

• Naturwissenschaftlicher Kurs

Gehalten von Dr. Rudolf Steiner in der Waldorfschule zu Stuttgart.

5. Vortrag.

Den 25. Dezember 1919 (a)

✓ MA

gedruckt

Meine lieben Freunde!

Es ist mir gesagt worden, dass doch dasjenige, worinnen wir die gestrige Betrachtung gipfeln lassen mussten, die Erscheinung, die durch das Prisma auftritt, dass diese Erscheinung doch Schwierigkeiten des Verständnisses für viele geboten habe, und ich bitte Sie, darüber sich zu beruhigen. Es wird dieses Verständnis nach und nach kommen. Wir werden uns gerade mit den Licht und Farbenercheinungen ein wenig eingehender befassen, damit diese eigentliche *piece de resistance* - eine solche ist es auch für die übrige Physik - damit diese uns eine gute Grundlage abgeben könne. Nicht wahr, Sie sehen ein, dass es sich uns zunächst darum handeln muss, dass ich Ihnen gerade einiges von demjenigen sage, was Sie nicht in Büchern finden können und was nicht Gegenstand der gewöhnlichen naturwissenschaftlichen Betrachtungen ist, was wir gewissermaßen nur hier behandeln ~~xxx~~ können. Wir werden dann in den letzten Vorträgen darauf eingehen, wie dasjenige, was wir hier betrachten, auch im Unterricht zu verwenden ist.

Sehen Sie, dasjenige, was ich versuchte gestern ~~xxx~~ einander zu setzen, ist ja im wesentlichen eine besondere Art des Ineinanderwirkens von Helligkeit und Trübe. Und ich wollte zeigen, dass durch dieses verschleierte Zusammenwirken von Helligkeit und Trübe, das besonders auftritt beim Durchgang eines Lichtzylinders durch ein Prisma, dass da die polarisch zueinander sich verhaltenden Farbenercheinungen entstehen. Zunächst bitte ich Sie, die bittere Pille schon im Empfang zu nehmen, dass die Schwierigkeit des Verständnisses dieser Sache darin liegt, dass Sie eigentlich - es geht um diejenigen, die Schwierigkeiten des Verständnisses finden - dass Sie eigentlich die Licht- und Farbenlehre phoroscopisch gestaltet haben möchten. Die Menschen haben sich nun einmal schon gewöhnt durch unsere sonderbare Erziehung, nur sich solchen Vorstellungen hinzugeben, die mit Bezügen auf die äußere Natur sehr oder weniger phoroscopisch sind, d. h. sich nur befassen mit dem Räumlichen, mit den Räumlich-Formalen und mit dem Beweglichen. Nun sollen sie sich bemühen in Qualitäten zu denken, und Sie können wirklich in einem gewissen Sinne sagen: Hier stock ich schon. Aber schreiben Sie es durchaus nicht dem natürlichen Gang, der die wissenschaftliche Entwicklung einleitet.

neueren Zeit genommen hat und den sie durchgemacht hat, den Sie sogar werden in gewisser Weise mit Ihren Schülern durchmachen - ich meine jetzt die Lehrer der Waldorfschule und andere Lehrer -; denn es wird natürlich nicht möglich sein, sogleich gesunde Vorstellungen in die heutige Schule hineinzutragen, sondern wir werden Übergänge schaffen müssen.

Nun gehen wir - ich möchte sagen - einmal für die Licht und Farbenercheinungen von der anderen Ende der Sache aus. Eine viel angefochtene Bemerkung Goethes möchte ich heute vorausschicken. Sie können es bei Goethe lesen, wie er bekannt geworden ist in den achtziger Jahren des 18. Jahrhunderts mit allerlei Behauptungen über das Auftreten von Farben am Lichte, also über diejenigen Erscheinungen, von denen wir gestern begonnen haben zu sprechen. Es ist ihm gesagt worden, dass die allgemeine Anschauung der Physiker die sei, dass, wenn man farbloses Licht durch ein Prisma gehen lasse, so würde dieses farblose Licht gespalten, zerlegt. Also etwa so wurden die Erscheinungen interpretiert, es wurde gesagt: wir fangen einen farblosen Lichtzylinder auf, so zeigt er uns zunächst ein farbloses Bild. Wir stellen diesen Lichtzylinder in den Weg des Prisma, so bekommen wir die Aufeinanderfolge der Farben rot, orange, gelb, grün, blau, hellblau, dunkelblau, violett. Nun, das ist etwas, was an Goethe herantrat und zwar so, dass er erfuhr: Man erklärt sich diese Sache so, dass das farblose Licht eigentlich schon in sich enthält - wie, das ist ja natürlich schwer zu denken, aber das wurde gesagt - in sich enthält diese sieben Farben. Wenn man das Licht durch das Prisma gehen lässt, so tut das Prisma eigentlich nicht anderes, als das, was in Licht schon drinnen ist, fächerartig auseinanderlegen, das Licht in die sieben Farben zerlegen. Nun, Goethe wollte der Sache auf den Grund gehen und ließ sich allerlei Instrumente aus, wie wir es versucht haben in diesen Tagen, sie auch zusammenzutragen, um selber zu konstatieren wie die Dinge sind. Er liess sich diese Instrumente von dem Hofrat Büttner in Jena nach Weimar hüberkommen, stapelte sie auf und wollte zu gelegener Zeit versuchen, wie sich die Sache verhält. Der Hofrat Büttner wurde ungeduldig und forderte die Instrumente zurück, als Goethe noch nichts gemacht hatte. Er musste die Instrumente zusammenpacken - bei manchen Dingen passiert uns ja soetwas, dass wir nicht gleich dazu kommen -. Er nahm schnell noch das Prisma und sagte: Also durch das Prisma wird das Licht zerlegt. Ich gucke es mir an an der Wand. Und nun hat er erwartet, dass das Licht schön siebenfarbig erscheint. Es erschien aber da nur irgend etwas Farbigen, so irgendein Rand

