

Wie hängen Form und Stoff in der Pflanze zusammen? Zum Verständnis pflanzlicher „Inhaltsstoffe“

MICHAEL KALISCH

Wie hängen Form und Stoff in der Pflanze zusammen? Zum Verständnis pflanzlicher „Inhaltsstoffe“

■ Zusammenfassung

Ausgehend von einer kritischen Beleuchtung des Begriffes „Inhaltsstoff“ wird an den Primär- und Sekundärstoffen der Pflanze gezeigt, wie Form und Substanzbildung zusammenhängen. Es wird dargestellt, wie sich das *Astralische* morphologisch und stofflich in der Pflanze auswirkt. Abweichend von einer gängigen Auffassung (Baum als „aufgestülpte Erde“ und somit als „Sal-Artiges“) erweist sich der Baum als besonders stark von astralischen Impulsen durchdrungen, als metamorphosierter Blütenstand. Die Giftbildung der Pflanze unter dem Aspekt von Vitalität und Astralität. Alkaloide sind Aufbauleistungen, keine Ausscheidungen.

Abschließend wird die Pflanze als stoffgewordener Sinnesprozess beschrieben, vergleichbar mit dem *seelischen* Inhalt menschlicher Sinnesprozesse. Vegetationsformen, die bestimmten Sinnen entsprechen könnten (Sehen, Hören, Schmecken, Riechen, Wärmesinn), werden charakterisiert.

■ Schlüsselwörter

Pflanze
Primärstoffe
Sekundärstoffe
Tria Principia
Kraut
Baum
Sinnesprozesse

Relationship of form to substance in plants.

To provide insight into plant “constituents”

■ Abstract

Starting with a critical look at the term “constituent” or “component”, primary and secondary constituents of the plant are considered to show the connection between form and the generation of substance. This is followed by a study of the effects of the *astral principle* on plant morphology and substance. In contradistinction to an accepted view (tree as “upturned soil” and therefore of “sal nature”), trees prove to be particularly full of astral impulses, a metamorphosed inflorescence. Production of poison in plants seen in the aspect of vitality and astrality. Alkaloids are constructive achievements, not eliminations.

In conclusion, the plant is considered as sensory process turned into matter, comparable to the *soul* element in human sensory processes. Types of vegetation that might correspond to particular senses (seeing, hearing, tasting, smelling, sense of warmth) are characterized.

■ Keywords

Plant
Primary constituents
Secondary constituents
Tria principia
Herbage
Tree
Sensory processes

Einleitung

Ohne Frage ist die anthroposophisch erweiterte Medizin auf das Begriffsinventar angewiesen, das von der akademischen Medizin und Naturwissenschaft entwickelt wurde. Aber eine Übernahme von Begriffen, die ja selbst keineswegs wertfrei und voraussetzungslos sind, wirkt sich störend oder korrumpierend auf ein Denken aus, das in seiner vollen Konsequenz ein ganz anderes Sehen und Herangehen erfordert. Ein solches Störelement ist die kritiklose Übernahme des „Inhaltsstoff“-Begriffs. Gelten im allgemeinen Denk- und Sprachgebrauch Inhaltsstoffe als Ursache therapeutischer Wirksamkeit von Pflanzen, so wird in der goethenistisch-anthroposophischen Heilpflanzenforschung die grundsätzliche Frage aufgeworfen, ob es überhaupt angemessen ist, von *Inhalts*-Stoffen zu sprechen. Kann man so überhaupt Pflanzen in ihrer Heilwirkung verstehen? Anstelle eines vorbehaltlosen Ja oder kategorischer Ablehnung wird es fruchtbarer sein, diesen Begriff auf seinen legitimen Bereich sowie seine Grenzen hin zu prüfen. Das soll im Folgenden geschehen. Dabei rückt die Frage in den Mittelpunkt, wie denn die Form und der Stoff überhaupt zusammenhängen.

Den Pharmakologen interessieren fast ausschließlich diejenigen Stoffe, die auf Mensch oder Tier eine verändernde Wirkung ausüben, die therapeutisch einsetzbar ist; das sind aber Stoffe, die für das Pflanzenleben selbst keine grundlegende Bedeutung haben im Gegensatz zu den sogenannten *Primärstoffen* der Eiweiße, Nukleinsäuren, Kohlenhydrate und Fette. Man bezeichnete sie deshalb als *Sekundärstoffe*, oft auch einfach als *Wirkstoffe*. Der Ernährungsphysiologe interessiert sich hingegen für andere Inhaltsstoffe, die Mineralstoffe und *Primärstoffe*. Zweifellos haben auch sie deutliche Wirkungen auf Mensch und Tier: für den Aufbau des Körpers und seine gesunden Funktionen. Ein wesentlicher Unterschied ist zwischen beiden Stoffgruppen somit noch nicht bezeichnet.

