1.3.1920

Zweiter naturwissenschaftlicher Kursus

gehalten von Dr. Rudolf Steiner an der freien Waldorfschule.

Als Manuskript gedruckt! Vom Autor nicht durchgesehen.

I. Vortrag. Stuttgart, am 1. März 1920.

Meine lieben Freunde !

Die naturwissenschaftlichen Betrachtungen, die bei meinem letzten Aufenthalt hier gepflogen worden sind, sollen jetzt eine Art 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 Erkenntnis 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.

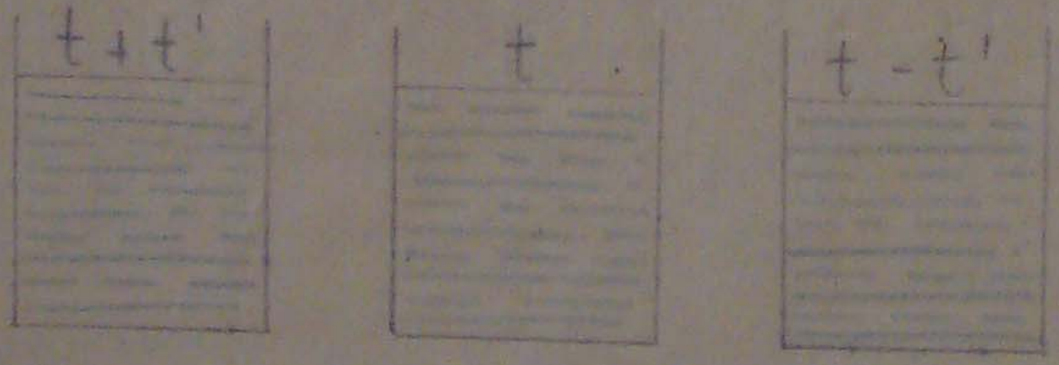
Die sogenannte Wärmelehre hat ja im 19. Jahrhundert eine Gestalt angenommen, durch die für eine materialistische Betrachtung der Welt ausserordentlich viel Vorschub geleistet worden ist; aus dem Grunde Vorschub geleistet worden ist, weil die Wärmeverhältnisse in der Welt vor al-

len Dingen Veranlassung dazu gaben, den Blick abzuwenden von der eigentlichen Natur der Wärme, von der Wärmewesenheit, und ihn hinzulenken auf mechanische Erscheinungen, die aus den Wärmeverhältnissen sich ergeben.

Wärme, sie kennt der Mensch zunächst dadurch, dass er die Empfindungen hat, die er mit 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 machen) wer das Experiment macht, kann sich vom Folgenden überzeugen:

Denken Sie sich, Sie haben hier ein Gefäß mit Wasser gefüllt von irgend einer ganz bestimmten Temperatur t; rechts davon haben Sie ein anderes Gefäß ebenfalls mit Wasser gefüllt, mit einer bestimmten Temperatur t-t', d. h. mit einer Temperatur, die wesentlicher niedriger ist als die Temperatur im ersten Gefäß.

Dann haben Sie weiter ein Gefäß mit Wasser gefüllt, mit einer Temperatur von t+t'. Wenn Sie nun Ihre beiden Arme nehmen und die Finger eintauchen in die zwei äusseren Gefäße zunächst, so nehmen Sie Empfindungen gemäß den Wärmezuständen der zwei Gefäße wahr. Sie können dann die eben eingetauchten Finger ins mittlere Gefäß eintauchen und Sie werden sehen, dass