war, wo ein Schutzfleck war, sodass das Schmutzige das Trübe, mit dem Hellen zusammenliess. Da, wenn man durchguckte, sah man Farben; aber wo gleichmässiges Weiss war sah man nichts. Da wurde Goethe stutzig, er wurde irre an dieser ganzen Theorie. Und nun hatte er keinen Sinn mehr für das Zurückschicken der Instrumente. Er behielt sie und verfolgte die Sache weiter. Und da stellte sich heraus, dass die Sache eigentlich gar nicht so ist, wie sie gewöhnlich dargestellt wurde, sondern dass, wenn wir Licht durchlassen durch den Raum des Zimmers, so bekommen wir auf einen Schirm einen weissen Kreis - Sie sehen hier einen sehr schönen Kreis, wir haben ihn sehr schön geschnitten und haben deshalb einen sehr schönen Kreis bekommen! - Nun, wenn man die am Lichtkörper, der da durchgeht, in den Weg stellt das Prisma, so wird der Lichtzylinder abgelenkt: aber es erscheinen zunächst durchaus nicht die sieben aufeinanderfolgenden Farben, sondern nur am unteren Rand tritt das Rötliche auf, das ins Gelbliche übergeht, und am oberen Rand das Bläuliche, das ins Grünliche übergeht. In der Mitte bleibt es weiss.

Was sagte sich nun Goethe? Er sagte sich: Da kommt es also überhaupt nicht darauf an, dass irgend etwas aus dem Licht heraus sich spaltet, sondern ich würde ja eigentlich ab ein Bild. Dieses Bild ist nur das Abbild des Ausschnittes hier. Der Ausschnitt hat Ränder und die Farben treten nicht deshalb auf, weil sie aus dem Licht herausgeholt werden, gewissermassen, weil das Licht in sie zerspalten würde, sondern weil ich das Bild entwerfe und das Bild als solches Ränder hat, sodass ich es auch hier mit nichts anderem zu tun habe, als dass dort, wo Helligkeit und Dunkelheit zusammenstossen - denn ausserhalb dieses Lichtkreises hier ist Dunkelheit in der Umgebung und innen ist es hell - da an den Rändern treten die Farben auf. Es treten zunächst überhaupt nur die Farben als Randerscheinungen auf und wir haben, indem wir die Farben als Randerscheinungen zeigen, im Grunde das ursprüngliche Phänomen vor uns. Wir haben gar nicht vor uns das ursprüngliche Phänomen, wenn wir nun den Kreis verkleinern und ein kontinuierliches Farbenbild bekommen. Das kontinuierliche Farbenbild entsteht nur dadurch, dass, während beim grossen Kreis die Randfarben eben Randfarben bleiben, setzen sich beim kleinen Kreis vom Rand herein die Farben bis zur Mitte fort, übergreifen sich in der Mitte und bilden, was man ein kontinuierliches Spektrum nennt. Also, die ursprüngliche Erscheinung ist diejenige, dass an den Rändern, wo Helligkeit und Dunkelheit zusammenströmen, Farben auftreten.

Sie sehen, es handelt sich darum, dass wir nicht mit Theorien in die

Tatsachen hineinpfuschen, sondern reinlich bleiben bei einer Studie der bloßen Tatsachen, der bloßen Fakta. Nun handelt es sich darum, dass hier ja nicht nur dasjenige auftritt, was wir in den Farben sehen, sondern Sie haben gesehen: Es tritt hier auch auf eine Verschiebung der ganzen Lichtkegels, eine seitliche Ablenkung des ganzen Lichtkegels. Wenn Sie chematisch diese seitliche Ablenkung verfolgen wollen, so könnten Sie es etwa auf die folgende Weise noch verfolgen.

Nehmen Sie an, Sie fügen zwei Prismen zusammen, sodass dann das untere Prisma, das aber ein Ganzes bildet mit dem oberen, so steht, wie das, was ich Ihnen gestern aufgezeichnet habe. Das obere Prisma steht entgegengesetzt dem unteren. Würden wir durch dieses Doppel - Prisma einen Lichtzylinder durchgehen lassen, so würde ich natürlich müssen etwas Ähnliches bekommen wie gestern, ich würde müssen bekommen eine Ablenkung, das eine Mal nach unten das andere Mal nach oben, ich würde, wenn ich hier ein solches Doppel - Prisma hätte, bekommen eine noch mehr in die Länge gezogene Lichtfigur. Aber zu gleicher Zeit würde sich herausstellen, dass diese noch mehr in die Länge gezogene Lichtfigur sehr undeutlich ist, düster ist. Das würde mir dadurch erklärlich werden, dass ich dass, wenn ich hier die Figur mit einem Schirm auffange, so würde ich von diesem Lichtkreis hier ineinandergeschoben bekommen eine Abbildung. Aber ich könnte den Schirm auch hereinrücken. Ich würde wiederum eine Abbildung bekommen. Das heißt, es gäbe hier eine Strecke, auf der ich immer die Möglichkeit, eine Abbildung zu bekommen, antreffen würde. Sie sehen daraus, dass durch das Doppel - Prisma mit dem Lichte hantiert wird. Das eine, das ich immer finde, ist - nun - , dass ich bekomme immer hier müssen einen roten Rand, und zwar jetzt oben und unten, und in der Mitte violett, sodass ich also jetzt ein solches Bild bekomme: In der Mitte violett und nach aussen einen roten Rand. Während ich sonst bloß bekomme das Bild von Rot bis zur Violett, bekomme ich jetzt die äußeren Ränder rot und in der Mitte violett und dazwischen die anderen Farben. Nun kann man umgehen diese Tatsache, dass hier durch eine gewisse Strecke hindurch Bilder ange troffen werden. Wenn ich den Schirm verschiebe, dann bekomme ich Bilder. Also, ich könnte durch ein solches Doppel - Prisma die Möglichkeit schaffen, dass ein solche Figur entsteht; aber ich würde diese auch bekommen, wenn ich in dieser Richtung den Schirm verschoben würde. Ich habe also eine gewisse Strecke, auf der die Möglichkeit der Entstehung eines Bildes vorhanden

ist, das an den Rändern farbig ist, aber auch in der Mitte farbig ist und allerlei Übergangsfarben hat.

