Naturwissenschaftlicher Kurs.

(Wärmelehre, März 1920.)

I. Vortrag.

Stuttgart, den 1. März 1920.

Meine lieben Freunde!

Die naturwissenschaftlichen Betrachtungen, die bei meinem letzten Aufenthalt hier gepflogen worden sind, sollen jetzt eine Art von Fortsetzung erfahren. Ich werde ausgehen diesmal von demjenigen Kapitel physikalischer Betrachtungen, das insbesondere wichtig sein kann für die Grundlegung einer naturwissenschaftlichen Weltanschauung überhaupt, nämlich: von der Betrachtung der W ä r m e v e r h ä l t n i s s e der Welt. Ich werde heute in einer Art von Einleitung versuchen, Ihnen gerade darzulegen, inwiefern durch eine solche Betrachtung, wie wir sie jetzt pflegen wollen, eine Anschauung geschaffen werden kann für die Bedeutung der physikalischen Erkenntnisse innerhalb einer allgemein menschlichen Weltanschauung, und wie dadurch der Grund gelegt werden kann zu einer Art pädagogischer Impulse für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Wie gesagt, heute wollen wir von einer Art prinzipieller Einleitung ausgehen, und/ sehen, wie weit wir damit kommen.

Die sogenannte W ä r m e l e h r e hat ja im 19. Jahrhundert eine Gestalt angenommen, durch die für eine materialistische Betrachtung der Welt ausserordentlich viel Vorschub geleistet worden~~x~~ ist. Aus dem Grunde Vorschub geleistet worden ist, weil die Wärmeverhältnisse in der Welt vor allen Dingen Veranlassung dazu geben, den Blick abzuwenden von der eigentlichen Natur der Wärme, von der Wärmewesenheit und ihn hinzulenken auf die mechanischen Erscheinungen, die aus den Wärmeverhältnissen sich ergeben.

Wärme, sie kennt der Mensch zunächst dadurch, dass er die Empfindungen hat, die er mit ~~kalt~~ warm, kalt, lau usw. bezeichnet. Allein

die Menschen werden sehr bald darauf aufmerksam, dass mit dieser Empfindung etwas zunächst Vages gegeben zu sein scheint; etwas jedenfalls Subjektives. Wer das einfache Experiment macht, (wir brauchen es hier nicht zu machen, es würde uns nur aufhalten, aber es kann es jeder für sich selber immer machen) wer das Experiment macht, kann sich von folgendem überzeugen:

Denken Sie sich, Sie haben hier ein Gefäß mit Wasser gefüllt von irgend einer ganz bestimmten Temperatur(t),
rechts davon haben Sie ein Gefäß ebenfalls mit Wasser gefüllt mit einer bestimmten Temperatur($t - t'$), d. h. mit einer Temperatur, die wesentlich niedriger ist als die Temperatur in dem ersten Gefäß. Dann haben Sie weiter ein Gefäß mit Wasser gefüllt ($t + t'$). Wenn Sie nun Ihre beiden Arme nehmen und die Finger eintauchen in die zwei kälteren Gefäße zunächst, so nehmen Sie empfindungsgemäß den Wärmezustand der zwei Gefäße wahr. Sie können dann die eben eingetauchten Finger in das mittlere Gefäß eintauchen, und Sie werden sehen, dass dem Finger, der in die Flüssigkeit niedriger Temperatur eingetaucht war, die Temperatur im mittleren Gefäß verhältnismäßig warm erscheint, während dem Finger, der in die wärmere Flüssigkeit eingetaucht war, die Temperatur kalt erscheint. Sodass also dieselbe Temperatur verschieden erscheint der subjektiven Empfindung, je nachdem man vorher der einen oder anderen Temperatur subjektiv ausgesetzt war. Jeder Mensch weiss ja auch, dass, wenn er in einen Keller geht, so kann das verschieden sein, je nachdem, ob er im Sommer oder im Winter in den Keller geht. Geht er im Winter hinein, so kann ihm unter Umständen, selbst wenn das Thermometer dieselbe Temperatur zeigt, der Keller warm erscheinen, während, wenn er im Sommer hinein geht, ihm der Keller kühl erscheint. Und daraus schließt man zunächst nur: Ja, die subjektive Empfindung von Wärme ist nicht messgebend, es handelt sich darum, irgendwie objektiv feststellen zu können, wie der Wärmezustand irgend eines Körpers oder irgendwo ist. Nun, ich brauche ja hier nicht auf

die elementaren Erscheinungen einzugehen, und auch nicht auf elementare Werkzeuge des Wärmemessens; die müssen als bekannt vorausgesetzt werden. Daher kann ich einfach sagen: Wenn man nun objektiv misst mit dem Thermometer den Stand der Temperatur eines Körpers oder eines Raumes, so hat man dann das Gefühl: ja, da misst man eben die ^Gerade vom Nullpunkt nach aufwärts oder abwärts, und man bekommt ein objektives Mass für den Wärmezustand. Man macht dann in seinen Gedanken einen wesentlichen Unterschied zwischen dieser objektiven Feststellung, an der gewissermassen der Mensch nicht beteiligt ist, und zwischen der subjektiven Feststellung durch die Empfindung, an der der Mensch beteiligt ist.

Nun, für alles das, was man während des 19. Jahrhunderts angestrebt hat, kann man sagen, ist diese Auseinanderhaltung etwas gewesen, was in einer gewissen Beziehung fruchtbar war, was seine Erfolge gezeitigt hat; aber wir sind j e t z t in einer Zeit, wo man auf gewisse Dinge durchaus aufmerksam werden muss, wenn man in fruchtbarer Weise auf diesem oder jenem Gebiet des Wissens oder der Lebenspraxis vorwärtskommen will. Und daher müssen ^{en} heute aus der Wissenschaft selbst heraus gewisse Fragen gestellt werden, die man einfach unter dem Einfluss solcher Conclusionen, wie ich sie dargelegt habe, übersehen hat. Eine Frage ist die: Ist ein Unterschied, ein wirklich objektiver Unterschied zwischen dem Konstatieren durch meinen Organismus gegenüber der Temperatur eines Raumes oder Körpers, und dem Thermometer, oder täusche ich mich, ~~wenn ich sage~~, -- was mir nützlich sein kann für das Leben, diesen Unterschied zu machen -- wenn ich diesen Unterschied in meinen Ideen und Begriffen, die dann die Wissenschaft ausbauen soll, hineintrage? Es wird der ganze Kursus dazu dienen müssen, zu zeigen, wie heute solche Fragen aufgestellt werden müssen. Denn ich werde ~~fragen~~, ausgehend von den prinzipiellen Fragen, aufzusteigen haben zu denjenigen Fragen, die heute, weil man solche Dinge nicht berücksichtigt hat, einfach dem/praktischen Leben in wichtigen Gebieten entgehen. Wie sie auf dem Gebiete der Technik dem Leben entgehen, werden Sie noch sehen, jetzt will ich nur prinzipiell auf