dem Finger, der in der Flüssigkeit niedrigerer Temperatur eingetaucht war, die Temperatur im mittleren 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 der 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 hineingeht, ihm der Keller kühl erscheint. Und daraus schließt man zunächst nur: Ja, die subjektive Empfindung von Wärme ist nicht maßgebend; es handelt sich darum, irgendwie objektiv feststellen zu können, wie der Wärmezustand eines Körpers, oder irgendwo ist. Nun, ich brauche hier ja nicht auf die elementaren Erscheinungen einzugehen und auch nicht auf die elementaren 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 Grade 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 ist diese Auseinanderhaltung etwas gewesen, was in einer gewissen Beziehung fruchtbar war, was seine Erfolge gezeigt 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 jenen Gebiete des Wissens oder der Lebenspraxis vorwärts kommen will. Und daher müssen heute <u>aus der Wissenschaft selbst heraus</u> gewisse Fragen gestellt werden, die man einfach unter dem Einfluß solcher Konklusionen, wie ich sie dargestellt habe, übersehen hat. Eine Frage ist die: Ist ein Unterschied, ein wirklich objektiver Unterschied zwischen dem Konstatieren einer Temperatur 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, Unterschiede zu machen - wenn ich diesen Unterschied in meine Ideen und Begriffe, die dann die Wissenschaft ausbauen, hineintrage. Es wird der ganze Kursus dazu dienen müssen, zu zeigen, wie heute solche Fragen aufgestellt werden müssen. Denn ich werde Ihnen, ausgehend von den prinzipiellen Fragen, aufzuzeigen 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 Mechanik dem Leben entgehen, werden Sie noch sehen; jetzt will ich nur prinzipiell auf etwas aufmerksam machen).

Unter den Betrachtungen, die ich gleich nachher charakterisieren will, ist eigentlich ganz verloren gegangen die Aufmerksamkeit auf das Wärme-wesen selbst. Und daurch 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 wir ersehen, dass das Verhältnis des unbekannten, zunächst unbekannten Wärmewesen zum menschlichen Organismus eine gewisse Wichtigkeit hat. Das radikalste, wie es sich bei chemischen und technischen Prozessen verhält,will ich speziell betrachten. Aber man wird niemals seine Aufmerksamkeit in der richtigen Weise in dieser Beziehung des Wärmewesens zum menschlichen Organismus verstehen können, wenn man von einer mechanischen Auffassung des Wärmewesens ausgeht, weil sich ihr 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 Capacitäten haben, sich zum Wärmewesen

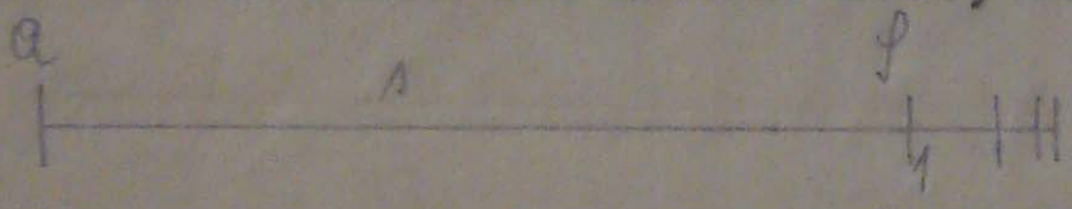
zu verhalten. Dass man daher ein wirkliches Studium gewisser Krankheitssymptome ohne diese verschiedene Wärmecapacitäten der einzelnen Organe nicht pflegen kann, das entzieht sich der Betrachtung einfach dadurch, daß durch die physikalische Anschauung von der Wärme keine Grundlage dazu geschaffen ist. Wir sind heute nicht in der Lage, die physikalischen Anschauungen, 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 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 " Exakten Wissenschaften ", als an unklaren, undurchschaubaren Begriffen.

Nämlich, was heißtes 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 Begriffsvorstellung ein Unterschied gegenüber der sogenannten"objektiven"Feststellung durch das Thermometer. Denken Sie sich doch einmal: Sie tauschen statt des Fingers hier das Thermometer ein, und Sie tauchen es da ein, (Zeichnung S. 2) so werden Sie verschiedene Thermometerstände bekommen, je nachdem Sie hier oder da eintauchen. Wenn Sie dann die beiden Thermometer nehmen statt der Finger, so wird die Wuecksilbersäule andere Tatsachen vollziehen in dem einen und in dem anderen Thermometer. Siewwerden hier einen tieferen und hier einen höheren Thermometerstand haben. Der eine wird heraufgehen, der andere wird heruntergehen. Sie sehen: Die Thermometer machen nichts anderes,als was Ihre eigenen Empfindungen machen. Für die Feststellung eines

