

Bequemlichkeitsgründe, teils, wie auch bei der Dichtezahl für Gase, auf theoretische Gründe (Beziehungen zum Molekulargewicht) stützen. Um aber den Begriff 3 als unbenannte Zahl von den Quotienten 1 und 2 streng zu unterscheiden, wird dafür die Benennung Dichtezahl (Dichte-verhältnis) vorgeschlagen.

Entwurf XV: Formelzeichen des AEF. Liste C.

Nr.	Größe	Zeichen
1	Energie	W
2	Periodendauer	T
3	Kreisfrequenz	ω
4	Frequenz (bei Wechselstrom)	f
5	Spezifischer Widerstand	ρ
6	Leitwert	G
7	Elektrostatistische Induktion	D
8	Dielektrizitätskonstante	ϵ
9	Gegeninduktivität	M
10	Magnetischer Fluß	Φ

(Schluß folgt.)

Narkose im Pflanzenreich.

Von Dr. Alfred Heilbronn, Münster i. W.

Unter Narkose im allgemeinen verstehen wir einen Zustand, in dem einzelne Lebensfunktionen unterbunden sind, andere nicht. Speziell auf den Menschen angewendet, bedeutet die Narkose einen Zustand herabgesetzter Erregbarkeit des Zentralnervensystems. Die Substanzen, durch welche sich dieser herbeiführen läßt, nennen wir Narkotika. Ihre Wirkung auf den Organismus ist aber meist keine einheitliche. Sie besteht nicht nur in der Herbeiführung der Narkose, sondern zeitigt einen ganzen Komplex von Erscheinungen. Welche von diesen gerade hervortreten, das hängt einmal von der Dosis ab, in der das Narkotikum zugeführt wird, und weiter von der Zeitdauer der Einwirkung. Für die Mehrzahl der Narkotika gilt die Regel, daß sie in geringeren Dosen eine Steigerung, in stärkeren eine Hemmung vitaler Prozesse herbeiführen. Ein alt bekanntes Beispiel wäre die Wirkung des Alkohols auf den Menschen. Seine große Beliebtheit als Genußmittel verdankt er gerade seiner Fähigkeit, in geringen Dosen unter Steigerung der Erregbarkeit einen Zustand von Euphorie herbeizuführen, den Zustand, welcher die Erholung nach großen vorhergegangenen physischen oder psychischen Anstrengungen begünstigt, den Zustand, welcher durch Beseitigung hemmender Einflüsse gewisse Arten geistiger Produktivität erleichtert, die Phantasie belebt (nach *Tappeiner*, Arzneimittellehre).

Wir werden in der Folge sehen, daß analoge Wirkungen — freilich in primitiverer Ausdrucksform — auch im Pflanzenreich zu verzeichnen sind.

Sucht man nach gemeinsamen chemischen oder physikalischen Merkmalen der Körper, welche narkotische Wirkung zu entfalten vermögen, so erlebt man eine Enttäuschung, insofern nämlich, als es keine Eigenschaft gibt, die wirklich allen Narkotika gemeinsam zukäme. Die Mehrzahl der Narkotika zeichnet sich durch leichte Flüchtigkeit und intensiven Geruch aus, fast alle lösen sich in Lipoiden (Fettsubstanzen), vielleicht ist leichtes Durchdringen des lebenden Plasmas ein allen gemeinsamer Zug.

Die Arzneimittellehre unterscheidet Hypnotika und Anästhetika. Diese Trennung nach der Wirkungsweise hat natürlich für die Pflanzenphysiologie geringeren Wert, obwohl wir auch hier totale Narkose und Anästhesie unterscheiden könnten. Dann wäre der Begriff der Anästhesie der Pflanzen für einen Zustand umzudeuten, in welchem die Erregbarkeit des ganzen Organismus oder einzelner Organe durch einen oder mehrere bestimmte Reize unterbunden wird, wohingegen von Narkose dann zu sprechen wäre, wenn die Gesamterregbarkeit herabgesetzt beziehungsweise vorübergehend ausgelöscht und auch die Reaktionsfähigkeit transitorisch unterbunden ist¹⁾.