Der Begriff Inhaltsstoff weckt die Vorstellung von der Pflanze als einer Hohlform mit (austauschbarem) Inhalt. Sofern die Pflanze selbst Stoffe anreichert oder sogar isoliert, ist das richtig: Harze von Nadelbäumen befinden sich in speziellen Speicherräumen, abgesondert von den lebendigen Geweben, die ätherischen Öle der Lippenblütler werden von spezialisierten Drüsenhaaren sezerniert und *außerhalb* der Zelle unter der Cuticula angereichert (eigentlich sollte man dann von Inhaltsstoffen dieser Organe oder Zonen sprechen). Manchen starken Heil- bzw. Giftpflanzenwirkungen liegt ein definierbarer Stoff zugrunde, auf den sich das Interesse konzentriert, etwa Aconitin im Blauen Eisenhut (*Aconitum napellus*) oder Digitoxin im Roten Fingerhut (*Digitalis purpurea*) – aber selbst in diesen Fällen ist der bezeichnete Stoff nicht der Inhalt der Pflanze, sondern muss erst aus einer Mischung chemisch mehr oder weniger verwandter Stoffe isoliert werden – bei *Digitalis* eine lange Reihe anderer Glykoside und Saponine, bei *Aconitum* weitere Alkaloide. Der Inhaltsstoff-Begriff beschreibt also nicht

einfach, was in der Natur vorzufinden ist, sondern entspringt einer Denkweise, die mit einer bestimmten Art des Zugehens auf die Natur in Zusammenhang steht: Eingreifen und etwas herausnehmen, mit Geschick ein Wesentliches vom Übrigen abtrennen, das unwesentlich wird. Zweifelsohne ist der Inhaltsstoff das geistige und zugleich handgreifbare Produkt der historischen Entwicklung der Pharmazie und Medizin seit der Renaissance. Ein Hauptinteresse der neuzeitlichen Naturwissenschaft ist das Herausondern des Wesentlichen aus dem Beiläufig-Zufälligen, denn so gelangt man zur Formulierung der *Naturgesetze* (Physik). Das Allgemeingültige wurde „herausfiltriert“, während man die zufälligen Störungen aufgrund momentaner Begleitumstände im Denken sauber abtrennt und als irrelevant verwirft. Diese Denkweise hielt auch Einzug in die Chemie und Pharmazie: das erste isolierte Alkaloid als starker Wirkstoff, das von *F. W. Sertürner* 1804 rein dargestellte Morphin aus dem Schlafmohn, ist ebenso ein Ergebnis stofflichen Trennens und Anreicherns wie das Pendelgesetz Extrakt und Filtrat eines die Sinnesphänomene verarbeitenden Denkprozesses.

Es ist erhellend, die spätere Entwicklung der Pharmazie und Chemie mit ihrem Ursprung zu vergleichen, der Alchemie: Auch sie verwendete definierte Stoffe, z. B. bestimmte Salze, Säuren, Metalle, aber ihr *Verbinden* war von größter Bedeutung, Ziel einer komplizierten Abfolge von Behandlungen war die Synthese einer völlig neuen Substanz, die in der Natur nirgends vorkam¹. Diese Handlungsweise beruhte noch auf einer Anschauung, die zwischen Naturvorgängen (z. B. Kristallisieren, Schmelzen oder Verbrennen) und seelisch-geistigen Vorgängen eine wesenhafte Verwandtschaft sah: Das künstliche Verwandeln der Substanzen entsprach dem seelischen Durchgang durch „Hochzeiten“ und Trennungen, durch „Prüfungen“ und „Läuterungen“. Heute betreibt diese Kunst nur noch die von der Pharmakologie nicht ernst genommene Spagyrik (in ihrem aus dem Griechischen abgeleiteten Namen sind das *Trennen* – spao – und das *Vereinigen* – ageiron – zusammengezogen), aber wir finden ihre Prinzipien auch in Rudolf Steiners Arzneikompositionen, in denen nicht nur alchemistische Verarbeitungsprinzipien entdeckt wurden, sondern denen bekanntlich auch eine geisteswissenschaftlich erneuerte und für heutiges Denken aktualisierte Begrifflichkeit der Alchemie zugrunde liegt. Einige dieser Begriffe werden im Folgenden zur Anwendung kommen, und am Schluss wird auf einem neuen Wege eine Beziehung zwischen der Natur (Pflanze) und dem Seelischen gesucht werden.