folgendes aufmerksam machen: Unter den Betrachtungen, die ich gleich nachher charakterisieren will, ist eigentlich ganz verloren gegangen die Aufmerksamkeit auf das Wärmewesen selbst. Und dadurch ist verloren gegangen die Möglichkeit, dieses Wärmewesen in ein Verhältnis zu bringen zu derjenigen Organisation, mit der wir es in bestimmten Gebieten der Lebenspraxis vor allen Dingen in Verhältnis bringen müssen: zum menschlichen Organismus selbst. Wenn wir heute bloss roh, - es soll ja nur einleitungsweise sein, - charakterisieren, auf was es ankommt, so müssen wir aufmerksam machen darauf, dass wir ja in ganz bestimmten Fällen verpflichtet sind heute, die Temperatur des eigenen menschlichen Organismus zu messen, z.B. wenn er in Fieberzuständen ist. Daraus können Sie erssehen, dass das Verhältnis des unbekannten, zunächst unbekannten Wärmewesens zum menschlichen Organismus eine gewisse Wichtigkeit hat. Das Radikalste, wie es sich bei chemischen und technischen Prozessen verhält, will ich später betrachten. Aber man wird niemals seine Aufmerksamkeit in der richtigen Weise auf diese Beziehung des Wärmewesens zum menschlichen Organismus verstehen können, wenn man von einer mechanischen Auffassung des Wärmewesens ausgeht, weil sich einem dann entzieht die Tatsache, dass im menschlichen Organismus eine ganz verschiedene Wärmeempfindlichkeit besteht, je nach den Organen, für das Wärmewesen selbst, dass das Herz, die Leber, die Lunge ganz verschiedene Kapazitäten haben, sich zum Wärmewesen zu verhalten. Dass man daher ein wirkliches Studium gewisser Krankheitssymptome ohne diese verschiedenen Wärmekapazitäten der einzelnen Organe nicht pflegen kann, das entzieht sich der Betrachtung einfach dadurch, dass durch die physikalische Anschauung von der Wärme keine Grundlage dazu geschaffen ist. Wir sind heute nicht in der Lage, die physikalische Anschauung, die wir im Laufe des 19. Jahrhunderts ausgebildet haben von der Wärme, hineinzutragen in das Gebiet des Organischen. Das ist heute demjenigen bemerklich, der ein Auge hat für die Schäden gegenwärtiger physikalischer sogenannter "Forschungen" für die höheren Zweige, sagen wir, der Erkenntnis des organischen Wesens selber. Deshalb müssen gewisse Fragen aufgeworfen werden, Fragen, die vor

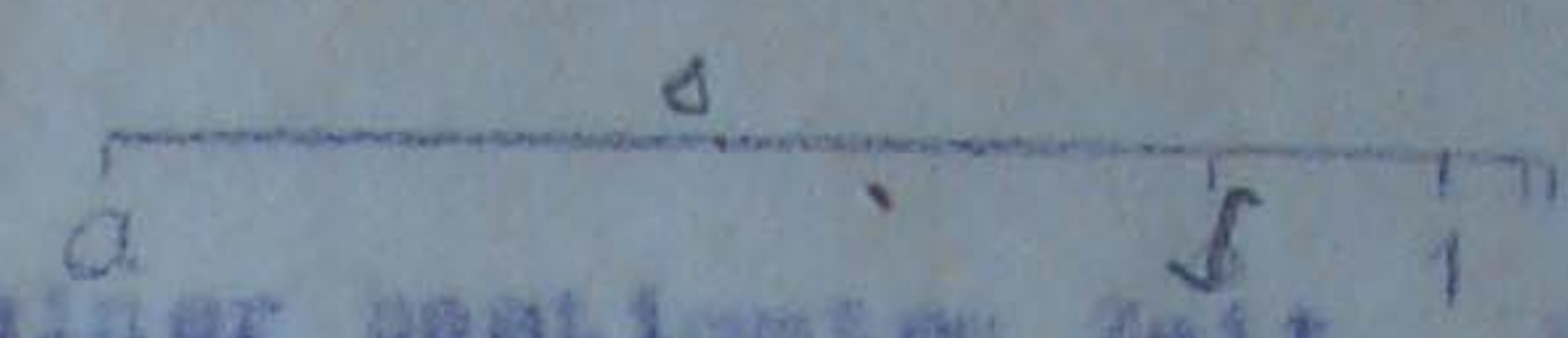
allen Dingen bezwecken, : k l a r e , d u r c h s c h a u b a r e B e -
g r i f f e . An nichts leiden wir heute mehr gerade in den sogenannten
"exaktesten Wissenschaften", als an unklaren, undurchschaubaren Begrif-
fen.

Nämlich was heisst es denn eigentlich, wenn ich sage: Wenn ich
den Finger hier eingetaucht habe rechts und links, so habe ich, wenn ich
die beiden Finger dann in ein Gefäss mit einer Flüssigkeit von bestimmter
Temperatur eintauche, verschiedene Empfindungen; was heisst es denn? Ist
wirklich objektiv in der Begriffsfeststellung ein Unterschied gegenüber
der sogenannten "objektiven" Feststellung durch das Thermometer? Denken
Sie sich doch einmal: Sie tauchen statt des Fingers hier das Thermometer
ein und Sie tauchen es da ein (Zeichnung Seite 2), so werden Sie verschie-
dene Thermometerstände bekommen, je nachdem Sie hier oder da eintauchen.
Wenn Sie dann die beiden Thermometer nehmen statt der Finger, so wird die
Quecksilbersäule andere Tatsachen vollziehen in dem einen und in dem
anderen Thermometer. Sie werden hier einen tieferen und hier einen höheren
Thermometerstand haben. Der eine wird heraufgehen, der andere wird hinun-
tergehen. Sie sehen; die Thermometer machen nichts anderes, als was Ihre
eigenen Empfindungen machen. Für die Feststellung eines Anschauungsbe-
griffes besteht kein Unterschied zwischen den beiden Thermometern und den
Empfindungen Ihrer Finger. Da und dort wird genau dasselbe festgestellt,
nämlich: der Unterschied gegenüber dem früheren Stand. Und das, worauf es
ankommt bei unserer Empfindung, das ist, dass wir nur in uns keinen Null-
punkt tragen. Würden wir einen Nullpunkt in uns tragen, würden wir also
nicht bloss das, was unmittelbare Anschauung ist, konstatieren, sondern
eine Vorbereitung in uns haben, die Temperatur, die wir subjektiv empfin-
den auf einen Nullpunkt in uns selbst beziehen, und diesen Nullpunkt auch,
denn würden wir durch das, was eigentlich nicht dazu gehört, was mit den
Vorgängen nichts zu tun hat, dasselbe konstatieren können, was wir durch
die Thermometer konstatieren können. Sie sehen also, für die ^{Fest-}stellung des
Begriffs liegt ein Unterschied nicht vor.