Nun kann man verhindern, dass hier, wenn ich mit dem Schirm auf- und ab gehe, so ein ganz weiter Raum ist, auf dem die Möglichkeit besteht, solche Bilder zu schaffen: aber Sie ahnen wohl, die Möglichkeit könnte nur geschaffen werden, wenn ich das Prisma ändern würde, wenn ich z.B., weil bei einem Prisma, dessen Winkel hier grösser ist, an einer anderen Stelle das Bild entworfen wird, wenn ich den Winkel kleiner machen würde, würde das Bild an einer anderen Stelle entworfen werden und ich würde diese Strecke kleiner bekommen. Ich kann die ganze Sache dadurch zu einer anderen machen, dass ich nun hier nicht ebene Flächen für mein Prisma habe, sondern dass ich von vorn herein gekrümmte Flächen habe. Dadurch wird dasjenige, was beim Prisma noch ausserordentlich schwer zu studieren ist, wesentlich vereinfacht. Und wir bekommen dann folgende Möglichkeit: Wir lassen zunächst durchgehen durch den Raum den Lichtzylinder und jetzt stellen wir die Linse, die also eigentlich nicht anderes ist als ein Doppel-Prisma, aber mit gekrümmten Flächen. Sie stellen wir in den Weg. Statt des Doppel-Prismas stellen wir die Linse in den Weg. Sie sehen, wenn ich die Linse in den Weg stelle, so bekomme ich das Bild zunächst wesentlich verkleinert. Also, was ist denn da eigentlich geschehen? Der ganze Lichtzylinder ist zusammengezogen. Dieses ist der ursprüngliche Durchmesser des Zylinders. Indem ich die Linse in den Weg stelle, bekomme ich den ganzen Lichtzylinder zusammengezogen, verengt. Da haben wir eine neue Wechselwirkung zwischen dem Materiellen, den Materiellen in der Linse, im Glaskörper, und dem durch den Raum gehenden Licht. Diese Linse wirkt so auf das Licht, dass sie den Lichtzylinder zusammenzieht.

Wir wollen uns die ganze Sache einmal schematisch aufzeichnen! Wenn ich hier einen Lichtzylinder habe, von der Seite gezeichnet, ich lasse sein Licht durch die Linse gehen - wir wollen das heute noch ganz roh behandeln - so & roh die Linse gehen - während z.B., wenn ich eine gewöhnliche Glasplatte entgegengesetzt würde, oder wenn ich eine Wasserplatte entgegengesetzt würde, so würde der Lichtzylinder einfach & roh gehen und es würde sich der Schirm eben ein Abbild des Lichtzylinders ergeben. Das ist nicht der Fall, wenn ich nicht eine Glasplatte oder eine Wasserplatte habe, sondern eine Linse. Wenn ich einfach mit den Strichen nachfahre demjenigen, was geschehen ist, so muss ich sagen: Es ist eine Verkleinerung des Bildes, die sich ergeben hat. Also

ist der Lichtzylinder zusammengezogen.

Es gibt noch eine andere Möglichkeit, das ist diese, dass was die Anordnung nachbildet nicht einer solchen Doppel-Prisma, wie ich es dort gezeichnet habe, sondern einer Doppel-Prisma, das so im Durchschnitt gestaltet ist, - oder im Querschnitt - das mit dieser Kante hier die Prismen aneinandersetzen. Dann würde ich allerdings dieselbe Beschreibung, die ich gemacht habe, mit einer wesentlich vergrösserten Kreis bekommen. Wiederum würde ich, indem ich mit dem Schirm auf- und abgehe während einer gewissen Strecke, die Möglichkeit haben, das Bild mehr oder weniger undeutlich zu bekommen. Ich würde hier in diesem Fall oben violett, bläulich haben, unten auch violett blau und erst in der Mitte würde ich rot haben. Dort war es umgekehrt. Und dazwischen die Zwischenfarben.

Ich kann mir wiederum an die Stelle dieses Doppel-Prismas setzen eine Linse mit folgendem Querschnitt:)(. Während diese Linse ihren Querschnitt nach zeigt sich in der Mitte dick und an den Rändern dünn, zeigt sich diese in der Mitte dünn und an den Rändern dick. In diesem Fall bekomme ich auch durch die Linse hier ein Bild, das wesentlich grösser ist, als der gewöhnliche Querschnitt wäre, der von dem Lichtzylinder entstehen würde. Ich bekomme ein vergrössertes Bild, aber auch mit dieser Farbenabstufung an den Rändern und gegen die Mitte zu. Will ich also hier die Erscheinungen verfolgen, so muss ich sagen: Der Lichtzylinder ist auseinandergeweitet worden, er ist im Wesentlichen auseinandergetrieben worden. Das ist das einfache Faktum.

Nun, was sehen wir aus diesen Erscheinungen? Wir sehen aus diesen Erscheinungen, dass eine Beziehung herrscht zwischen dem Materiellen, dass uns zunächst als durchsichtiges Materielles entgegentritt in den Linsen oder Prismen, zwischen diesem Materiellen und demjenigen, was durch das Licht zur Erscheinung kommt. Und wir sehen auch in gewissem Sinn eine gewisse Art dieser Wechselwirkung. Denn gehen wir von demjenigen aus, was wir hier durch eine solche Linse gewinnen würden, die an den Rändern dick, und in der Mitte dünn ist, was uns nun wir uns denn da sagen, wenn wir eine solche Linse vor uns haben? Da müssen wir sagen: Es ist auseinandergetrieben worden der ganze Lichtzylinder: er ist geweitet worden. Und wir sehen auch, wie diese Weitung möglich ist. Diese Weitung kommt ja dadurch zustande, dass das Materielle, durch das das Licht durchgegangen ist, hier dünn ist, hier dicker ist. Da muss das Licht durch mehr Materielles dringen/ als hier in der Mitte, wo es durch weniger Materielles dringt. Was geschieht nun mit dem Lichte? Nun, wir haben