In Chemie und Pharmazie hat sich eine Handlungsweise der belebten Natur bemächtigt, die im Mineralreich beim Gewinnen von Metallen seit Jahrtausenden erprobt wurde; die Methoden mussten nur verfeinert und die Werkzeuge verkleinert werden. Aber hier hat die Intention des Isolierens und Reinigens ihre Kehrseiten: Das in sich beruhende Wesen eines „Behältnisses“ wurde uninteressant, nachdem es als Inhaltsstoffträger ausgebeutet und zu Abfall geworden war; der Anthro-

Anmerkung

¹) Ein Spätprodukt alchemistischer Kunst ist die Entdeckung des Phosphors 1669, das nach verschlungenen Wegen der Behandlung von Urin schließlich zum Vorschein kam – eigentlich hatte Henning Brandt im Auge gehabt, den „Stein der Weisen“ zu erzeugen.

zentrismus dieses auf die Ausbeute gerichteten Nützlichkeitsdenkens blieb unreflektiert, er hielt sogar in das ökologische Denken Einzug. So wird oft argumentiert, die tropischen Regenwälder seien erhaltungswürdig, weil sie eine unbekannte Zahl von Pflanzen mit einem breiten Spektrum an Inhaltsstoffen (!) enthalten könnten, die bisher unheilbare Krankheiten heilen. Die Würde der Natur selbst hat man nicht im Auge. Zweitens finden wir auf diesem Wege keine in sich schlüssige Anschauung, warum eine konkrete Pflanze Substanzen bestimmter Art bildet, nämlich gerade die Sekundärstoffe. Selbstverständlich sind die heutigen Kenntnisse von der biochemischen „Technik“ mit der die Pflanze Substanzen synthetisiert, staunenswert. Bei den Primärstoffen scheint völlig klar, welchen Zweck sie im pflanzlichen Organismus erfüllen, sie liegen ja definitionsgemäß dem Aufbau und den Lebensleistungen der pflanzlichen Organe zugrunde; man sieht sie als die Bausteine, die die Glieder des Bauplans konstituieren (wer den Bauplan entwarf, bleibt offen). Dasselbe biochemische Wissen verstellt uns jedoch den Blick auf das Unverständnis, warum Fingerhut herzwirksame Glykoside bildet, der Eisenhut das stärkste Pflanzengift unserer Breiten, ein Esteralkaloid und Diterpenabkömmling – warum nicht umgekehrt? Warum bilden andere Pflanzen keine Gifte, manchmal sogar nahe Verwandte von Giftpflanzen? Die Erklärung, Sekundärstoffe seien Abwehrstoffe gegen Pflanzenfresser, Parasiten, Pilze oder pathogene Keime und sogar gegen konkurrierende Pflanzenkeimlinge mag in vielen Fällen zutreffen, befriedigt aber dennoch nicht – die enorme Vielfalt der Sekundärstoffe bleibt unverständlich. Immerhin kann es uns etwas über ein weniger offenkundiges Verhältnis der Pflanze zu ihrer Umgebung sagen.

Antworten auf diese offenen Fragen kann erst eine Pflanzen- und Substanzkunde finden, die an Goethes Methodik anknüpft und ihre Erkenntnisse durch Geisteswissenschaft noch einmal umschmilzt: die zeigt, dass alle physischen Vorgänge Ausdruck spezifischer geistiger Kräfte sind. Goethe interessierte sich anfänglich ganz besonders für die „Behältnisse“, also die Pflanzen in ihren *Formen*, weil er in ihrem gesetzmäßigen Aufbau und Sich-Verwandeln in Raum und Zeit den allgemeinen Typus aller Pflanzlichen als lebendig tätig erkannte; gegen Ende seines Lebens begann ihn die Frage zu beschäftigen, wie sich die Metamorphose der Pflanze in ihrer Substanzbildung ausgestalten könnte². Rudolf Steiner beschrieb dann aus den unterschiedlichsten Blickwinkeln, wie die Pflanze in einem Gewebe physischer und geistiger Kräfte zwischen Erde und Kosmos steht und wie in ihren Organen diese Kräfte spezifisch zusammenwirken. Die Fragen, wie überhaupt im allgemeinen der Stoff mit dem lebendigen Gefäß in Zusammenhang steht (Primärstoffe) und weshalb artspezifische Stoffe scheinbar ohne Zweck gebildet werden (Sekundärstoffe), kann nur ein Ernstnehmen des Gefäßes selbst beantworten, ohne dabei auf die Erkenntnisse der Inhaltsstoffanalyse und der biochemischen Synthesewege zu verzichten. Hielte man diese Erkenntnisse näm-

lich für einen Irrweg, so könnte man sich in entgegengesetzter Richtung verirren: Es existiert der Wunsch, aus der reinen Betrachtung der *Gestalt* einer Pflanze eine Intuition zu erhalten, welche Heilwirksamkeiten sie enthält – und man muss mit umso größerem Erstaunen bei Rudolf Steiners Arzneipflanzenschilderungen feststellen, dass er meistens nichts über die Form einer Pflanze sagte, stattdessen aber über die damals bekannten oder auch geisteswissenschaftlich neu erkannten Heilprinzipien sprach: genauer gesagt, die besonderen Inhaltsstoffe. Dazu gesellen sich weitere Darstellungen, wo Steiner die Entstehungsweise spezifischer Substanzen, der Gifte, geisteswissenschaftlich erklärte. Z. B. behandelte er Entstehungsweise und sich daraus ergebende therapeutische Einsatzratio von „*Atropin*, ... [*dem*] *Gift der Tollkirsche*“, vom „*Gift ... des Stechapfels ... Hyoscyamin*“ und ähnlicher „*Pflanzenstoffe*“ (2). Weder in der kritiklosen Übernahme des „Inhaltsstoff“-Begriffs, noch in seiner kategorischen Ablehnung kann also die Lösung liegen. Sie findet sich erst auf einer höheren Ebene – als Synthese einer Form- und Substanzerkenntnis.