Das ist dasjenige, was als Frage heute gestellt werden muss, wenn man überhaupt in der Wärmelehre auf klare Begriffe kommen will. Denn all diese Begriffe, die da existieren, sind im wesentlichen unklar. Aber glauben Sie nicht, dass das keine Folgen hat. Dass wir keinen Nullpunkt in uns feststellen können, hängt zusammen mit unserem ganzen Leben. Können wir einen Nullpunkt feststellen, so würden wir ^{einen} ganz ~~andern~~ Bewusstseinszustand, ein ganz anderes Seelenleben haben müssen. Gerade dadurch, dass sich dieser Nullpunkt bei uns verbirgt, gerade dadurch leben wir in unserem Leben.

Denn sehen Sie, vieles im Leben beruht ja darauf beim menschlichen Organismus, und beim tierischen Organismus schliesslich auch, dass wir gewisse Prozesse in uns nicht wahrnehmen. Wenn Sie alles dasjenige in subjektiven Empfindungen erleben müssten, was in Ihrem Organismus vorgeht - denken Sie, was Sie da alles zu tun hätten. Denken Sie an den ganzen Verdauungsprozess, wenn Sie den ϕ in allen Einzelheiten ^{mit} ~~heraus~~ machen müssten. Vieles von dem, was zu unseren Lebensbedingungen gehört, beruht gerade darauf, dass wir gewisse Dinge ~~nicht~~ in unserem Bewusstsein mitmachen, die sich in dem Organismus vollziehen. Dazu gehört einfach, dass wir keinen Nullpunkt bewusst in uns tragen, dass wir kein Thermometer sind. Sodass eine solche Unterscheidung des Objektiven und Subjektiven, wie sie gemacht wird, einfach für die weitergehenden Betrachtungen des Physikalischen nicht mehr ausreichen.

Das ist dasjenige, was eigentlich im Grunde genommen eine ^{Frage} ~~These~~ ist, die locker ist in der menschlichen Betrachtungsweise seit dem alten Griechentum, die aber locker gelassen werden konnte. Nicht mehr locker bleiben kann sie für die Zukunft. Denn, sehen Sie, schon die alten Griechenphilosophen, Zeno vor allen Dingen, (ich muss heute darauf aufmerksam machen, trotzdem es Ihnen pedantisch erscheinen wird) sie haben auf gewisse Vorgänge im menschlichen Denken hingewiesen, die in einer eklatanten Weise in Widerspruch stehen mit dem ^{was} ~~was~~ äusseren Wirklichkeit ^{ist}. Ich brauche nur an den Achilleschluss zu erinnern, auf den ich oftmals ^{aufmerksam gemacht habe}.

Nehmen wir an, wir haben hier den Weg 
den der Achilles^(a) durchläuft, sagen wir, in einer bestimmten Zeit. So
schnell kann er laufen. Und hier haben wir die Schildkröte (S). Die
hat den Vorsprung ~~zu gleicher Zeit~~. Achilles läuft der Schildkröte nach.
Nehmen wir den Moment, da Achilles hier in X angekommen. Die Schildkröte
läuft weiter. Der Achilles muss ihr nachlaufen. In der Zeit, in der er
diese Strecke durchläuft, ist die Schildkröte hier angekommen und in der
Zeit, in der ~~er~~ ~~sich~~ diesen nächsten Raum durchläuft, ist sie hier angekommen.
Und so läuft immer die Schildkröte ein kleines Stückchen vorwärts. Der
Achilles muss erst hinter ihr herlaufen, was sie schon durchlaufen hat.
Und Achilles kann der Schildkröte nie nachkommen. - Dieses wird gewöhnlich
nun von den Menschen so behandelt, wie ganz gewiss manche Gemüter^{auch} derer,
die ~~sich~~ jetzt hier sitzen, die Sache behandeln. Ich sehe es Ihnen an.
Sie denken: Das weiss ich ja ganz genau, der Achilles hat ganz natürlich
die Schildkröte bald eingeholt, und die Sache ist einfach dumm. Wenn man
also die Schlussfolgerung macht: der Achilles muss immer das frühere Stück-
chen durchlaufen, die Schildkröte ist voraus, er kommt nie nach. Es ist
einfach dumm, sagen die Leute. Das geht aber nicht, dass man so sagt, denn
die Schlussfolgerung ist absolut zwingend und bindend, es lässt sich da-
gegen nichts sagen. Und es ist nicht etwa dumm, wenn dieser Schluss ge-
macht worden ist, sondern es ist ein ausserordentlich - in der menschi-
chen ratio - gescheiter Schluss, denn er ist absolut bindend, und man
kommt nicht über ihn hinweg. Worauf beruht denn aber das Ganze? So lange
Sie denken, können Sie nicht anders denken, als dieser Schluss besagt.
Aber Sie denken nicht so, weil Sie einfach die Wirklichkeit anschauen und
wissen: der Achilles kommt der Schildkröte selbstverständlich bald nach.
Und da verwurzeln Sie das Denken mit der Wirklichkeit, lassen sich auf das
Denken nicht mehr ein. Den Menschen ist es ja nicht darum zu tun, sich auf
das Denken einzulassen, und dann sagen Sie: der, der so denkt, ist einfach
dumm. Durch das Denken kriegt man nichts heraus, als dass der Achilles
der Schildkröte nicht nachkommt. Worauf beruht das aber, dass er ihr nicht