Zur Fortbildung? Trauer & Hilfe werden mit demselben Namen

ja gesagt, es wird geweitet, es wird auseinandergetrieben, wodurch kann es nun auseinandergetrieben werden? Nun, lediglich durch den Umstand, dass es in der Mitte weniger Materie zu passieren hat und an den Rändern mehr. Nun überlegen Sie sich die Sache! In der Mitte hat das Licht weniger Materielles zu passieren, geht also leichter durch, hat also, wenn es durchgegangen ist, auch mehr Kraft. Also es hat hier mehr Kraft, wo es durch weniger Materielles hindurchgeht, als hier, wo es durch mehr Materielles geht. Diese stärkere Kraft in der Mitte, die hervorgerufen wird dadurch, dass das Licht durch weniger Materielles hindurchgeht, die drückt den Lichtzylinder auseinander. Das ist etwas, was Sie sozusagen an den Fakten unmittelbar ablesen können. Ich bitte, sich nur ganz klar darüber zu sein, dass es sich hier handelt um eine richtige Behandlung der Methode, um eine richtige Führung des Denkers. Was muss sich klar sein, wenn man das, was durch das Licht erscheint, mit Linien verfolgt, dass man da eigentlich nur etwas hinzeichnet, was mit dem Lichte nichts zu tun hat. Wenn ich hier die Linien zeichne, dann zeichne ich bloss die Grenzen des Lichtzylinders. Dieser Lichtzylinder wird durch die ⁸⁸ Öffnung bewirkt. Ich zeichne also gar nichts, was mit dem Lichte nichts zu tun hat, sondern nur etwas, was hervorgerufen wird dadurch, dass das Licht durch den Spalt geht. Und wenn ich hier sage: In dieser Richtung bewegt sich das Licht so hat das wiederum mit dem Lichte nichts zu tun: Dann würde ich die Lichtquelle hinaufschieben, so würde sich eben das Licht, wenn es durch den Spalt fallen würde, so bewegen, und ich müsste diese Pfeilrichtung so zeichnen. Das alles hätte mit dem Lichte als solchem nichts zu tun. Dieses Zeichnen von Linien in das Licht hinein ist nur gewohnt worden zu vollziehen und dadurch ist man allzählich darauf gekommen, von den Lichtstrahlen zu reden. Was hat es nirgends mit Lichtstrahlen zu tun: man hat es zu tun mit einer Lichtkegel, der hervorgerufen ist durch einen Spalt, durch den man das Licht dringen lässt. Was hat es zu tun mit einer Verbreiterung des Lichtkegels, und man muss sagen: Irgendso muss die Verbreiterung des Lichtkegels zusammenhängen mit dem geringeren Weg hier in der Mitte, das das Licht macht, als hier an Rande. Durch den geringeren Weg hier in der Mitte behält es mehr Kraft, durch den längeren Weg an Rande wird ihm mehr Kraft genommen. Das schwächere Licht an Rande wird gedrückt durch das stärkere Licht in der Mitte und so wird der Lichtkegel verbreitert. Das ist, was Sie ablesen können.

Nun sehen Sie: Während man es eigentlich nur zu tun hat mit Bildern, redet man in der Physik von allem Möglichen, von den Lichtstrahlen und dergl.

Diese Lichtstrahlen, die sind nun eigentlich zum Untergrund gerade für das materialistische Denken auf diesem Gebiet gewesen. Wir wollen, um das noch etwas anschaulicher zu machen, was ich eben auseinandergesetzt habe, etwas anderes noch betrachten. Nehmen wir an, wir haben hier eine kleine, ein kleines Gefäß. Wir haben hier in diesem kleinen Gefäß eine Flüssigkeit - sagen wir - z.B. Wasser und da unten irgend einen Gegenstand liegen, reinetwegen einen Faler oder dergleichen. Wenn ich hier ein Auge habe, so kann ich folgendes Experiment machen: Ich kann zunächst das Wasser weglassen und kann auf diesen Gegenstand sehen mit dem Auge, so werde ich in dieser Richtung den Gegenstand sehen. Was ist der Tatbestand? Ich habe auf dem Boden eines Gefäßes liegen einen Gegenstand. Ich gucke hin und sehe in einer gewissen Richtung diesen Gegenstand. Das ist der einfache Tatbestand. Wenn ich anfange nun zu reizen: von diesem Gegenstand geht ein Lichtstrahl aus, der wird in das Auge geschickt und affiziert das Auge, dann meine lieben Freunde, phantasieren ich schon alles Mögliche dazu. Man fülle ich bis hier her das Gefäß mit Wasser oder irgend einer Flüssigkeit an. Nun stellt sich etwas ganz Besonderes heraus. Ich ziehe dieselbe Richtung, in der ich früher den Gegenstand habe, von Auge zum Gegenstand hin, ich stecke, gucke nach der Richtung, in der ich früher geguckt habe. Ich könnte erwarten, dasselbe zu sehen, wie es aber nicht, sondern etwas höchst Merkwürdiges tritt ein. Ich sehe den Gegenstand etwas gehoben. Ich sehe ihn so, dass er mit dem ganzen Boden in die Höhe gehoben wird. Wie man das feststellen, ich meine wissen kann, darüber können wir ja noch sprechen. Ich will jetzt nur das Prinzipielle sagen. Worauf kann das nur beruhen, wenn ich mir die Frage beantworte nach dem reinen Tatbestand? Nun, ich erwarte: wenn ich früher so gesehen habe, den Gegenstand wiederum in der Richtung zu finden. Ich richte das Auge darauf hin, aber ich sehe ihn nicht in der Richtung, ich sehe ihn in der anderen Richtung. Ja früher, als noch kein Wasser in dem Trug war, da konnte ich bis zu dem Boden direkt hinuntersehen und zwischen meinem Auge und dem Boden war nur die Luft. Jetzt steht meine Visierlinie hier auf dem Wasser. Das ist meine Sehkraft nicht nur einfach durch die die Luft, sondern es ist ihr stärkerer Widerstand entgegen und ich ziehe vor dem stärkeren Widerstand zurückweichen. Dieses Zurückweichen drückt viel darüber aus, dass ich nicht die unten sehe, sondern dass das Ganze gehoben erscheint. Ich sehe gewissermaßen schwerer durch das Wasser als durch die Luft, überwinde den Widerstand des Wassers schwerer als den der Luft. Dabei muss ich die Kraft