Anschauungsbegriffes besteht kein Unterschied zwischen den beiden Thermotern und den Empfindungen Ihrer Finger. Da und dort wird genau dasselbe festgestellt, nämlich: der Unterschied gegenüber dem früheren Stand. Und da^, worauf es ankommt, bei unserer Empfindung, das ist, dass wir nur in uns keinen Nullpunkt tragen. Würden wir einen Nullpunkt in uns tragen, würden wir also nicht blo^ das, was unmittelbare Anschauung ist, konstatieren, sondern eine ~~Vorrichtung~~ Vorbereitung in uns haben, die Temperatur, die wir hier subjektiv empfinden, auf einen Nullpunkt in uns selbst beziehen und diesen Nullpunkt auch denken, 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 Stellung des Begriffes 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 alle diese Begiffe die da existieren, sind im Wesentlichen unklar; aber glauben Sie nicht, das^ das keine Folgen hat. Dass wir keinen Nullpunkt in uns feststellen können, hängt zusammen mit unserem ganzen Leben. Könnten wir einen Nullpunkt feststellen, so würden wir einen ganz anderen 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 bei tierischen Organismus schließlich auch, dass wir gewisse Prozesse in uns nicht wahrnehmen. Wenn Sie alles dasjenige, in subjektiver Empfindung 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 in allen Einzelheiten durchmachen müßten. Vieles von dem, was zu unseren Lebensbedingungen gehört , beruht ja darauf, dass wir gewisse Dinge nicht in unserem Bewußtsein mitmachen, die sich in unserem

Organismus vollziehen. Dazu gehört einfach, dass wir keinen Nullpunkt ~~haben~~ in uns haben, dass wir kein Thermometer sind; sodass eine solche Unterscheidung des Objektiven und Subjektiven, wie sie gemacht werden einfach für die weitergehenden Betrachtungen des Physikalischen nicht mehr ausreichen. Das ist dasjenige,was eigentlich im Grunde genommen eine Frage ist, die locker ist in der menschlichen Betrachtungsweise seit dem alten Griechentum, die locker gelassen werden konnte; die nicht mehr locker bleiben kann 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 den wahren äusserlichen Wirklichkeiten. Ich brauche nur an den Achillesschluß zu erinnern, auf den ich oftmals aufmerksam gemacht habe. Nehmen wir an, wir haben hier den Weg (s) den der Achilles durchmacht, sagen wir in einer bestimmten Zeit; so schnell kan er laufen. Und hier haben wir die Schildkröte (S). Die hat einen Vorsprung zu gleicher Zeit. Hier steht Achilles, (a) hier die Schildkröte (S). Achilles läuft der Schildkröte nach. Nehmen wir den Moment, da Achilles da in 1 ankommt. 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 diesen nächsten Raum durchläuft, ist sie hier angekommen. Und so läuft hier die Schildkröte ein kleines Stückchen vorwärts. Der Achilles muß erst hinter ihr herlaufen, was sie schon durchlaufen hat. Und Achilles kan der Schildkröte nie nachkommen.



Dieses wird gewöhnlich nur von den Menschen so behandelt, wie ganz gewiss mancher Gemüter derer, die auch jetzt hier sitzen, einmal 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 den Schluß macht: Der Achilles muß immer das frühere Stückchen 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 dagegen nichts sagen. Und es ist nicht etwa dumm, wenn diese Schlußfolgerung gemacht worden ist, sondern es ist ein ausserordentlich, in der menschlichen Ratio gescheiter Schluß, denn er ist absolut bindend. Und man kommt nicht über ihn hinweg. Worauf beruht denn aber das Ganze? Solange 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 verwechseln 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 Achilles der Schildkröte nicht nachkommt. Worauf beruht das aber, dass wenn wir unser Denken gerade konsequent auf die Wirklichkeit anwenden, dann 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 jeden Punkt. Seine Beine schreiten weiter aus, als die der 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 dann 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 Zeit wissenschaftlicher Entwicklung sind sie von der allergrößten Bedeutung. Denn 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 lasse, so geht sie durch. Das ist jetzt die Anschauung. Wir wollen jetzt einfach diese Kugel etwas erwärmen. Sehen Sie, 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 dann theoretisiere. In diesem Augenblick bin ich verlassen von der Anschauung. In diesem Augenblick bin ich in einer ausserordentlich tragischen Rolle. Die Tragik empfinden nur diejenigen, die auf solche Dinge eingehen können. Denn sehen Sie, wenn wir versuchen, ob Achilles die Schildkröte erreichen kann oder nicht, so können Sie anfangen zu denken: Der Achilles muß den Weg der Schild-