Der Zusammenhang von Form und Stoff in der Pflanze

Besteht ein Zusammenhang zwischen Form und Stoff der Pflanze? Gilt er allgemein oder: wie weit?

Primärstoffe

Es gibt pflanzliche Substanzen³, die zu Gestalt werden, ja, Gestalt erst ermöglichen. Andere tun dies nicht, sie wirken im Verborgenen als Werkzeuge von Prozessen. Der Gegensatz gilt bis auf die Ebene der einzelnen Zelle: Da ist einerseits ihr lebendiges Innere, das dem Auge normalerweise verborgen bleibt und allenfalls beim Verzehren der Pflanze geschmeckt wird; zum andern sind da ihre Umhüllungen und Abschlüsse. Proteine (und in enger Verbindung mit ihnen die Nukleinsäuren) repräsentieren den verborgenen Prozesspol im wässrigen Solzustand des Plasmas, die Lipide der Zellmembran und innerer Grenzflächen, die sich nicht mit Wasser mischen, und die Zellwandsubstanzen bilden den anderen Pol. Auch tierische Organismen bilden Eiweiße und Fette. Dazwischen fächert sich eine Substanzgruppe auf, deren de novo-Synthese der grünen Pflanze vorbehalten ist, die Kohlenhydrate, deren leichte Formen (mit C₂ bis C₇) in wässrigem Binnenmilieu der Zelle bewegt werden, im sog. Phloëm der Leitungsgewebe durch die ganze Pflanze strömen (vor allem Saccharose) und je nach Bedarf verbraucht werden können (durch Veratmung zur Energiegewinnung oder als Bausteine für komplexere Substanzen), während die aus vielen Einheiten polymerisierten schwereren Kohlenhydrate⁴ dem Aufbau der verschiedenen Stadien der Zellwand dienen und dabei Strukturen *außerhalb* des Plasmas und der zarten Zellmembran bilden. Die Cellulose setzt hier den Schlusspunkt, da sie in der Regel nicht wieder abgebaut wird. In der toten Linearität und Härte ihrer Strukturen erscheint sie mineralisch, ist aber im Wesentlichen aus Kohlendioxid, Wasserstoff, Licht und Wärme verdichtet ohne Beteiligung von Mineralien, dabei völlig *wasserunlöslich*

Anmerkungen

2) „Es interessiert mich höchlich inwiefern es möglich sei, der organisch-chemischen Operation des Lebens beizukommen, durch welche die Metamorphose der Pflanzen, nach einem und demselben Gesetz, auf die mannigfaltigste Weise bewirkt wird“: Goethe in einem Brief vom 21.1.1832 an den Jenaer Chemiker H. W. F. Wackenroder (1).

3) Ich werde im Weiteren von Substanzen sprechen (*Sub-stanz* als etwas, das dem Leben der Pflanze „zu Grunde liegt“), insofern es spezifische Formen von Stoff sind, während Stoff das Urprinzip des Gegenpols zum rein Geistigen ist.

4) Die Synthese aus vielen gleichen Einheiten scheint den Begriff „Baustein“ zu rechtfertigen.

und *brennbar*. Den Kohlenhydraten stehen zwei Wege offen – das Wiedereingehen und Verschwinden in Prozessen oder das Gestalt-Konstituieren und Dauerhaft-Werden. Daher darf man sie als die Mitte der Primärstoffebene ansehen, und sie stammen ja auch aus dem mittleren Bereich der Pflanze, den zur Fotosynthese befähigten grünen Organen (3). Was mit der Form in Zusammenhang steht und was nicht, scheint also leicht zu beantworten: Grenzflächenlipide und polymere Kohlenhydrate konstituieren *Form im Raum*, und halten sie auch stabil. Durch zusätzliche Ausstopfung der Zwischenräume der Cellulosefibrillen mit Lignin erhält die Form auch noch Druckstabilität und Festigkeit, wir nennen es Verholzung. Ganz an der Oberfläche, an die Luft angrenzend, schützt unter Umständen noch Korksubstanz die darunterliegenden Gewebe vor Hitze, Frost, Feuer und mechanischen Schädigungen. Die Eiweiße, Enzyme, leichten Kohlenhydrate, Nukleinsäuren sind dagegen die Träger oder Werkzeuge der inneren Lebensprozesse in einem kompliziert verwobenen *zeitlichen Strömen*. Dieses Strömen wird einerseits von der Form gehalten, begrenzt, andererseits erweitert es diese im sprießenden Wachstum, in der Neubildung von Organen.