doch nachkommt? Das beruht darauf, dass, wenn wir unser Denken gerade konsequent auf die Wirklichkeit anwenden, denn wird das, was wir konstatieren, falsch gegenüber den Tatsachen der Wirklichkeit. Es muss falsch werden. Sobald wir unser rationalistisches Denken auf die Wirklichkeit anwenden, hilft uns nichts darüber hinweg, dass wir falsch sogenannte "Wahrheiten" konstatieren. Denn wir müssen einfach schliessen, wenn der Achilles der Schildkröte nachläuft, dass er jeden Punkt zu durchmessen hat, den die Schildkröte auch durchgemacht hat. Das ist ideell durchaus richtig, in Wirklichkeit aber macht er das nicht, er berührt nicht die Punkte. Seine Beine schreiten weiter aus als die Schildkröte. Er macht das nicht durch, was die Schildkröte durchmacht. Wir müssen uns also anschauen dasjenige, was der Achilles tut. Wir können uns nicht darauf einlassen, bloss daran zu denken. Dann kommen wir zu anderen Resultaten. Diese Dinge berühren das Gewissen der Menschen manchmal recht wenig, in Wahrheit aber sind sie ausserordentlich bedeutsam. Und gerade heute, in der gegenwärtigen zeitwissenschaftlichen Entwicklung sind sie von der allergrössten Bedeutung. Dann, wenn wir einsehen, wieviel in unserem Denken über die Naturerscheinungen ist, wenn wir übergehen von den Anschauungen zu der sogenannten Erklärung, dann kommen wir mit den Dingen zurecht.

Sehen Sie, nicht wahr, das Anschauliche, das ist etwas, was einfach beschrieben zu werden braucht. Dass ich folgendes machen kann, das braucht einfach beschrieben zu werden: Hier habe ich eine Kugel, wenn ich sie durch dieses Loch werfe, geht sie durch. Das ist jetzt die Anschauung. Wir wollen jetzt einfach diese Kugel etwas erwärmen. Sie sehen, ich kann die Kugel jetzt in das Loch legen, sie geht zunächst nicht durch. Sie wird erst wiederum durchfallen, wenn sie genügend abgekühlt ist. In dem Augenblick, wo ich sie abkühle, indem ich Wasser darauf giesse, geht sie wieder durch. Das ist die Anschauung. Das ist dasjenige, was ich einfach zu beschreiben brauche. Nehmen wir aber an, ich fange jetzt an zu theoretisieren. Ich will es zunächst ganz roh machen, es handelt sich ja um eine Einleitung: Das wäre also die Kugel, die Kugel bestünde aus einer gewissen

Anzahl von kleinen Teilen, von Molekülen, Atomen, - wie Sie wollen. Das ist etwas, was nicht mehr Anschauung ist, das ist etwas, was ich dazutheoretisiere. In diesem Augenblick bin ich verlassen von der Anschauung. In diesem Augenblick bin ich in einer ausserordentlich tragischen Rolle. ^{Und} Die Tragik empfinden nur diejenigen, die auf solche Dinge eingehen können. Dann, sehen Sie, wenn ^{Sie} ~~wir~~ versuchen, ob Achilles die Schildkröte erreichen kann oder nicht, so können Sie anfangen zu denken: der Achilles muss den Weg der Schildkröte durchmessen, also wird er sie nie einholen. Das kann man strikte beweisen. Nun machen Sie das Experiment. Sie setzen die Schildkröte hin und den Achilles, oder jemand anderen, wenn er auch nicht so schnell läuft wie Achilles. Sie können jederzeit beweisen, dass die Anschauung Ihnen das Gegenteil von dem liefert, was Ihnen die Schlussfolgerung liefert. Sie werden sehr bald die Schildkröte einholen.

Wenn Sie aber nun über die Kugel theoretisieren wollen, wie ihre Atome und Moleküle angeordnet sind, wo Sie auch die Anschauung verlässt, da können Sie nicht hineinschauen und anschauen, da werden Sie nur theoretisieren können, und das ist auf diesem Gebiet nicht besser als das, was Sie gegenüber dem *Wegstück*, das von Achilles nicht durchmessen ist, einführen. Das heisst: sie tragen die ganze Unvollkommenheit Ihrer ratio hinein in Ihr Nachdenken über dasjenige, was nicht mehr anschaulich ist. Das ist das Tragische. Wir bauen und bauen Erklärungen auf, indem wir das Anschau^{au}liche verlassen, und glauben es dadurch gerade erklären zu können, dass wir Hypothesen und Theorien aufstellen. Und die Folge davon ist, dass wir dann genötigt sind, unserem blossen Denken zu folgen, dass dieses Denken uns aber in dem Augenblick verlässt, wo wir über die Anschauung hinauskommen. Es stimmt nicht mehr mit der Anschauung.

Sehen Sie, auf diesen Unterschied habe ich schon im vorigen Kursus hingewiesen, indem ich die scharfe Grenze gesetzt habe zwischen dem Phoronomischen und dem Mechanischen. Die Phoronomie beschreibt bloss Bewegungsvorgänge oder Gleichgewichtsvorgänge, aber sie beschränkt sich

darauf, das Anschauliche zu konstatieren. In dem Augenblick, wo Sie von der Phoronomie zur Mechanik übergehen, wo der Kraft-, und Massenbegriff einzuführen ist, in dem Augenblick können wir nicht ausreichen mit dem blossen Denken, sondern wir beginnen einfach abzulesen von dem Anschaulichen, was vorgeht. Wir können in den einfachsten physikalischen Vorgängen, in denen die Masse eine Rolle spielt⁴, mit dem blossen Denken nichts mehr anfangen. Und diejenigen Theorien, die im Laufe des 19. Jahrhunderts ^{oder früher ab} ~~ent~~gebaut worden sind, trotzdem sie sich, - das macht nichts aus - für eingeschränkte Gebiete für praktisch erwiesen haben, sie sind also so entstanden, dass eigentlich, um sie zu verifizieren, notwendig wäre, bis in die Moleküle und Atome hinein Experimente zu machen. Das gilt inbezug auf das Kleine, das gilt aber auch inbezug auf das Grosse. Sie erinnern sich, dass ich in meinen Vorträgen oftmals aufmerksam gemacht habe auf etwas, das uns jetzt mit einem ganz wissenschaftlichen Charakter in diesen Betrachtungen entgegenreten wird. Ich habe oftmals gesagt: Aus dem, was der Physiker heute über Wärmeverhältnisse, und auch über einige andere Dinge, die damit verknüpft sind, heraus-theoretisiert, macht er sich gewisse Vorstellungen über die Sonne. Er beschreibt mit einem gewissen Anspruch darauf, dass die Sache stimme, wie die "physikalischen Verhältnisse", wie er sagt, auf der Sonne sind. Nun habe ich immer gesagt: Die Physiker würden ausserordentlich erstaunt sein, wenn sie das Experiment ausführen könnten, wirklich zur Sonne hinauf zu kutschieren, und sehen, wie nichts von dem, was sie aus irdischen Verhältnissen heraus rechnen oder heraus theoretisieren, mit den Wirklichkeiten der Sonne übereinstimmt. Heute haben die Sachen tatsächlich schon eine ganz bestimmte praktische Bedeutung, namentlich gegenüber der wissenschaftlichen Zeitentwicklung. Erst in diesen Tagen ging ja die Nachricht durch die Welt, dass mit grossen Mühen die Ergebnisse englischer Forschungen über die Ablenkung des Sternenlichtes im Weltraum auch in Berlin vor einer Gelehrten-Gesellschaft vorgeführt werden konnte. Da wurde mit Recht auf folgendes hingewiesen. Es wurde gesagt: Ja, die Forschungen von Einstein und dergl. über die Relativitäts-