kröte 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 verlassen, da können Sie nicht hineinschauen und nachsehen, da werden Sie nur theoretisieren können, und das ist auf diesem Gebiete nicht besser, als das was Sie gegenüber dem Wettstück, das von Achilles nicht durchmessen ist, anführen. 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 Erklärungen auf, in denen wir das Anschauliche 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 Phoronimie zur Mechanik übergehen, wo der Kraft- und Massenbegriff einzusetzen ist, in dem Augenblick können wir nicht ausreichen mit dem bloßen Denken, sondern wir beginnen einfach abzulesen vom Anschaulichen, was vorgeht. Wir können in den einfachsten physikalischen Vorgängen, in denen die Massen ei-

ne Rolle spielen, mit dem bloßen Denken nichts mehr anfangen. Und diejenigen Theorien, die im Laufe des 19. Jahrhunderts aufgebaut 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 in Bezug auf das Kleine. Das gilt aber auch in Bezug auf das Große.

Sie erinnern sich, dass ich in meinen Vorträgen oftmals aufmerksam gemacht habe auf etwas, das uns jetzt mit einem ganz wesentlichen Charakter in diesen Betrachtungen entgegentreten wird. Ich habe oftmals gesagt: Aus dem, was der Physiker heute über Wärmeverhältnisse und auch über einige andere Dinge, die damit verknüpft sind, heraustheoretisiert, 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 heraustheoretisieren, dort stimmt.

(Link)

Erst in diesen Tagen ging ja die Nachricht in die Welt, dass mit großer Mühe die Ergebnisse englischer Forschungen über die Ablenkung des Sternenlichtes im Weltenraum auch in Berlin vor einer gelehrten Gesellschaft vorgeführt werden konnten. Da wurde mit Recht auf folgendes hingewiesen, es wurde gesagt: Ja, die Forschungen von Einstein und dergleichen über die Relativitätstheorie erfahren aber etwas Endgiltiges, würde man erst sagen können, wenn man so weit wäre, dass man spektralanalytisch untersuchen könnte, wie es sich eigentlich mit dem Sonnenlicht letztlich, nämlich bei

Gelegenheit der Sonnenfinsternis verhält. Da würde man nämlich etwas sehen, was heute noch nicht in den gangbaren physikalischen Instrumenten konstatierbar ist.

Das war die Nachricht, die sich ankündigte in der letzten Sitzung der Berliner physikalischen Gesellschaft. Das ist ausserordentlich interessant; denn es muß natürlich der nächste Schritt der sein, nach einer Möglichkeit zu suchen, wirklich spektralanalytisch das Sonnenlicht zu untersuchen. Der Weg muß der nach Messinstrumenten sein, die heute noch nicht da sind. Dann wird man gewisse Dinge, die heute aus geisteswissenschaftlichen Grundlagen hareus 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. Denn wird man einsehen lernen, dass es einfach unmöglich ist, dasjenige, was man im Stande ist herauszurechnen aus Beobachtungen, Analysen der Wärmeerscheinungen in der irdischen Sphäre, auf die Verhältnisse ausserhalb des Weltraumes auf Sonnenverhältnisse zu übertragen und sich vorzustellen, dass die Sonnencorona und dergleichen entstehen aus Antezidenzien heraus, die entnommen sind aus der Betrachtung der irdischen Verhältnisse. Gerade so, wie uns unser Denken irreführt, wenn wir das Anschauliche verlassen und in die Welt der Moleküle und Atome hineintheoretisieren, so führt es uns auch irre, wenn wir in das 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 Intensitätsgrad ihres Wirkens. Ob man sie auf diese oder jene Weise mißt, auf Dichtigkeit oder dergleichen, darauf kommt es nicht an;