Sehr schwierig ist die Unterscheidung zwischen Narkotika und Giften, weil alle Narkotika in höheren Dosen und bei längerer Einwirkung giftig sind. Übrigens ist auch im Pflanzenreich die Giftigkeit für verschiedene Arten verschieden groß, ja, selbst unter den Vertretern einer Spezies gibt es mehr oder minder empfindliche Rassen. Auch eine Gewöhnung an Narkotika kann man erzielen, so daß also bei längerer Verabreichung des gleichen Narkotikums allmählich immer höhere Dosen vertragen werden können.

Die Zahl der Narkotika ist sehr groß. Ich erinnere an die bekanntesten: Äther, Chloroform und Alkohol. Aber auch Benzol, Xylol, Benzin sind Flüssigkeiten, die narkotische Wirkungen zu entfalten vermögen. Unter den Gasen wirken die Kohlenwasserstoffe des Leuchtgases, Blausäure, Ammoniak, sogar Kohlensäure, bei genügendem Partialdruck, narkotisch. Von festen Körpern nenne ich Chloralhydrat und vor allem viele Alkaloide (als Anästhetika!), ja, selbst anorganische Salze, Verbindungen des Calciums, können anästhesierend wirken.

Außer der durch die eben genannten Substanzen herbeiführbaren möchte ich noch eine andere Form der Narkose, die ich als Autonarkose bezeichne, erwähnen. Sie tritt dann ein, wenn ein pflanzlicher Organismus in sauerstoffarmer Atmosphäre sich befindet. Sie äußert sich bei vorübergehend zu hohen und zu niedrigen Temperaturen. Vielleicht gehört auch die oben erwähnte Kohlensäurenarkose in diese Gruppe. Man muß

¹⁾ Man beachte den Unterschied zwischen Erregbarkeit des ganzen Organismus und Gesamterregbarkeit des Organismus; die erstere bezieht sich auf einen oder mehrere, die letztere auf sämtliche Reize, welche überhaupt auf den ganzen Organismus wirken können.

sich wohl vorstellen, daß unter den letztgenannten abnormen Bedingungen im Stoffwechsel der Pflanze narkotische Substanzen entstehen, so wie das ja bei der intramolekularen Atmung sogar bekannt ist, bei welcher wohl sicher vorübergehend Alkohol gebildet wird.

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen wollen wir im folgenden die einzelnen physiologischen Funktionen des pflanzlichen Organismus betrachten und untersuchen, in welcher Weise dieselben von den Narkotika beeinflußt werden.

Daß die *Atmung* bei sechsstündiger Narkose gesteigert wird, hat *Zaleski* an Zwiebeln gezeigt. Bei längerer Einwirkung wird sie herabgesetzt. Eine praktische Anwendung der Atmungssteigerung sehen wir wahrscheinlich in dem Johannsen'schen Ätherverfahren beim Frühtreiben. Es handelt sich hier natürlich nicht nur um Steigerung der Atmung, sondern, wenn auch vielleicht indirekt, um *Wachstumssteigerung*: 12 bis 48 Stunden dauernde Narkose kürzt bei verschiedenen Pflanzen die Ruhezeit um 6 bis 8 Wochen ab. Dabei entfaltet das Narkotikum seine Wirkung nur in der Vor- und Nachruhe, nicht in der Mittelruhe. In beiden Perioden findet ein Kampf zwischen Wachstumsbetätigung und Wachstumshemmung statt. Der Äther begünstigt den ersteren Prozeß, daher die erzielte Wirkung. Diese Erscheinung hat ein Analogon im Tierreich: auch bei Insekteneiern und Schmetterlingspuppen wird die Ruhezeit durch Ätherwirkung abgekürzt (*Fischer*). Einen ähnlichen Erfolg wie beim Frühtreiben von winterruhenden Zweigen erzielt man bei eben gereiften, noch in der Vorruhe befindlichen Gerstenkörnern. Sie lassen sich noch in der Mutterpflanze zum Austreiben bringen: ein Fall experimentell erzeugter Viviparie.

Die *Gärung* soll nach *Claude Bernard* durch Narkotika vollständig aufgehoben werden. Doch ist dieses Resultat sehr erstaunlich und bedarf jedenfalls exakter Nachprüfung, weil nicht auszudenken ist, woher die Gärungsorganismen aus ihre Lebensenergie beziehen sollten. Vielleicht wird die typische Gärung nur durch einen noch weniger weit gehenden und deshalb schwerer nachweisbaren Oxydationsprozeß ersetzt.