verkürzen, siehe also selbst den Gegenstand herauf. Ich verkürze die Kraft dadurch, dass ich den stärkeren Widerstand finde. Würde ich in der Lage sein den Boden des Gefäßes zu senken und hier ein Gas hineinzufüllen, das dünner wäre als die Luft, dann würde der Gegenstand sich hier senken, weil ich jetzt weniger Widerstand fände. Ich würde daher den Gegenstand hinunterschieben. Der Physiker konstatiert nicht die en Tatbestand, sondern er sagt: Nun ja, da wird ein Lichtstrahl geworfen bis zu der Oberfläche des Wassers. Dieser Lichtstrahl wird hier gebrochen und weil ein Übergang stattfindet zwischen einem dichteren Medium und einem dünneren, wird der Lichtstrahl von Einfallslot gebrochen, kommt hier in das Auge und jetzt sagt er etwas höchst Kurioses: aber das Auge, das, nachdem es die Nachricht bekommen hat durch den Lichtstrahl, das verlängert jetzt den Weg nach aussen und projiziert den Gegenstand an diese Stelle hin. Das heisst: man findet alle möglichen Begriffe, aber man rechnet nicht mit dem, was da ist, mit dem Widerstand, den die Visierkraft des Auges selber findet in dem Dichteren, in das sie eindringen muss. Man möchte gewissermassen alles weglassen und dem Licht allein selbst zuschieben, so wie man hier beim Prisma sagt: Das Prisma macht gar nichts, sondern die sieben Farben sind schon im Lichte drinnen. Das Prisma gibt nur die Veranlassung, dass sie sich hübsch nebeneinander hinstellen wie Soldaten, die sieben Farben; aber dadrinnen sind schon diese sieben unartigen Buben zusammen, die gezwungen werden, aneinanderzutreten. Das Prisma macht gar nichts davon. Wir haben gesehen: Gerade dasjenige, was im Prisma entsteht, dieser getrühte Keim ist es, der die Farben verursacht. Die Farben selber haben gar nichts mit dem Lichte selber zu tun. Und Sie sehen hier wiederum, während wir hier uns klar sein müssen, dass wir eine aktive Tätigkeit ausüben, mit dem Auge hinvisieren und einen stärkeren Widerstand im Wasser finden dadurch gezwungen sind, die Visierlinie abzukürzen durch den stärkeren Widerstand, sagt der Physiker: Da werden Lichtstrahlen geworfen, die werden gebrochen usw. usw. Und dann das Allerschönste gerade an dieser Stelle, v.l. Fr.! Sehen Sie der Physiker sagt, der hertige Physiker: Da wird also zunächst das Licht ins Auge auf gebrochener Wege gelangen, dann projiziert das Auge das Bild nach aussen. Was heisst das? Zum Schlusse sagt er doch: Das Auge projiziert. Er setzt nur eine phoronomische Vorstellung, eine von allen Realitäten verlassene Vorstellung, eine reine Phantasiätätigkeit an Stelle dessen, was sich unmittelbar darbietet: der Widerstand des dichteren Wassers gegen die Visierkraft des Auges. Gerade an solchen Punkten merken Sie am allerdeutlichsten,

sie alles gerade in unserer Physik verabstrahiert ist, wie alles zur Photo-
nomie gemacht werden soll, wie man nicht will in die Qualitäten hineingehen.
Auf der einen Seite also entkleidet man das Auge jeder Aktivität - von
den Gegenständen gehen die Lichtstrahlen aus, gelangen in das Auge -, auf der
anderen Seite aber wieder projiziert das Auge dasjenige, was es als Reiz
bekommt nach aussen. Dasjenige aber, was nötig ist, ist, dass man von vorne
herein von der Aktivität des Auges ausgeht, dass man sich klar ist: das
Auge ist ein tätiger Organismus.

Nun sehen Sie, hier haben wir ein Modell des Auges und wir werden heute
beginnen, uns zunächst auch ein wenig zu befassen mit dem Wesen des menschliche
en Auges. Das Auge, das menschliche Auge ist ja eine Art Kugel, nur von vorne
nach hinten etwas zusammengedrückt, eine Kugel, die hier in der Knochenhöhle
beispielsweise so, dass eine Reihe von Häuten zunächst das Innere dieses Auges
umgibt. Wenn ich den Durchschnitt zeichnen will, so müsste ich das so zeich-
nen: ich zeichne Ihnen das Auge jetzt so auf: sehen Sie, wenn Sie das Auge
so anschauen wie das Ihre Nachbars, so sehen Sie in die Pupille; ich zeich-
ne aber das Auge so von der Seite. Es ist übrigens gleich. Ich will den
Durchschnitt zeichnen. Das, was ich jetzt zeichne, wäre das rechte Auge und es
müsste ja eben so gehalten werden. Das Äusserste, was man zunächst findet, wenn
man das Auge etwa aus dem Schädel herauspräparieren würde, das wäre Bindegewe-
be, Fett. Dann aber kommt man zu der eigentlichen ersten Umhüllung des
Auges, der sogenannten Sclerotica, Hornhaut. Sehlig, knochig, knorpelig ist die
äusserste Umhüllung. Ich habe sie hier gezeichnet. Sie wird nach vorne durch-
sichtig. Sie sehen hier, sie wird nach vorne durchsichtig, sodass das Licht
von hier aus in das Auge eindringen kann. Eine zweite Schichte, die den Innen-
raum hier ankleidet, ist die sogenannte Adernhaut. Sie enthält die Blutge-
fässe. Wir würden sie etwa hier haben. Und als Drittes würden wir bekommen
die innerste Schichte, die sogenannte Netzhaut, die sich dann nach dem Schädel
zu in den Sehnerv fortsetzt. Hier also würde der Sehnerv nach innen gehen,
würde bilden die Netzhaut. Und damit haben wir die drei Umhüllungen des Auges
aufgezählt. Nun aber, hinter dieser Hornhaut eingebettet in den Ciliarmuskel
ist eine Art Linse. Sie wird hier durch einen Muskel, den man den Ciliarmuskel
nennt, getragen. Nach vorne ist hier die durchsichtige Hornhaut und zwischen
der Linse und ihr ist dasjenige, was man die wässrige Flüssigkeit nennt, sodass
wenn das Licht in das Auge eindringt, es erst die durchsichtige Hornhaut
passiert, die wässrige Flüssigkeit passiert, dann durch diese Linse geht, die