Theorie haben eine gewisse Bestätigung erfahren. Aber etwas Endgültiges würde man erst sagen können, wenn man soweit wäre, dass man spektral-analytisch untersuchen könnte, wie es sich eigentlich mit dem Sonnenlicht letztlich, namentlich bei Gelegenheit der ^{Sonnen} ~~Sonnen~~ Eklipse, verhält. Da würde man nämlich etwas sehen, was heute noch nicht in den gangbaren physikalischen Instrumenten konstatierbar ist. - Das war die Nachricht, die sich anknüpfte an die letzte Sitzung der Berliner physikalischen Gesellschaft. Das ist ausserordentlich interessant. Denn es muss natürlich der nächste Schritt der sein, nach einer Möglichkeit zu suchen, wirklich spektral-analytisch das Sonnenlicht zu untersuchen. Der Weg muss ^{der} nach Mess-Instrumenten sein, die heute noch nicht da sind. Dann wird man gewisse Dinge, die heute aus geisteswissenschaftlichen Grundlagen heraus schon gewonnen werden können, einfach nachträglich bestätigen können, wie das ja bei vielen Dingen der Fall war, die im Laufe der Jahre entstanden sind, die auch, wie Sie wissen, durch physikalische Experimente in der letzten Zeit herausgekommen sind. Dann wird man einsehen lernen, dass es einfach unmöglich ist, dasjenige was man imstande ist herauszurechnen aus den Beobachtungen namentlich der Wärmeerscheinungen in der irdischen Sphäre, auf die Verhältnisse ~~ausserhalb~~ des Welttraumes, auf die Sonnenverhältnisse zu übertragen, und sich vorzustellen, dass die Sonnenkorone und dergl. entsteht aus Analogien heraus, die ~~ich~~ entnommen sind aus der Betrachtung der irdischen Verhältnisse. Gerade wie uns unser Denken irreführt, wenn wir das Anschauliche verlassen, und in die Welt der Moleküle und Atome hinein theoretisieren, so führt es uns auch irre, wenn wir ins Makrokosmische hinausgehen und das, was wir durch Anschauung in irdischen Verhältnissen festsetzen, auf so etwas wie die Sonne übertragen. Da glaubt man, dass man in der Sonne so etwas wie eine Art glühenden Gasball habe. Von einem glühenden Gasball kann nicht die Rede sein bei der Sonne. Man hat etwas ganz anderes in der Sonne vorliegend. Denken Sie sich einmal: wir haben irdische Materie. Jede irdische Materie hat ^{einen bestimmten} Intensitätsgrad ihres Wirkens, ob man den auf diese oder auf jene Weise misst, auf

Dichtigkeit oder dergl., darauf kommt es nicht an; sie hat eine gewisse Intensität des Wirkens. Diese kann auch zu Null werden. Das heisst: wir können dem scheinbar leeren Raum gegenüberstehen. Aber damit hat es nicht seinen Schluss. Ebenso wenig wie es einen Schluss hat, - nun, schauen wir einmal auf das folgende: Denken Sie sich, Sie sagen: ich habe einen Sohn. Der Kerl ist eigentlich ein leichtsinniges Tuch. Ich habe ihm ja ein kleines Vermögen übergeben, aber nun hat er angefangen, es auszugeben. Mehr als bis Null kann er nicht heruntergehen. Er kann einmal nichts mehr haben, damit tröste ^{ich} ~~sich~~ mich, er kommt eben einmal bei Null an. - Ja, aber nachher kann ich eigentlich einer Enttäuschung unterliegen: der Kerl fängt an, Schulden zu machen. Dann bleibt er nicht bei Null stehen, dann wird die Geschichte noch schlimmer als Null. Und das kann eine sehr reale Bedeutung haben. Denn als Vater werde ich eigentlich weniger haben, wenn der Kerl Schulden macht, als wenn er bei Null stehenbleibt.

Sehen Sie, dieselbe Betrachtungsweise liegt zu Grunde gegenüber den Sonnenverhältnissen. Man geht nicht einmal zu Null, sondern man geht bis zur grösstmöglichen Verdünnung; man spricht von dünnem, glühenden Gas. Aber man müsste erstens bis Null gehen und dann darüber hinaus. Denn das, was man in der Sonne finden würde, wäre überhaupt nicht vergleichbar mit unserem Materiellen; es wäre auch nicht vergleichbar mit unserem leeren Raum, der der Null entspricht, sondern es geht darüber hinaus. Es ist in einem Zustand negativer materieller Intensität. Da wo die Sonne ist, würde man finden ein Loch in den leeren Raum hinein. Es ist weniger als leerer Raum da. Sodass alle Wirkungen, die auf der Sonne zu beobachten sind, als Beugwirkungen betrachtet werden müssen, nicht als Druck- oder dergl. Wirkungen. Also die Sonnenkorona darf nicht so betrachtet werden, wie heute der Physiker sie betrachtet, sondern sie muss so betrachtet werden, dass man das Bewusstsein hat, es geschieht nicht dasjenige, als was es sich darstellt, etwa Druckwirkungen mit dem Index, ^{nach einem anderen} sondern es liegen Beugwirkungen von dem Loch im Raum, von der Negation der Materie vor. Da verlässt uns die ratio. Da verlässt uns unser Denken gegen-

über den Makrokosmischen, wie es uns verlässt gegenüber dem mikrokosmischen. In dem Falle, den ich angedeutet habe, können wir theoretisieren über das Atomistische. Wir erleben, indem wir subjektiv die Wärmezustände unserer Umgebung beurteilen, gar nicht wirkliche Wärmezustände, sondern wir erleben Differenzen. Das Thermometer zeigt auch Differenzen, es ist kein Unterschied. Wir erleben die Differenzen zwischen unserem eigenen Wärmezustand und demjenigen, in den wir hineinkommen. Den Tatsachen noch tut das auch das Thermometer. Nur haben wir durch Dinge, die nichts mit diesen vorliegenden Tatsachen zu tun haben, durch die Feststellung eines Nullpunktes, die Sache gechliert.