Die Pole sind aufeinander angewiesen. Die unsichtbare Stoffaktivität wirkt an der Formentstehung mit und zwar umso mehr, je jünger die Pflanze ist: Nur mit Hilfe der aus dem Boden aufgenommenen Salze, die in der wässrigen Zellvakuole angereichert werden und deren Aufnahme Enzyme in den Membranen der Wurzelzellen besorgen, kann die Pflanze den nötigen Innendruck aufbauen, den Turgor, damit ihre Gewebe prall und kräftig statt welk dastehen. Möglich ist das aber nur durch das aus Cellulosefasern gewobene Hemd der Zelle als physikalischem Gegenpart zum Innendruck, da die Zelle sonst platzen würde. Ebenso dringt die Form nach innen: Grenzscheiden durchziehen das Plasma, um Prozesse voneinander zu sondern, die sich sonst gegenseitig stören würden: Lipidhäutchen umgrenzen Kompartimente im Zellinnern für verschiedene Prozessabläufe; Zellorganellen sind mehrfach von Membranen umgeben. Und Gewebe wie Nährstoff- und Wasserleitgewebe (Phloem, Xylem) haben ihre eigenen formstützenden Strukturen (Bastfasern, verholzte Fasern), die die großen Sog- und Druckkräfte ausgleichen. Bei einer mehrjährigen Pflanze beruht die Formkonstituierung auf der Verholzung; nur frische Jahrestriebe und Blätter haben ihre Form durch Turgor.

Diese Prozess- und Form-Polarität der Primärstoffe hängt mit elementaren Zuständen des Pflanzenlebens zusammen: mit quellendem Wachstum im Frühling, mit Erstarren und Absterben im späteren Jahr und im dauerhaften Holz. Am vitalsten ist die Pflanze dort, wo ständiger Prozess, Austausch, ständige Gewebebildung stattfindet. Das geschieht gerade dort, wo man es nicht sieht: an den Spitzen der in die Tiefe strebenden Feinwurzeln, an den geschützten Scheitelmeristemen der Sprosse, in umhüllten Knospen, und am ebenso unsichtbaren Kambium der Dauergewächse. (Dabei bleiben die-

se vitalen Organe auch trotz der Winterkälte lebensfähig.) Je weiter wir dem Wachstum einer krautigen Pflanze nach oben ans Licht und zur Blüte folgen, desto mehr erscheint ihre Vitalität herabgesetzt, begrenzt; schließlich scheint sie in den Blütenorganen zu ersterben, denn Blütenblätter und Staubgefäße sind ja meistens viel kurzlebiger als grüne Blätter, sie welken rasch und fallen ab. Im Samen geht das Leben (umgeben von toten Hüllen) in einen latenten Zustand über. Die Grundpolarität von unten und oben, Wurzelsphäre und Blütensphäre ist zugleich die Polarität von starker Vitalität und Entvitalisierung (Absterben) und ist ein Grundmodell in Steiners Pflanzenkunde (4). In diese gestaltliche Polarität fügen sich die beiden Pole der Primärstoffe ein:

- 1) Eiweiße bzw. Enzyme, verborgen im Stoffwechsel tätig, genauso wie die Wurzel, deren feine Wechselwirkungen mit dem Boden dem Auge entzogen sind (wir können daher von einem „Wurzelprozess“ der Primärstoffebene sprechen);
- 2) die Lipide und weitere wasserfeindliche, dauerhaftere Substanzen, das Lebendige nach außen abgrenzend, bewahrend (der „Blütenpol“ der Primärstoffe).

Prozessträger-Substanzen

Beißen wir in die Pflanze hinein, schmecken das Saftige, Salzige, Bittere oder Fade, so begegnen wir der einen Substanzpolarität. Man könnte sie so charakterisieren, dass sie vor allem *Stoff* sind: Substanzen als Träger von Prozessen. Dem reinen Stoff kann ich im Finstern begegnen – ich rieche im Dunkeln die nächtliche Ausdünstung des belebten Gartenbodens; ich zerbeiße ein Radieschen und verfolge mit geschlossenen Augen, wie sich Geschmack und geruchsartige Aspekte beim Zerkauen äußern und verändern. Dabei entwickelt sich eine Aktivität der Substanzen in meinem Stoffwechsel, die ich allmählich aus dem Bewusstsein verliere. Vergessen darf ich nicht, wie diese Erfahrungen zustande kamen: nachdem ich etwas Pflanzliches zerstört und abgetötet habe (das Zerbeißen muss erst die Form überwinden). Was also die eigentliche Aktivität dieser Substanzen in der Pflanze ausmacht, bleibt ebenso wie ihr Antrieb und ihre Lenkung verborgen. Am deutlichsten spricht hier noch der Traubenzucker zu mir, ein Mitglied der mittleren Primärstoffgruppe: Nehme ich diese bekanntlich sehr „wasserbegierige“ Substanz zu mir, so spüre ich Stärkung, verbesserte mentale Leistungsfähigkeit – es werden neue Kräfte in mir freigesetzt. Der lösliche Zucker ist innerhalb der Kohlenhydrate der genaue Gegenpol der Cellulose (auf ihr kann ich lange herumkauen, sie wird sich nicht „ergeben“; aber ich kann an ihr meine Kräfte messen – z. B. beim Bogenschießen).