sie hat eine gewisse Intensität des Wirkens. Diese kann auch zur Null werden. Das heißt wir können dem scheinbar leeren Raum gegenüberstehen. Aber damit hat es keinen Schluß, ebenso wie es keinen Schluß hat zum Beisp. ~~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 zur Null kann er nicht heruntergehen. Er kann einmal nichts mehr haben, damit tröste ich mich, er kommt **eben einmal** bei der Null an. Ja aber nachher kann ich eigentlich einer Enttäuschung unterliegen, der Kerl fängt an Schulden zu machen. Dann bleibt er nicht bei der Null stehen, dann wird die Geschichte noch schlimmer als Null. Dieses kann eine sehr reale Bedeutung haben. Denn als Vater werde ich eigentlich weniger haben, wenn der Kerl Schulden macht, als wenn er bei der Null stehen bleibt.- Sehen Sie, eine solche Betrachtungsweise liegt zu Grunde gegenüber den Sonnenverhältnissen. Man geht nicht einmal zur Null, sondern man geht zur größtmöglichsten Verdünnung; man spricht von dünnem glühendem Gas. Aber man müßte erstens bis zur Null gehen und dann darüber hinaus. Denn das, was man in der Sonne finden würde, wäre nicht vergleichbar mit unserem Materiellem. 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 Saugwirkungen betrachtet werden müssen, nicht als Druck- oder dergleichen Wirkungen. Also die Sonnencorona darf nicht so betrachtet werden, wie heute die Physiker sie betrachten, sondern die muß so betrachtet werden, dass man das Bewußtsein hat, es geschieht nicht dasjenige,als was sie sich darstellt, etwa Druckwirkungen mit Index nach aussen, sondern es liegen Saugwirkungen

vom Loch im Raum, von der Negation der Materie vor. Da verläßt uns die Ratio, da verläßt uns unser Denken gegenüber dem 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 wirklich 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 nach tut das auch das Thermometer. Nur haben wir durch Dinge, die nichts mit diesen Tatsachen zu tun haben, durch die Feststellung eines Nullpunktes, die Sache caschiert.

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 Lichterscheinungen im wesentlichen verfolgen mit einem Organ, das sehr stark isoliert ist in unserem Organismus. Ich habe das im vorigen Kursus charakterisiert. Dadurch beobachten wir ja eigentlich niemals Licht; Licht ist eine Abstraktion, sondern wir beobachten Farbenerscheinungen. Wenn wir Wärme beobachten subjektiv, so ist dasjenige, was Empfindungsorgan bei uns ist, was Auffassungsorgan bei uns ist, unser ganzer Organismus. Unser ganzer Organismus entspricht da dem Auge; es ist nicht ein isoliertes Organ; wir setzen uns da als Ganzes dem Wärmezustande aus. Indem wir mit einem Gliede z. B. einem Finger uns aussetzen, ist das nichts anderes, als ein Teil des Auges gegenüber dem Auge. Während also das Auge ein isoliertes Organ ist, und dadurch sich uns verobjektiviert die Welt des Lichtes in den Farben, ist bei der Wärme ein solches nicht der Fall. Wir sind gewissermaßen ganz Wärmeorgan. Aber dadurch tritt uns auch nicht so isoliert von aussen entgegen dasjenige, das die Wärme macht, wie uns entgegentritt isoliert das-