Sehen Sie, hier liegt etwas vor, was außerordentlich wichtig ist zu berücksichtigen. Wenn wir unsere Aufmerksamkeit den Lichterscheinungen zuwenden, so liegt die Sache so, dass wir die Lichterscheinungen im wesentlichen verfolgen mit einem Organ, das sehr stark isoliert ist in unserem Organismus. Ich habe das im vorigen ^{Kapitel} ~~Kapitel~~ charakterisiert. Dadurch beobachten wir ja eigentlich niemals Licht, Licht ist Abstraktion, sondern wir beobachten Farbenercheinungen. Wenn wir Wärme beobachten, subjektiv, so ist dasjenige, was Empfindungsorgan bei uns ist, was Auffassungsorgan ist, unser ganzer Organismus. ~~Kann man sagen~~ Unser ganzer Organismus entspricht da unserem Auge, er ist nicht ein isoliertes Organ, wir setzen uns als Ganzes dem Wärmezustand aus. Indem wir mit einem Glied, z. B. mit einem Finger, uns zusammensetzen, ist das nichts anderes als ein Teil des Auges gegenüber dem ganzen Auge. Während also das Auge ein isoliertes Organ ist, und dadurch sich für uns verobjektiviert, die Welt des Lichtes in den Farben, ist bei der Wärme ein solches nicht der Fall. Wir sind gleichsam ganz Wärmeorgan. Aber dadurch tritt uns auch nicht so isoliert von draussen entgegen dasjenige, was die Wärme macht, wie uns entgegen tritt isoliert dasjenige, was das Licht macht. Unser Auge ist objektiviert in unserem Organismus. Was die Wärme Analoges macht, weil wir es selbst sind, können wir es nicht erleben. Denken Sie einmal, Sie würden mit dem Auge keine Farben sehen, sondern nur Helligkeit unterscheiden, und die

Prügel austeilte, von derselben inneren Wesenheit sind. Das wäre ein Unding, nicht wahr, das wäre ganz unmöglich. Aber man macht folgendes Experiment. Man weiss, dass, wenn man Lichtstrahlen in einer gewissen Weise auf einen Hohlspiegel fallen lässt, dass sie parallel gehen; wenn Sie sie durch einen weiteren Hohlspiegel auffangen lassen, sie sich im Brennpunkt vereinigen, und Lichterscheinungen hervorrufen. Man macht dasselbe mit den sogenannten "Wärmestrahlen". Man kann wiederum konstatieren: Man lässt die Strahlen durch Hohlspiegel auffangen, sich im Brennpunkt vereinigen; man kann ^{es} ~~sie~~ mit dem Thermometer konstatieren, da entsteht eine Art Wärmebrennpunkt; das ist dieselbe Geschichte wie beim Licht, also beruht das Licht und die Wärme auf ein und demselben. Die Prügel von gestern und die Prügel von heute beruhen auf ein und demselben. Wenn man im Leben eine solche Schlussfolgerung ausführen würde, würde man ein Tor sein. Wenn man sie in der Wissenschaft ausführt, wie es heute überall gemacht wird, ist man kein Tor, sondern oftmals eine ^etonangebende Persönlichkeit.

Dennoch, es kommt heute darauf an, nach klaren, durchschaubaren Begriffen zu streben, und ohne diese klaren, durchschaubaren Begriffe kommen wir nicht weiter. Sonst wird niemals durch eine physikalische Weltanschauung eine Grundlage geschaffen werden für eine universelle Weltanschauung, wenn man nicht gerade auf physikalischem Gebiet versucht, zu klaren, anschaulichen Begriffen vorzudringen.

Sie wissen ja, und es ist auch durch meinen letzten Kursus hier klar geworden, bis zu einem gewissen Grade wenigstens klar geworden, dass auf dem Gebiete der Lichterscheinungen Goethe ein wenig Ordnung geschaffen hat, dass aber diese Dinge nicht anerkannt sind.

Auf dem Gebiete der Wärmeerscheinungen ist es nun ganz besonders schwierig, weil in der nachgoethischen Zeit ja die Wärmeerscheinungen vollständig in das Chaos der theoretischen Anschauungen eingekauften sind, und im 19. Jahrhundert ^{el} die sogenannte mechanische Wärmetheorie Unfug über Unfug gestiftet hat, auf der einen Seite dadurch, dass sie An-