Sicher aufgehoben wird vorübergehend die *Assimilation*, bei der Alge *Spirogyra* sowohl wie bei höheren Pflanzen. Diese Hemmung ist wohl nur ein spezieller Fall der ganz allgemein antikatalysatorischen Wirkung vieler Narkotika, d. h. ihrer Fähigkeit, chemische Prozesse, die durch einen Katalysator vermittelt werden, zu verzögern. Dies mag seinen Grund in den Änderungen der Oberflächenspannungsverhältnisse in narkotischer Atmosphäre haben.

Für die *Transpiration* liegen die Verhältnisse etwas komplizierter. Schwach narkotisierte Blätter transpirieren im Lichte stärker, im Dunkeln schwächer als normale. *Jumelle* gibt dafür folgende Erklärung: durch das Narkotikum werde die Assimilation sistiert, infolgedessen könne die

ganze Energie der vom Chlorophyll absorbierten Lichtstrahlen zur Transpiration verwandt werden. Diese Vorstellung begegnet doch recht erheblichen Schwierigkeiten. Voraussetzung dafür wäre, daß den Chlorophyllkörnern die Fähigkeit zukäme, die aufgenommene Lichtenergie je nach Bedarf in chemische Energie oder in Wärme umzuwandeln, denn diese letztere Form müßten wir schließlich für gesteigerte Transpiration verantwortlich machen. Nun hat aber weiterhin *Dixon* gezeigt, daß die Verdunstung selbst freier Wasseroberflächen durch Anwesenheit von Narkotika in der Luft herabgesetzt wird. Folglich ist klar, daß dieses rein physikalische Gesetz notwendigerweise auch das Geschehen im Organismus beherrschen muß. Deshalb müßte im Lichte entweder das Narkotikum vom Organismus rascher zerstört, vielleicht oxydiert werden, so daß also seine Konzentration sänke, oder aber es müßten, wie wohl auch *Jumelle* meint, dem Organismus im Lichte größere energetische Hilfsmittel zum Zwecke gesteigerter Transpiration zur Verfügung stehen. Die Beobachtung von *Josing*, daß die Plasmaströmung durch Narkotika im Lichte eine Steigerung, im Dunkeln eine Hemmung erfährt, zeigt uns die Richtung, in welcher die Erklärung des *Jumelle*'schen Phänomens zu suchen sein könnte. Es erscheint wahrscheinlich, daß der bei der Assimilation gebildete Sauerstoff in statu nascendi eine lebhaftere Verbrennung des Narkotikums bewirkt. Dadurch wird zweierlei erreicht: erstens die baldige Vernichtung des Narkotikums und zweitens werden relativ große Betriebskräfte gewonnen. Die meisten Narkotika stellen ja leicht oxydierbare und dabei große Wärmemengen liefernde Verbindungen (Alkohol, Äther!) dar.

Narkotische Transpirationshemmung wurde übrigens sogar unter ganz natürlichen Verhältnissen beobachtet an Flieder und Goldregenzweigen, sobald sich dieselben in einer Luft befanden, die von den Atmungsprodukten der *Artemisia absinthium* erfüllt war. *Dixon* erklärt allerdings diese Erscheinung als Folge des Eindringens ätherischen Öles in die Interzellularen, während *Burgerstein* die durch die Dämpfe des ätherischen Öls herabgesetzte Diathermansie für die Transpirationshemmung verantwortlich machen will.

Die *Ableitung der Assimilate* aus narkotisierten keimenden Samen wird ausgeschaltet; durch narkotisierte Blattstiele oder Stengelstücke vermögen Assimilate nicht hindurchtransportiert zu werden. Das ist ein weiterer Beweis für die ohnehin nicht zweifelhafte Anschauung, daß zur Ableitung assimilierter Substanzen die Mitwirkung des lebenden Plasmas unumgänglich nötig ist. Die hydrolytischen Prozesse aber, wie z. B. die Auflösung der Stärke, gehen weiter. Die natürliche Folge hiervon ist eine Anhäufung osmotisch wirksamer Substanzen, wie Zucker, Asparagin u. dergl. Damit ist notwendigerweise eine Steigerung des osmotischen Druckes verknüpft, und diese führt ihrerseits zu Wucherungen. Dabei ist

von besonderem Interesse, daß das Wachstum eine Verschiebung erleidet. Das Längenwachstum wird gestaut, gleichzeitig das Dickenwachstum gefördert. All das gilt wieder nur für schwächere Dosen. Bei stärkerer Narkose wird jegliches Wachstum sistiert.