in sich beweglich ist durch Muskeln, dann aber gelangt das Licht weiter von dieser Linse aus in dasjenige, was nun ausfüllt den ganzen Augerraum und was man gewöhnlich den Glaskörper nennt. Sodann das Licht also geht durch die durchsichtige Hornhaut, die Flüssigkeit, die Linse selbst, den Glaskörper und von da dann an die Netzhaut, die eine Verzweigung ist des Sehnervs, der dann ins Gehirn geht. Das sind zunächst schematisch - wir wollen zunächst das Prinzipielle und von Augen stellen - schematisch diejenigen Dinge, die uns veranschaulichen können, was dieses Auge, das da in eine Höhle der Schädelknochen eingebettet ist, für Teile hat. Aber dieses Auge zeigt außerordentlich große Merkwürdigkeiten. Zunächst, wenn wir studieren die Flüssigkeit, die da ist zwischen der Linse und der Hornhaut, durch die das Licht durchgehen muss, so ist diese Flüssigkeit ihrem Gehalte nach fast eine richtige Flüssigkeit, fast eine äussere Flüssigkeit. An der Stelle, wo der Mensch seine Augensflüssigkeit hat, zwischen der Linse und der äusseren Hornhaut, ist der Mensch seiner Leiblichkeit nach ganz so, gerassemassen, wie ein Stück Aussenvelt. Es ist fast so, dass diese Flüssigkeit, die da ist in der äusseren Peripherie des Auges, kann sich unterscheiden von einer Flüssigkeit, die ich mir hier auf die Hand schütten würde. Und das, was hier die Linse ist, diese Linse, das ist auch noch etwas sehr, sehr Objektives, sehr, sehr Unlebendiges. Denn ich dagegen an den Glaskörper über, der das Innere des Auges ausfüllt, und an die Netzhaut grenzt, so kann ich diesen Glaskörper keineswegs so betrachten, dass ich sage: Das ist auch etwas, was fast wie eine äussere Flüssigkeit oder ein äusserer Körper ist. Dadrinnen ist schon Vitalität, da ist Leben, sodass, je weiter wir zurückgehen ins Auge, desto mehr kriegen wir heran an das Leben. Hier haben wir eine Flüssigkeit, die fast ganz objektiv äusserlich ist, die Linse ist auch noch äusserlich; aber beim Glaskörper stehen wir schon innerhalb eines Gebildes, das in sich Vitalität hat. Dieser Unterschied zwischen all dem, was da draussen ist, und dem, was da drinnen ist, der zeigt sich auch in etwas anderem. Auch das könnte man schon heute naturwissenschaftlich studieren. Wenn man nämlich die Bildung des Auges kooperativ von der niederen Tierreihe verfolgt, so findet man, dass bei jeder, die äusserer Flüssigkeitskörper ist die Linse, das die nicht von innen heraus wächst, sondern dass sich das ansetzt, indem sie die umliegende Zellen ansetzt. Also ich stelle mir die Bildung der Linse so vor, dass die Linse entsteht durch die vordere Augensflüssigkeit, während beim Innern die Netzhautorganen sich nicht von innen heraus, während beim Innern

das so ist, dass der Glaskörper entgegenwächst. Sehen Sie, da haben wir das Merkwürdige: Hier wirkt die Natur des äusseren Lichtes und bewirkt jene Umwandlung, die Flüssigkeit und Linse hervorbringt. Auf das reagiert das Weisse von innen und schiebt ihm ein Lebendigeres, ein Vitaleres entgegen, den Glaskörper. Gerade im Auge treffen sich die Bildungen, die von aussen angeregt werden, und diejenigen, die von innen aus angeregt werden, in einer ganz merkwürdigen Weise. Das ist die nächst Eigentümlichkeit des Auges.

Es gibt noch eine andere. Es gibt die Eigentümlichkeit des Auges, die darinnen besteht, dass diese sich ausbreitende Netzhaut eigentlich der sich ausbreitende Sehnerv ist. Nun besteht gerade just die Eigentümlichkeit - ich werde morgen versuchen ein Experiment zu zeigen, das dieses bekräftigt - die Eigentümlichkeit, dass hier, wo der Sehnerv eintritt, das Auge unempfindlich ist. Da ist es blind. Es brüdet sich dann der Sehnerv aus und an einer Stelle, die also hier für das rechte Auge etwas rechts liegt von der Eintrittsstelle, ist die Netzhaut am empfindlichsten. Man kann nur sagen: der Nerv ist dasjenige was das Licht empfindet, aber er empfindet das Licht just nicht da, wo er eintritt. Man sollte glauben, wenn der Nerv wirklich das wäre, was das Licht empfindet, dann müsste er am stärksten es empfinden da, wo er eintritt. Das tut er aber nicht. Das bitte ich im Auge zunächst zu behalten.

Nun, dass diese Einrichtung des Auges eine ausserordentlich - ich möchte sagen - von Weisheit der Natur erfüllte ist, das können Sie etwa aus dem Folgenden entnehmen: Wenn Sie so des Tags über so die Gegenstände um sich herum beschauen, ja, dann finden Sie, dass die Gegenstände Ihnen, soweit Ihre Augen gesund sind, erscheinen mehr oder weniger scharf, aber so, dass die Schärfe, die Deutlichkeit für Ihre Orientierung genügt; wenn Sie aber des Morgens aufwachen, da sehen Sie manchmal sehr undeutlich die Ränder der Gegenstände, da sehen Sie diese so wie mit einer kleinen Nebel umgeben. Wenn das ein Kreis ist, sehen Sie da etwas herum wie etwas Undeutliches, wenn Sie des Morgens gerade aufgewacht sind. Worauf beruht denn das? Das beruht darauf, dass wir dreierlei in unserem Auge haben, zunächst den Glaskörper - wir sollen sogar nur auf zweierlei Rücksicht nehmen - den Glaskörper und die Linse. Sie haben, wie wir gesehen haben, ganz verschiedenen Ursprung. Die Linse ist mehr von aussen gebildet, der Glaskörper mehr von innen; die Linse ist mehr unlebendig, der Glaskörper von Vitalität durchzogen. In dem Augenblick, wo wir aufwachen, sind beide einander noch nicht angepasst. Der Glas-

körper

will das noch die Gegenstände so abbilden, wie er es kann, und die Linse so, wie sie es kann. Und wir müssen erst warten, bis sie sich gegenseitig einstellt und wie die Wirkung des organischen darauf beruht, dass zunächst differenziert wird in Linse und Glaskörper die Tätigkeit und dann die Tätigkeit wiederum aus den differenzierten zusammengesetzt wird. Da muss sich dann das Eine an das andere anpassen.