scheunungsbegriffe geliefert hat auf einem Gebiet, wo die Anschauung nicht hinreicht, und leicht erlangbare, für jeden der glaubt, auch denken zu können, aber es in Wirklichkeit nicht kann, leicht erlangbare Begriffe geliefert hat. Es sind die Begriffe, dass man sich vorgestellt hat; Wenn ein Gas in einem allseitig geschlossenen Gefäss ist, besteht das Gas aus Gasteilchen. Aber diese Gasteilchen sind nicht in Ruhe, sondern sie sind in fortwährender Bewegung. Und natürlich, wenn diese Gasteilchen in fortwährender Bewegung sind, wird in den meisten Fällen, da die Gasteilchen klein sind, und ihre Entfernungen verhältnismässig gross vorgestellt werden, wird so ein Gasteilchen sich durchschlängeln, wird lange nicht auf ein anderes auftreffen, aber zuweilen dann doch. Es prallt dann zurück, und so stoessen sich dann da drinnen die Gasteilchen. Sie kommen in eine Bewegung. Sie bombardieren sich fortwährend gegenseitig. Es geben sie, wenn man sie summiert, die verschiedenen kleinen Stösse, einen Druck auf die Wand, und man hat die Möglichkeit, auf der einen Seite zu messen, wie hoch die Temperatur ist. Dann sagt man sich: Nun ja, das sind die Gasteilchen drinnen in einem bestimmten Bewegungszustand, sie bombardieren sich. Das Ganze ist in aufgeregter Bewegung. Das stösst sich gegenseitig und stösst auf die Wand. *(dadurch entsteht Wärme.)* Sie kommen immer schneller und schneller in Bewegung, stossen immer stärker und stärker an die Wand, und man hat die Möglichkeit, zu sagen: Was ist also Wärme? Bewegung der kleinsten Teile. Es ist gewiss, dass heute schon unter der Macht der Tatsachen solche Vorstellungen schon etwas abgekommen sind, allein sie sind nur äusserlich abgekommen. Die ganze Denkwiese ruht doch noch auf demselben Grunde. Man ist sehr stolz geworden auf diese sogenannte "mechanische Wärmetheorie", denn sie soll ja ausserordentlich viel erklären. Sie soll z. B. erklären: Wenn ich einfach mit dem Finger über irgend eine Fläche streiche, so wird die Anstrengung, die ich anwende, die Arbeit, die Macht, verwandelt in Wärme. Ich kann zurückverwandeln Wärme in Arbeit, z. B. bei der Dampfmaschine, wo ich durch die Wärme Vorwärtsbewegungen wahrnehme. Und man hat sich die gangbare, höchst bequeme



scheunungsbegriffe geliefert hat auf einem Gebiet, wo die Anschauung nicht hinreicht, und leicht erlangbare, für jeden der glaubt, auch denken zu können, aber es in Wirklichkeit nicht kann, leicht erlangbare Begriffe geliefert hat. Es sind die Begriffe, dass man sich vorgestellt hat; Wenn ein Gas in einem allseitig geschlossenen Gefäss ist, besteht das Gas aus Gasteilchen. Aber diese Gasteilchen sind nicht in Ruhe, sondern sie sind in fortwährender Bewegung. Und natürlich, wenn diese Gasteilchen in fortwährender Bewegung sind, wird in den meisten Fällen, da die Gasteilchen klein sind, und ihre Entfernungen verhältnismässig gross vorgestellt werden, wird so ein Gasteilchen sich durchschlängeln, wird lange nicht auf ein anderes auftreffen, aber zuweilen dann doch. Es prallt dann zurück, und so stossen sich dann da drinnen die Gasteilchen. Sie kommen in eine Bewegung. Sie bombardieren sich fortwährend gegenseitig. Da geben sie, wenn man sie summiert, die verschiedenen kleinen Stösse, einen Druck auf die Wand, und man hat die Möglichkeit, auf der einen Seite zu messen, wie hoch die Temperatur ist. Dann sagt man sich: Nun ja, das sind die Gasteilchen drinnen in einem bestimmten Bewegungszustand, sie bombardieren sich. Das Ganze ist in aufgeregter Bewegung. Das stösst sich gegenseitig und stösst auf die Wand. *(Dadurch entsteht Wärme.)* Sie kommen immer schneller und schneller in Bewegung, stossen immer stärker und stärker an die Wand, und man hat die Möglichkeit, zu sagen: Was ist also Wärme? Bewegung der kleinsten Teile.

Es ist gewiss, dass heute schon unter der Macht der Tatsachen solche Vorstellungen schon etwas abgekommen sind, allein sie sind nur äusserlich abgekommen. Die ganze Denkwelt ruht doch noch auf demselben Grunde. Man ist sehr stolz geworden auf diese sogenannte "mechanische Wärmetheorie", denn sie soll ja ausserordentlich viel erklären. Sie soll z. B. erklären: Wenn ich einfach mit dem Finger über irgend eine Fläche streiche, so wird die Anstrengung, die ich anwende, die Arbeit, die Macht, verwandelt in Wärme. Ich kann zurückverwandeln Wärme in Arbeit, z. B. bei der Dampfmaschine, wo ich durch die Wärme Vorwärtsbewegungen wahrnehme. Und man hat sich die gangbare, höchst bequeme



Vorstellung gebildet: Ja, wenn ich äusserlich das beobachte, was da im Raum geschieht, so sind es mechanische Vorgänge. Die Lokomotive und die Waggons bewegen sich vorwärts usw. Wenn ich dann, sagen wir, durch irgend etwas Arbeit leiste, und daraus Wärme entsteht, so ist eigentlich nichts anderes geschehen, als dass die äusserlich wahrnehmbare Bewegung sich verwandelt hat in die Bewegung der kleinsten Teilchen. Das ist eine bequeme Vorstellung. Man kann sagen: Alles in der Welt beruht auf Bewegung, und es verwandelt sich bloss die anschauliche Bewegung in die unanschauliche Bewegung; diese wird dann als Wärme wahrgenommen. Aber die Wärme ist doch nichts anderes als Stossen und Drängen der kleinen ^{Gasrüpel} ~~xxxxxxkxkx~~, die sich stossen, die an die Wand stossen usw. Es ist die Wärme allmählich verwandelt worden im Wesen, in das, was jetzt geschehen würde, wenn diese ganze Korona plötzlich anfinge, sich gegenseitig in Bewegung zu setzen, wenn sie sich fortwährend stossen würde, an die Wand stossen würde usw. Das ist die Clausius'sche Vorstellung, was vorgeht in einem gasgefüllten Raum. Das ist die Theorie, die herausgekommen ist dadurch, dass man den Achilleschluss angewendet hat auf Unanschauliches, und nicht bemerkt, wie man derselben Unmöglichkeit unterliegt, wie wenn man das Denken anwendet auf Achilles und die Schildkröte. Das heisst: es wird nicht, so, wie man denkt. Im Innern eines gasgefüllten Raumes, ^{den wir uns ausmalen} ~~geht es anders zu,~~ ~~den wir uns ausmalen~~, wenn wir die unanschaulichen Begriffe auf Anschauung übertragen. Das wollte ich heute einleitungsweise sagen. Sie werden daraus erssehen, dass im Grunde genommen die ganze methodische Art der Betrachtungsweise, die namentlich im Laufe des 19. Jahrhunderts sich herausgebildet hat, in ihren Grundfesten wankt. Denn es beruht ein grosser Teil dieser Betrachtungsweise darauf, dass man einfach dasjenige, was man beobachtet als anschauliches Faktum, sich so vorstellt, dass man den Ausdruck, auch den rechnerischen Ausdruck des Anschauens überleitet, so dass man Differenzial-Vorstellungen daraus bekommt. Wenn man ~~von dem~~ ^{das}, was man als konstatierbares Faktum hat gegenüber einem gasgefülltem Raume unter dem bestimmten Eindruck rechnerisch ausdrückt, so kann man dadurch,