Wie die Stoffableitung, so erfahren auch die mit ihr in ihrer Mechanik verwandten sekretorischen Funktionen Störungen; bei den Organismen, deren Bewegungen auf Ausscheidung von Sekreten zurückzuführen sind, werden diese, so bei den Oscillarien und Diatomeen, gehemmt.

Die Kerne narkotisierter Pflanzenorgane erfahren mannigfache Veränderungen: Vakuolenbildung ist häufig, selbst die Chromosomen erscheinen zuweilen vakuolisiert. Die Teilungen verlaufen anormal, häufig ohne Wandbildung. So entstehen mehrkernige Zellen (*Tradescantia*). Die komplizierte Karyokinese wird ersetzt durch die (wohl primitivere) Amitose (*Spirogyra*), oder in anderen Fällen treten selbst wiederholte Chromosomenspaltungen ohne Kernteilung auf, und es entstehen didiploide, ja selbst tetradiploide Kerne. Auch Kernverschmelzungen wurden beobachtet (Pollen der Lärche).

Was die narkotische Beeinflussung der Plasmaströmung anbelangt, so wurde schon oben der Josingschen Beobachtungen gedacht, nach denen im Licht eine Steigerung, im Dunkeln eine Hemmung der Strömung erfolgt. Auch eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens wurde zu geben versucht. Daß starke narkotische Dosen eine Strömung ganz vereiteln, erscheint ohne weiteres selbstverständlich; allein es ist schwierig zu sagen, ob hier eine primäre oder eine sekundäre Wirkung des Narkotikums auf die lebende Substanz vorliegt. Von einer primären Wirkung müßten wir sprechen, wenn das Narkotikum den Strömungsprozeß selbst hemmt, indem es beispielsweise die Viskosität des Plasmas so weit steigerte, daß die vorhandenen energetischen Hilfsmittel die zähe Masse zu bewegen nicht mehr imstande wären. Eine sekundäre Wirkung wäre dann gegeben, wenn die Herabsetzung der Sensibilität die Erregung durch äußere, strömungsbedingende Einflüsse verringerte. Unseren heutigen Kenntnissen nach wirken wohl beide Faktoren, primäre und sekundäre, zusammen. Es hat sich in der Tat herausgestellt, daß die Viskosität der lebenden Substanz nach größeren narkotischen Dosen eine Steigerung erfährt, und wir wissen ferner schon seit den ältesten Studien über Narkose im Pflanzenreich, daß eine Herabsetzung der Reaktionsintensität äußeren Reizen gegenüber ein typisches Kriterium für narkotische Einwirkung ist. Es liegt auf der Hand, diese beiden Erkenntnisse in kausalen Zusammenhang zu bringen und die Veränderungen der physikalischen Struktur des Plasmas als Ursache für die veränderte physiologische Funktion zu betrachten.

In das gleiche Kapitel wie die Stauung der Plasmaströmung gehört die Hemmung der Chro-

matophorenverlagerung; mag man nun annehmen, daß diese Verlagerungen durch aktive Bewegungen der Chromatophoren (*Senna*) normalerweise zustande kommen oder durch passiven Transport der Farbstoffträger im sich bewegenden Plasma; in beiden Fällen läßt sich narkotische Hemmung durch die oben gegebene Hypothese erklären.

Die Herabsetzung der Reizbarkeit, die eben als eine Wirkung der Narkose genannt ist, war es, welche überhaupt zur Entdeckung der Narkose im Pflanzenreich führte. Im Jahre 1848 demonstrierte *Marcet*, daß sich die Reizbarkeit der Mimose durch Chloroform aufheben ließ. 1849 zeigte *Clemens*, daß auch durch Äther der gleiche Effekt zu erreichen war. Später analysierte *Brücke* die Herabsetzung der Empfindlichkeit bei *Mimosa* in der Narkose genauer und stellte fest, daß auch die Reaktionsweise narkotisierter Pflanzen anders verläuft als die normaler. Die Fälle, bei denen es gelang, Krümmungsbewegungen durch Narkose zu hemmen, häuften sich bald. *Darwin* beobachtete sie an den Blättern der Venusfliegenfalle, *Bert* an den Filamenten der Berberitzenblüten, *Pfeffer* an den Staubgefäßen der Kornblume und verwandter Cynareen. Die Tentakeln des Sonnentaus verlieren an Empfindlichkeit unter dem Einfluß von Calciumsalzen (*Correns*). Nach dem gleichen Autor wirken Chloroformwasser und Ammoniakdämpfe, in geringen Dosen, als Reiz auf Ranken, während Chloroformdämpfe eine Reizwirkung nicht auszulösen vermögen. Größere Dosen werden natürlich auch hier verminderte Empfindlichkeit und schließlich Lähmung herbeiführen.