Sie wollen aus allen diesen Dingen versuchen, nach und nach darauf zu kommen, wie sich aus dem Wechselverhältnis des Auges und der Aussenwelt die farbenbunte Welt ergibt. Zu diesem Zweck, um dann morgen daran anknüpfen zu können Betrachtungen über diese Beziehungen des Auges zur Aussenwelt, wollen wir uns noch folgendes Experiment vor Augen führen:

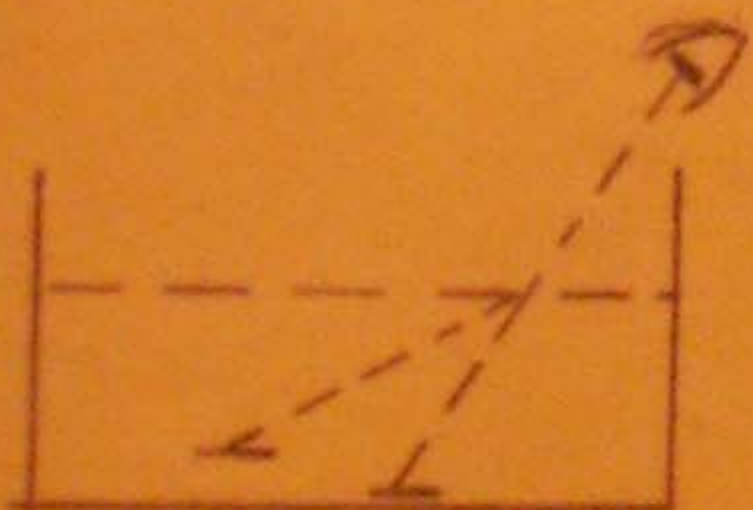
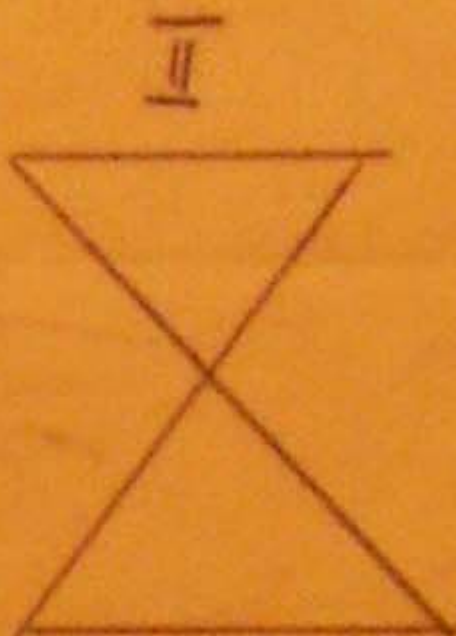
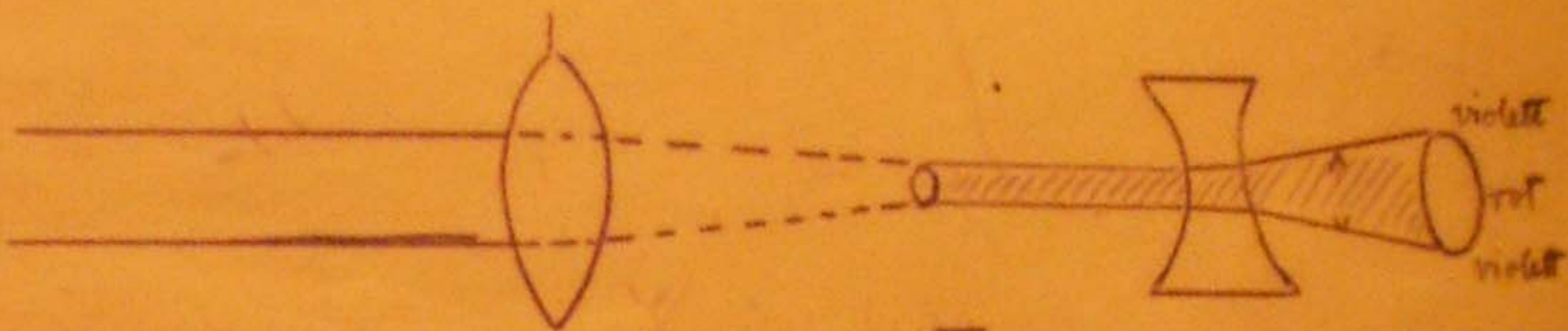
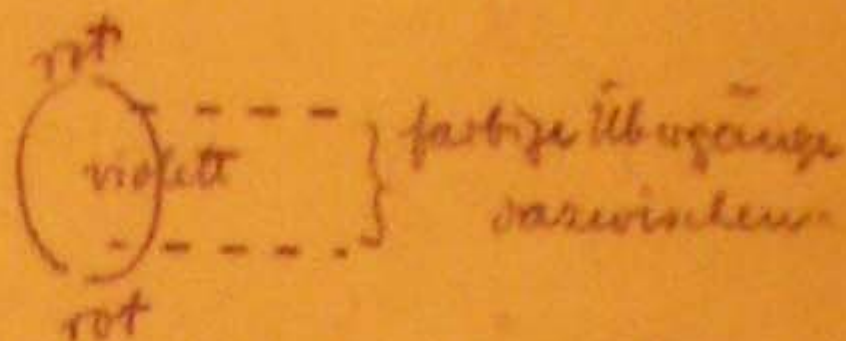
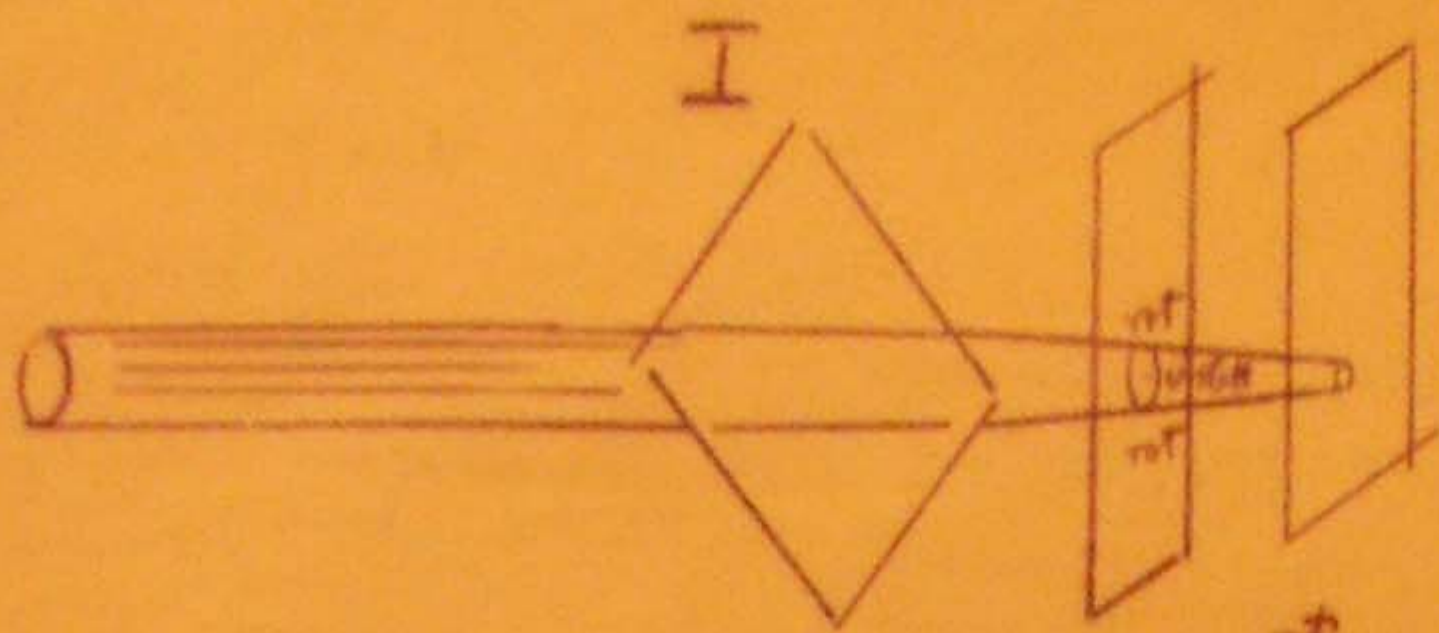
Sehen Sie, ich habe hier eine Scheibe so bestrichen, dass ich sie bestrichen habe mit den Farben, die uns vorhin als Regenbogenfarben, violett, indigo, blau, grün, gelb, orange, rot vor Augen getreten sind. Wenn Sie dieses Rad hier anschauen, so sehen Sie diese sieben Farben - ich habe es so gut als es eben geht mit diesen Farben. Nun werden wir zuerst die Scheibe drehen. Sie sehen noch immer nur eben in Bewegung die sieben Farben und ich kann ziemlich stark drehen, und Sie sehen in Bewegung die sieben Farben. Nun werde ich aber recht schnell die Scheibe zur Rotierung bringen. Sie sehen, wenn die Sache stark genug rotiert, so sehen Sie nicht mehr die Farben, sondern Sie sehen, ich glaube, ein einfarbiges Grau. Nicht wahr? Oder haben Sie etwas anderes gesehen? („Lila“, „rötlich“). Ja das ist nur aus dem Grunde, weil das Rot etwas zu stark ist gegenüber den anderen Farben. Ich habe zwar versucht, die Stärke durch den Raum auszugleichen; aber Sie würden, wenn die Anordnung ganz richtig wäre, eigentlich ein einfarbiges Grau sehen. Sie wissen uns dann fragen: Warum erscheinen uns diese sieben Farben in einfarbigem Grau? Diese Frage wollen wir morgen beantworten. Heute wollen wir nur noch feststellen, was die moderne Physik sagt. Sie sagt - hat es schon zu Goethes Zeiten gesagt -: Da habe ich die Regenbogenfarben rot orange gelb, grün, blau, indigo, violett, jetzt bringe ich die Scheibe in Rotierung. Dadurch wirkt der Lichteindruck nicht zur Geltung in Auge, sondern wenn ich hier das Rot eben gesehen habe, dann ist von mir die nächste Rotierung schon das Orange da und wenn ich das Orange gesehen habe, schon das Gelb usw. usw. und dann wieder ich noch die übrigen Farben habe, ich sehe wieder das Rot da. Dadurch habe ich alle Farben zu gleicher Zeit. Es ist der Rhythmus von Rot