Formträger-Substanzen

Treten wir sehend und tastend an die Pflanze heran, so begegnen wir den nach außen gewendeten Substanzbildungen der Pflanze in ihrer und als ihre Form: Ich sehe das satt fettglänzende Gelb der Blüten des Scharbockkrautes im Februar – auf der Cuticula aufgelagerte Wachse (ein Schutz gegen das Verwelken) und Farbstoffe. Ich sehe und fühle die charakteristische Borken-

struktur einer Eiche – Korkgewebe, von innen herausgedrängte ältere Rindenschichten (warm). Ich sehe die Gesamtgestalt eines Laubbaumes – möglich durch Verholzung und schützende Organe, nicht zuletzt die der harten, außen toten, oftmals harzüberzogenen Knospenhüllen, ohne die ein Baum in unseren Breiten nicht leben könnte. Ich bewundere das Auf- und Abwiegen eines vom Wind bewegten Ahornastes – seine hohe Elastizität verdankt er der Cellulose. Solche Eigenschaften sind nicht nur Äußerlichkeiten am Baum, sie sind Baum. Diesen Pol können wir als Formbildner- oder Formträger-Substanzen benennen. Sie wahrzunehmen setzt Wachsein voraus. Wach kann ich auch mit mechanischen oder chemischen Mitteln prüfen, was Cellulose bzw. Holz alles kann und seine Fähigkeiten und Funktionen im Zusammenhang des Lebens nachvollziehen. Diese Fähigkeiten macht sich der Mensch ja seit Jahrtausenden zunutze, indem er Häuser, Betten, Schiffe, Bögen – und Musikinstrumente aus Hölzern fertigt ebenso wie Kerzen aus Wachs oder Öl oder Schuhe aus Rinden. Diese Substanzart kommt mir entgegen, aber gerade deshalb, weil sie tot ist, weil sie am Ende von Entvitalisierungsprozessen steht. Hier von Inhaltsstoffen zu sprechen, wird man als unpassend empfinden, da eher das Leben selbst hier den Inhalt ausmacht.

Die Primärstoffe polarisieren sich also selbst nach Stoff und Form, Inhalt und Gefäß – aber eng miteinander verflochten, außerdem mit der Polarität von Wurzel und Blüte verbunden. In Anlehnung an die von Steiner wieder aufgegriffenen alchemistischen Begriffe kann man die *Formbildner-Substanzen* die „sulfurischen“ oder „phosphorigen“ nennen. Sie verdichten Imponderabilien in sich⁵ und halten es in sich gedrungen zusammen: Sie geben es nicht so einfach frei! Die *Prozess-Substanzen* sind dem in Wasser auflösungsfähigen Salz verwandt. Nun muss ich hier auf eine Unstimmigkeit hinweisen, die ich zwischen dem Sal-Begriff, der sich eingebürgert hat, und dem Begriff des „Salzartigen“ sehe, wie ihn Steiner im ersten Ärztekurs entwickelte. Es sind mancherlei Verwechslungen zustande gekommen, indem man primär das mineralisch Harte und Tote als das typisch Sal-Artige betrachtete (weil Kristalle tot sind). Steiner charakterisiert das Salzartige anders: Sein Hauptkennzeichen ist ein bereitwilliges Von-sich-Abstoßen der Imponderabilien bei der Entstehung und die „Hingabe an die Umgebung“ – der echte Gegensatz zum In-sich-Zusammenhalten von Imponderabilien und Form-Bewahren. Das „Salzartige“ ist daher nicht primär im Erstarren in kristalliner Härte repräsentiert wie bei Quarz oder Diamant, sondern am deutlichsten gerade im Zerfließen eines Kochsalzkristalls oder anderer Alkali- und Erdalkalisalze im Wässrigen – und in der mangelnden Bereitschaft zu *brennen*. Der Ausgangspunkt ist zwar eine in sich zentrierte tote Form und damit ein anhaftender Rest von Imponderablem; aber wesentlich ist die große Bereitschaft, sich selbst aufzugeben (5)⁶. Die Form zu bewahren gehört dagegen zum Pol des Sulfurischen; gemeinhin wird hier nur die Fähigkeit des Sich-Verflüchtigen gesehen (ätherische Öle). Aber beide gehö-

ren zusammen.– Es ist auch offenkundig, dass die restlos verbrennende, wasserunlösliche Cellulose zu den Imponderabilienträgern gehört – obgleich hart und tot; hingegen gehört der die Eier nach Süßem hervorlockende lösliche Zucker eher zum salzartigen Lager, so merkwürdig das auch klingt⁷.