Von besonderem Interesse erscheint die von *Czapek* gemachte Beobachtung, daß die geotropische Krümmungsfähigkeit eines pflanzlichen Organs durch wesentlich geringere Konzentration eines Narkotikums unterdrückt wird, als die geotropische Sensibilität; d. h. also, die Krümmungsfähigkeit läßt sich durch schwache Narkose aufheben, während die Perzeptionsfähigkeit gleichzeitig erhalten bleibt. Infolgedessen gelingt es, bei Leguminosen in der Narkose eine geotropische Reizung zu induzieren, als deren Ergebnis nach Aufhebung des Schlafzustandes geotropische Nachkrümmung bei nicht mehr einwirkendem Reiz eintritt. Vom Standpunkt der Statolithentheorie¹⁾ läßt sich diese Erscheinung vielleicht folgendermaßen erklären: Bei der zu Beginn der Narkose herabgesetzten Viskosität des Plasmas ist eine Umlagerung der Statolithen noch möglich. Tritt dann im Verlaufe der Narkose Erstarrung ein, so werden die Statolithen in der Reizlage gleichsam fixiert und müssen natürlich, wenn

¹⁾ Die Statolithentheorie in ihrer ursprünglichsten Form nimmt bekanntlich als Sinnesorgane für den Schwerkraftreiz Zellen an, welche im Plasma bewegliche Stärkekörnchen (Statolithen) oder dergleichen haben, die bei Verlagerung des betreffenden Organes ihre Lage auf der sensiblen Plasmahaut ändernd, der Pflanze den geotropischen Reiz vermitteln.

nach Beendigung des narkotischen Zustandes das Plasma seine frühere Empfindlichkeit wieder empfängt, den ursprünglichen Reiz vermitteln.

Während wir eben einen Fall besprochen haben, wo bei erhaltener Perzeptionsfähigkeit die Motilität gehemmt war, zeigt das nun folgende Beispiel, daß auch — für *Lichtreize* wenigstens — das Umgekehrte der Fall sein kann: *Bacterium termo* behält in schwach narkotischen Flüssigkeiten seine Beweglichkeit vollauf; während es sonst aber stets der Lichtquelle zueilt, hat es nun seine phototropische Reizbarkeit vollständig verloren.

Bei Organismen, welche auf verschiedenartige Reize durch ähnliche Bewegungen reagieren, lassen sich mit Hilfe von Narkotika diese Reizbewegungen differenzieren: *Mimosa* führt auf Berührung ganz ähnliche Bewegungen aus wie unter dem Einfluß von Lichtentzug. Es gibt aber, nach den Untersuchungen von *Brücke*, eine Dosis Äther, welche gerade genügt, um die Pflanze gegen Berührung unempfindlich zu machen, während ihre „Schlafbewegungsreizbarkeit“ erhalten bleibt.

Die Tropismen zeigen gleichfalls verschiedene Empfindlichkeit gegenüber narkotischen Einflüssen. Besonders der Geotropismus ist relativ leicht ausschaltbar, schon durch Dosen, welche geradezu eine Steigerung heliotropischer Empfindlichkeit bewirken. Auch die Autotropismen sind narkotisch wesentlich schwieriger ausschaltbar als der Geotropismus. Sie treten in solchen Fällen als Nutationen in Erscheinung; und es ist nicht unmöglich, daß die oft (*O. Richter*) beschriebenen „Laboratoriumsluftkrümmungen“, wie sie besonders beim Vorhandensein geringer Quantitäten von Leuchtgas in der Luft auftreten, auf narkotische Ausschaltung die Nutationen sonst verdeckender Tropismen zurückzuführen sind.