dass man die Vorstellung zu Grunde legt: „Es geschehen die Bewegungen der kleinsten Teile,“ in Differenzialvorstellungen umzuwandeln, und kann sich dann dem Glauben hingeben, dass, wenn man wiederum integriert, ^{man} etwas über die Realität herausbekommen. Das, was man einsehen muss, ist, dass, wenn man den Uebergang vollzieht von gewöhnlichen, rechnerischen Vorstellungen zu Differenzial^agleichungen, dass man diese Differenzialgleichungen, ohne aus der Wirklichkeit vollständig herauszufallen, nicht wiederum in Integralrechnungen ~~behandeln~~ ^{umzuwandeln} darf. Das liegt der Physik im 19. Jahrhundert zu Grunde, dass man durch ein falsches Verständnis über die Beziehung der Integrale zu den Differenzialen sich gegenüber der Wirklichkeit falschen Vorstellungen hingeeben hat. Man muss sich klar sein darüber: in gewissen Fällen darf man differenzieren, aber was die Differenzialzustände ergibt, darf nicht gedacht werden, als ob es zurückintegriert werden könnte, denn da kommt man nicht in die Wirklichkeit hinein, sondern zu etwas Ideellem. Es ist gegenüber der Natur von grosser Wichtigkeit, dass man das durchschaut.

Denn, sehen Sie, wenn ich - und wir werden sehen, in welchem Masse das innerhalb der unorganischen Natur gilt, gerade an den Wärmeerscheinungen - wenn ich einen bestimmten Verwandlungsvorgang ausführe, ich sage, ich leiste Arbeit, bekomme Wärme, so kann ich aus dieser Wärme wiederum Arbeit bekommen; aber ich kann nicht ohne weiteres einen organischen Prozess umkehren. Auch grosse anorganische Prozesse kann ich nicht umkehren, z. B. planetarische Prozesse sind nicht umkehrbar. Wir können nicht uns umgekehrt vorstellen jenen Prozess, der verläuft von der Wurzelbildung einer Pflanze bis zur Blüte, bis zur Fruchtbildung. Der Prozess verläuft vom Keime bis zur Fruchtbildung; er kann nicht zurückverlaufen wie ein Prozess in der unorganischen Natur. In unsere Rechnungen fliesst das nicht ein. Denn schon wenn wir sogar im Unorganischen bleiben, für gewisse makrokosmische Prozesse gilt es nicht. Ich kann heute in keiner Rechnungsformel, wenn ich sie aufstellen könnte für das Wachstum einer Pflanze, gewisse Werte negativ einsetzen; sie decken sich nicht mit der ^{-sie würde aber sehr kompliziert ausfallen-}

Wirklichkeit. Die Gestaltung der Blüte aus der Gestaltung der Substanz
könnte ich nicht negativ einsetzen. Ich würde nicht den Prozess umkehren
können. Ich kann auch gegenüber den grösseren Erscheinungen der Welt den
realen Prozess nicht umkehren. Das berührt aber nicht die Rechnung.
Wenn ich heute eine Mondfinsternis einzusetzen habe, kann ich ein
berechnen, wie eine Mondfinsternis vor unserer Zeitrechnung, zu Teleskop-
ten war usw. D.h. ich kann in der Rechnung selbst durchaus den Prozess
umkehren, aber in der Wirklichkeit würde der Prozess nicht umkehrbar sein.
Wir können nicht vom gegenwärtigen Stadium der Weltentwicklung durch Umkeh-
rung des Prozesses zu einem früheren Stadium z.B. zu einer Mondfinsternis, die
sich zu Teleskopzeiten zugetragen hat, zurücktreiben. Eine Rechnung kann
ich vorwärts und rückwärts behandeln, - ~~mit~~ der Wirklichkeit deckt sich nichts
was ich mit der Rechnung erfasse. Diese Rechnung schwebt über der Wirklichkeit.
Man muss sich klar darüber sein, in wiefern unsere Vorstellungen und ~~Rechnungen~~
Rechnungen ~~sind~~ nur Vorstellungsinhalte. ^{sind} Trotzdem sie umkehrbar sind, gibt
es keine umkehrbaren Prozesse in der Wirklichkeit. Das ist wichtig, denn
wir werden sehen, die ganze Wärmelehre auf Fragen dieser Art aufgebaut:
In wiefern sind innerhalb des Gebietes der Wärmeverhältnisse Naturprozesse
umkehrbar, und inwiefern sind sie es nicht.

† † † † † † †

Wirklichkeit. Die Gestaltung der Plüte aus der Gestaltung des Substrates könnte ich nicht negativ einsetzen. Ich würde nicht den Prozess umkehren können. Ich kann auch gegenüber den grösseren Krockenungen der Welt den realen Prozess nicht umkehren. Das verfährt aber nicht die Rechnung. Wenn ich heute eine Mondfinsternis einzusetzen habe, kann ich eine Finsternis berechnen, wie eine Mondfinsternis vor unserer Zeitrechnung, zu Teleskopzeiten war usw. D.h. ich kann in der Rechnung selbst durchaus den Prozess umkehren, aber in der Wirklichkeit würde der Prozess nicht umkehrbar sein. Wir können nicht von gegenwärtigen Stadium der Weltentwicklung durch Umkehrung des Prozesses zu früheren Stadien z.B. zu einer Mondfinsternis, die sich zu Teleskopzeiten zurückgetragen hat, zurückverfolgen. Eine Rechnung kann ich vorwärts und rückwärts behandeln, - ~~aber~~ ^{aber} der Wirklichkeit deckt sich nichts was ich mit der Rechnung erfasse. Diese Rechnung schwebt über der Wirklichkeit und muss sich klar darüber sein, inwiefern unsere Vorstellungen und ~~Rechnungen~~ ^{Rechnungen} nur Vorstellungsinhalte. Trotzdem sie umkehrbar sind, gibt es keine umkehrbaren Prozesse in der Wirklichkeit. Das ist wichtig, denn wir werden sehen, die ganze Wärmelehre auf Fragen dieser Art aufgebaut: Inwiefern sind innerhalb des Gebietes der Wärmeverhältnisse Naturprozesse umkehrbar, und inwiefern sind sie es nicht.

+++++