jenige, was Licht macht. Unser Auge ist objektiviert in unserem Organismus. Was die Wärme Analoges macht; wil wir sie selbst sind, können wir sie erleben-. Denken Sie einmal, Sie würden mit dem Auge keine Farben sehen, sondern nur Helligkeits unterschiede, und die Farben als solche würden ganz subjektiv bleiben, bloß Gefühle bleiben - Sie würden hierbei Farben sehen, Sie würden von Helldunkel reden, aber die Farben würden nichts in Ihnen bewirken. So ist es bei der Wahrnehmung der Wärme. Jene Differenzierungen, die Sie beim Licht wegen der Differenzierung des Auges wahrnehmen, die nehmen Sie in der Welt der Wärme nicht mehr wahr. Die leben in ihnen. Wenn Sie also von Blau und Rot sprechen bei der Farbe, so haben Sie dieses Blau und Rot <u>ausaen</u>. Wenn Sie von einem Analogen bei der Wärme sprechen, weil Sie das Wärmeorgan selbst sind, so haben Sie das, was analog bei der Wärme Blau und Rot wäre in sich, Sie sind es selbst. Daher sprechen Sie nicht davon. Und das macht das, dass für die Betrachtung des Wärmewesens eine <u>ganz andere Methode</u> notwendig ist, als für die Betrachtung des objektiven Lichtwesens. Und nichts hat so, ich möchte sagen, verblendend auf die Betrachtungsweise des 19. Jahrhunderts gewirkt, als überall schematisch zu vereinheitlichen. Sie finden überall in den Psychologien eine "Sinnespsychologie". Als ob es so etwas überhaupt gäbe! Als ob es etwas gäbe, wo man einheitlich sagen kann, es gilt für das Ohr wie für das Auge, oder für den Gefühls- oder Wärmesinn. Es ist ein Unding von einer Sinnespsychologie zu sprechen, und zu sagen: Eine Sinneswahrnehmung ist diese oder jene. Man kann nur sprechen von der isolierten Wahrnehmung des Auges, von der isolierten Wahrnehmung des Ohres, von der isolierten Wahrnehmung unseres Organismus als Wärmeorgan usw. Das sind ganz verschiedene Dinge. Und man kann nur wesenlose Abstraktionen feststellen, wenn man von einem einheitlichen Sinnesorgan spricht. Aber wir finden heute überall die Neigung dazu, diese Dinge zu vereinheitlichen, und so kommen dann Schlüsse zustande, die eigentlich, wären sie nicht so schädlich

für unser Leben, im Grunde genommen humoristisch wären.