Über die Beeinflussung der *Reizleitung* liegen verschiedene, sich teilweise widersprechende, Angaben vor. Es ist aber sehr wohl möglich, daß im einen Falle (z. B. *Mimosa*) durch lokale Einwirkung von Narkotika die Leitung eines Reizes über die behandelte Stelle erfolgt, während im anderen Falle (*Graskoleoptilen*) eine solche verhindert wird. Das könnte man sich dann vorstellen, wenn im ersteren Falle der Reiz durch eine Wasserverschiebung, welche natürlich auch durch die narkotisierten Teile hindurch anstandslos sich fortpflanzen kann, bewerkstelligt wird, während im zweiten Falle Zustandsänderungen der lebenden Substanz, von Zelle zu Zelle weitergegeben, am narkotisierten Plasma Halt machend, vielleicht für das entgegengesetzte Resultat verantwortlich zu machen sind.

Von der direkten Wirkung der Narkotika auf die Konstitution der lebenden Substanz haben wir noch keine Kenntnis. Was darüber gesagt wird, ist vorläufig hypothetisch. Für eine Anzahl von Narkotika hat *Overton* wahrscheinlich gemacht,

daß ihr Teilungskoeffizient: $\frac{\text{Fettlöslichkeit}}{\text{Wasserlöslichkeit}}$ ein Maß für ihre narkotische Wirksamkeit annähernd geben kann. *Overton* erklärt auf Grund dieser Erkenntnis den Vorgang so, daß das Narkotikum eine lose, reversible physikalisch-chemische Verbindung mit den Lipoiden eingehe. Dadurch sollen diese letzteren aus ihrem normalen Gleichgewichtsverhältnis mit den übrigen Zellbestandteilen herausgelöst werden, was wiederum Funktionseinstellung = Narkose zur Folge habe. Nimmt dann die Tension des Narkotikums infolge Ausscheidung oder Zersetzung im Außenmedium ab, so dissoziiere die lose Verbindung und die Narkose gehe zurück.

Die große Bedeutung, welche die Narkose für die Medizin erreicht hat, liegt vor allem in ihrer schmerzstillenden Wirkung. Es versteht sich von selbst, daß in dieser Richtung eine Verwendung der Narkotika im Pflanzenreiche nicht in Betracht kommt; wohl aber erblicken wir auf Grund der oben besprochenen Tatsachen in ihnen ein wertvolles Instrument zur Isolation von Reizerscheinungen oder Gliedern von Reizketten. Besonders die Lokalanästhesie wird über manche noch dunkle Fragen der Reizphysiologie wertvolle Aufschlüsse vermitteln können. Eine zweite praktische Verwendbarkeit ist die gleichfalls beschriebene beim Fröhrtreiben ruhender Pflanzenteile, welche in der Gärtnerei auch heute schon Einlaß gefunden hat. Eine besonders ideelle Bedeutung kommt aber der Erkenntnis zu, daß bei den niedrigsten Lebewesen, dann bei den höheren Pflanzen und schließlich bei den höchst organisierten Organismen die Empfindlichkeit für die Einflüsse der Außenwelt durch die gleichen narkotischen Agentien herabgesetzt wird. Das ist auch ein Argument zugunsten der Wesensgleichheit der lebenden Substanz bei allen Organismen, und es läßt darauf schließen, daß die primitiven Anzeichen von Empfindlichkeit äußeren Reizen gegenüber, die wir an der Wurzel der Organismenwelt finden, eine innere Verwandtschaft haben mit den komplizierten nervösen Regungen des heutigen Menschen.

Die Verteilung der Katalase im Organismus und ihre biologische Bedeutung.

Von Dr. O. Steche, Leipzig.

In den Geweben der Tiere und Pflanzen finden wir allgemein verbreitet ein Ferment, die Katalase, deren einzige, bisher mit Sicherheit nachgewiesene Wirkung die ist, Wasserstoffsuperoxyd unter Bildung von molekularem, also inaktivem Sauerstoff zu zersetzen. Man kann sich von dieser Fähigkeit sehr leicht *in vitro* überzeugen und die Aktivität eines Präparates bestimmen, wenn man die verdünnte Fermentlösung auf eine ebenfalls verdünnte Wasserstoffsuper-