Sekundärstoffe

Nun können wir uns jenen Substanzen zuwenden, die für Stoffwechsel und Gestalterhaltung in der Regel nicht lebensnotwendig sind⁸. Hier kommt die ganze Vielfalt der pflanzlichen Differenzierung über die Erde hin zum Ausdruck, daher müssen grobe Umrisse genügen. Auch sie entfalten sich zwischen den beiden Polen: „Form“ und „Stoff“.

Ätherische Öle und Verwandtes

Mit den Fetten sogar chemisch verwandt sind die ätherischen Öle, die vorwiegend aus zwei oder drei Grundeinheiten des Bausteins Isopren entstehen (Isopren selbst gehört dagegen in den Bereich des Unsichtbar-Prozessualen); ihre enorme Vielfalt kommt durch Veränderungen des Grundgerüsts zustande. Sie streben durch ihre ausgeprägte Thermophilie dazu, sich sogar über die Körpergrenzen der Pflanze hinaus zu verflüchtigen und begegnen so der Riechfähigkeit von Tier und Mensch. Chemisch verwandt sind weitere sog. Terpenoide, die durch zunehmende Polymerisation zunächst die Flüchtigkeit verlieren (z. B. Gerbstoffe der Labiaten), dann balsamisch-harzartig (Harze der Koniferen) und schließlich dicht und fest werden (Kautschuk). Sporopollenin (Wandsubstanz der Pollen) und Cutin (schützende Außenhaut aller Oberflächen) haben ähnliche Eigenschaften, aber einen anderen Ursprung (Phenole), sie nähern sich dem Bereich der Primärstoffe, da sie deutliche Funktionen im Erhalt des pflanzlichen Lebens erfüllen. Sie alle sind aber Imponderabilienträger, und insofern sulfurisch: Sie duften oder sie verbrennen hell und heiß, sie lösen sich nicht im Wasser, sie verleihen und wahren bleibende Form. Sie sind tote Endprodukte. Auch wenn sie hart werden (z. B. Bernstein, aus Harzen entstanden), sind sie nicht salzartig. Die Eigenschaft der Lipoide, Lebendiges zu begrenzen und Imponderabilien zu binden, ist in ihnen selbst bis zur extremen Dauerhaftigkeit auf die Spitze getrieben. Chemisch sind es alles Kohlenwasserstoffe mit einer möglichen, aber nicht obligatorischen Beteiligung von Sauerstoff. Die Beziehung der ätherischen Öle zur Blüte ist unmittelbar evident: Blüte ist wie ein Appell an die Aufmerksamkeit beseelter Wesen, dazu gehört auch der Duft. Die Blüte ist aber nur die *morphologische* Spitze des Eisbergs im allgemeinen Entvitalisierungsprozess der Pflanze von unten nach oben und von innen nach außen, und in ihn gliedern sich auch die übrigen genannten Terpenoide sowie Polyphenole wie Kork und Lignin ein.

Alkaloide

Im Innern der Zellen verborgen bleiben dagegen die aus dem Fundus der Aminosäuren ihren Stickstoff beziehenden Alkaloide, im wässrigen Milieu der Vakuole

Anmerkungen

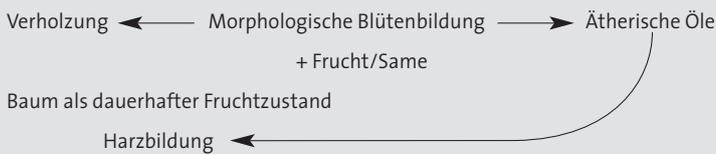
5) Imponderabilien = Wärme, Licht, weiteres, das qualitativ erfahrbar ist (Äther, Astralität).

6) Auch das Tote ist nicht typisches und alleiniges Kennzeichen des Salzes. Betrachten wir Phosphor als einen Repräsentanten seines Gegenpols. Die echt „salzartigen“ löslichen Salze sind zweifellos tot, werden aber leicht in die Lebensprozesse aufgenommen, sowohl von der Wurzel, als auch der menschlichen Verdauung. Wehe aber, man nimmt elementaren Phosphor auf! Er ist hochgiftig. Auch Dämpfe elementaren Schwefels, des anderen Repräsentanten, sind giftig, aber zweifellos nicht tot. Ebenso sind Wachs, Kork, Cellulose tote Substanzen. Dieses Kriterium allein entscheidet also nicht, ob die Substanz zum salzartigen oder sulfurischen Typ gehört. Es kommt viel mehr auf das Verhalten in Prozessen an, und auf die Beziehung zu den Imponderabilien, die dabei erkennbar wird.