Wenn einer sagt: Da ist ein Bub. Ein anderer hat ihn durchgeprügelt. Und daneben wird behauptet, gestern hat er Schläge bekömmen von seinem Lehrer; der Lehrer hat ihn durchgeprügelt. Ich habe in beiden Fällen das Prügeln beobachtet; es ist kein Unterschied. Ich schließe daraus, dass der Lehrer von gestern und der böse Bub, der heute die Prügel austeilte, von derselben inneren Wesenheit sind. Das wäre ein Unding, nicht wahr, das wäre unmöglich. Aber man macht folgendes Experiment: Man weiß, dass wen man Lichtstrahlen in einer gewissen Weise auf einen Hohlspiegel auffallen läßt, dass sie parallel gehen; wenn Sie sie durch einen weiteren Hohlspiegel auffallen 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 einen Hohlspiegel auffangen, sich im Brennpunkt vereinigen; man kann es mit dem Thermometer konstatieren, da entsteht ein 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 Thor sein. Wenn man sie in der Wissenschaft ausführt, wie es heute überall gemacht wird, dann ist man kein Thor, sondern oftmals eine tonangebende 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 ein Grund 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 ja in der nachgoethe'schen Zeit die Wärmeerscheinungen vollständig in das Chaos der theoretischen Anschauungen eingelaufen sind, und im 19. Jahrhundert die sogenannte mechanische Wärmetheorie Unfug über Unfug gestiftet hat auf der einen Seite dadurch, dass sie Anschauungsbegriffe geliefert hat auf einem Gebiete, wo die Anschauung nicht hinreicht, und leichterlangbare Begriffe, 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, wie 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, da 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 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 Denkweise ruht doch noch auf derselben Grunde. Man ist sehr stolz geworden auf die sogenannte " mechanische (Kinetische) 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 Arbeit in Wärme, z. B., bei der Dampfmaschine, wo ich durch die Wärme Fortbewegung wahrnehme. Und man hat sich die gangbare, höchst bequeme Vorstellung gebildet: Ja, wenn ich äusserlich das beobachte, was im Raume 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 unanschauliche Bewegung; diese wird dann als Wärme wahr genommen. Aber die Wärme ist doch nichts anderes, als das Stoßen und Drängen der kleinen Gasrüpel, die sich stoßen, die an die Wand stoßen, usw. Es ist die Wärme allmählich verwandelt worden in Wesen, in das, was jetzt geschehen würde, wenn die ganze Corona 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 Achillesschluß 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, wenn wir die unanschaulichen Begriffe auf die Anschauung übertragen. Das wollte ich heute einleitungsweise sagen, Sie werden daraus ersehen, dass im Grunde genommen die ganze methodische Art der Betrachtungweise, 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 Differenzialvorstellungen daraus bekommt. Wenn man das, was man als konstatierbares Faktum hat gegenüber einem gasgefüllten Raume, unter dem bestimmten Eindruck rechnerisch ausdrückt, so kann man es dadurch, dass man die Vorstellung zu Grunde legt: "Da geschehen die Bewegungen der kleinsten Teile", in Differenzialvorstellungen umwandeln und kann sich dann dem Glauben hingeben, dass wenn man wiederum integriert, man etwas über die Realität herausbekommt. Das was man einsehen muß, ist, dass wenn man den Übergang vollzieht von gewöhnlichen rechnerischen Vorstellungen zu Differenzialgleichungen, dass man diese Differenzialgleichungen, ohne aus der Wirklichkeit vollständig herauszufallen, nicht wiederum in Integralrechnungen umwandeln darf. Das liegt der Physik im 19. Jahrhundert zu Grunde, dass man durch ein falsches Verständnis über die Beziehungen der Integrale zu den Differenzialen, sich gegenüber der Wirklichkeit falschen Vorstellungen hingegeben 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 - und wir werden sehen in welchem Maße das inner-

halb 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 unorganische 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 das nicht. Ich kann heute in keiner Rechnungsformel, wenn ich sie aufstellen könnte für das Wachstum einer Pflanze - sie würde aber sehr kompliziert ausfallen - gewisse Werte negativ einsetzen; sie decken sich nicht mit der Wirklichkeit. Die Gestaltung der Blüte aus der Gestaltung des Laubblattes könnte ich nicht negativ einsetzen. Ich würde nicht den Prozess umkehren können. Ich kann auch gegenüber den gröberen Erscheinungen der Welt den realen Prozess nicht umkehren. Das berührt aber nicht die Rechnung. Wenn ich heute eine Mondfinsternis einzusetzen habe, kann ich einfach berechnen, wie eine Mondesfinsternis vor unserer Zeitrechnung, zu Thales Zeiten war usw. Das heißt, 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 Weltenentwicklung durch Umkehrung des Prozesses zu früheren Stadien z. B. zu einer Mondesfinsternis, die sich zu Thales Zeiten 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 darüber klar sein, in wie

halb 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 unorganische 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 das nicht. Ich kann heute in keiner Rechnungsformel, wenn ich sie aufstellen könnte für das Wachstum einer Pflanze - sie würde aber sehr kompliziert ausfallen - gewisse Werte negativ einsetzen; sie decken sich nicht mit der Wirklichkeit. Die Gestaltung der Blüte aus der Gestaltung des Laubblattes 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 Mondesfinsternis einzusetzen habe, kann ich einfach berechnen, wie eine Mondesfinsternis vor unserer Zeitrechnung, zu Thales Zeiten war usw. Das heißt, 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 Weltenentwicklung durch Umkehrung des Prozesses zu früheren Stadien z. B. zu einer Mondesfinsternis, die sich zu Thales Zeiten 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 darüber klar sein, in wieferne

unsere Vorstellungen und Rechnungen nur Vorstellungsinhalte sind. Trotzdem sie umgekehrt 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 wieferne sind innerhalb des Gebietes der Wärmeverhältnisse Naturprozesse umkehrbar und in wieferne sind sie es nicht.

o

o o