noch nicht vorüber, wenn das Violett kommt. Dadurch setzt man für das Auge die sieben Farben zusammen und das muss wiederum weiss geben. Dieses war auch die Lehre zu Zeiten Goethes. Goethe hat das als Lehre empfangen: wenn man den Farbkreis el macht, ihn rasch rotieren lässt, dann werden die sieben Farben, die so artig gewesen sind, auseinanderzutreten aus dem Lichtzylinder, die werden sich wieder vereinigen im Auge selbst. Aber Goethe hat niemals ein Weiss gesehen, sondern er hat gesagt: Es kommt niemals etwas anderes zu Stande als ein Grau. Allerdings, die neueren Physikbücher finden auch, dass auch ein Grau zu Stande kommt; aber damit die Geschichte noch weiss wird, so raten sie, man soll in der Mitte einen schwarzen Kontrastkreis machen, dann wird das Grau im Kontrast weiss erscheinen. Also, Sie sehen, in einer neuen Weise wird das gemacht. Manche Leute machen es mit „fortune“, die Physiker eher mit „nature“, so wird die Natur korrigiert. Das findet überhaupt bei einer Anzahl der fundamentalsten Tatsachen statt, dass die Natur korrigiert wird.

Sie sehen, ich suche so vorzugehen, dass die Basis geschaffen wird. Wir werden gerade, wenn wir eine richtige Basis schaffen für alle anderen Gebiete die Möglichkeit bekommen, vorwärts zu kommen.

=0=

Skizzen zum 3. Vortrag



IV.