7) Zu beachten ist eine Komplikation: in der mittleren Primärstoffgruppe (Kohlenhydrate) findet eine Art Überkreuzung statt; der stärkende sulfurische Zucker wird salzartig löslich; die mineralisierte Cellulose ist hochgradiger Träger gebundener Energie. Details (3).

8) Auf eine genaue Abgrenzung der Primär- und Sekundärstoffe und die Diskussion von Grenzfällen (etwa: Farbstoffe, Hormone) muss hier verzichtet werden.

Abb. 1



mit Pflanzensäuren gelöst und neutralisiert, da sie basisch reagieren: ein Salzartiges sogar im präzisen chemischen Sinne. Außerdem werden die Alkaloide häufig in der Wurzel gebildet und werden umgewandelt oder ihr Gehalt schwankt im Tagesrhythmus, was dafür spricht, dass sie dem Stoffwechsel unterworfen bleiben⁹. Im Vergleich dazu sind die ätherischen Öle weitgehend Endprodukte: Die beiden polaren Sekundärstoffgruppen stehen also in enger Beziehung zu Entvitalisierung/Dauerform bzw. Vitalität/Prozess. Was haben aber die flüchtigen, formlosen ätherischen Öle mit „Form“ zu tun? Ein charakteristischer Blütenduft ist Wesensausdruck der Pflanze und damit Form wie ihre äußere Gestalt, nur eben als inneres Bild durch den Geruch erfahrbar – wenn auch in Worten schwer zu fassen.

Das Astralische und sein Ausdruck in der Pflanze

An dieser Stelle können wir den Begriff des Astralischen einführen. Denn was führt zu den charakteristischen Düften? Nicht das Ätherische der Pflanze (dessen Vorherrschen nehmen wir wahr, wenn wir grüne Blätter zerreiben oder essen: Es riecht schwach „grün“ oder schmeckt gurkig), sondern das Astralische, das der gesamten Erde wie ein übersinnlicher Seelenleib angehört, allerdings als integrierte Vielheit. Das Astralische wirkt auf die Pflanze im Allgemeinen von außen. Folge dieses Berührtwerdens ist die morphologische *Metamorphose* des Blattes und des Sprosses zu Blüte und Frucht, in der das vegetative Streben zum Licht (vom Ätherleib in die Leichte hinaufgezogen) zum Stillstand gebracht wird: Das Astralische drängt zurück und gliedert, schließt ab, begrenzt das Leben, so dass überhaupt ein Innen und Außen entsteht. Die eigentliche Ursache der Entvitalisierung der Pflanze ist also die Astralität! Sie zwingt auch die metamorphosierten Blattorgane auf eine Ebene (Blütenhülle, Staubgefäße), führt dann zur Innenraumbildung im Fruchtknoten, der sich verschließt und häufig aus mehreren Fruchtblättern verschmilzt, wobei zusätzlich noch eine „Gastrulation“ stattfinden kann – ein eigentlich erst für die Tierentwicklung charakteristischer Prozess: Das Blütenzentrum mit dem Fruchtknoten wird entgegengesetzt zum ätherischen Aufstreben nach unten in die Sprossachse eingestülpt, die Frucht wird unterständig (z. B. Apfel, Kompositen).

Der primäre Ausdruck des Astralischen ist also, dass bei den *Krautigen* mit der Blüte der Schlusspunkt ihres Daseins erreicht wird. Die Pflanze stirbt, nur die Samen bewahren Vitalität.

Was geschieht aber bei den *Bäumen*? Die verholzenden Dauergewächse bauen ihren eigenen Achsenkörper ja aus den hochpolymeren Kohlenhydraten auf, die einer gesteigerten Imponderabilienverdichtung entstammen (einer gezielten Biosynthese, keiner passiven Kristallisation), und dem Lignin. Diese Organe fallen jedoch nicht ab wie die welke Blüte, sondern bleiben dauerhaft als axialer Stamm mit Astkrone und unterirdischen Teilen („Wurzeln“, eigentlich unterirdischer Stamm). Mit den Formträger-Substanzen wird die Astralität also tiefer in die Pflanzengestalt integriert und nach unten geführt, ihre Imponderabilien bleiben dauerhaft gebunden: ein noch gesteigerter Sulfur-Prozess. Man bedenke auch, dass alle Lignifizierung und Korkbildung als Abschluss der Zellwandbildung außerhalb der lebendigen Zelle stattfindet; wenn das Zellinnere stirbt, bleiben die verholzten Wände stehen.

Als Drittes gehört natürlich die Ätherischölbildung wesentlich zum astralischen Blüten- (und Frucht) Prozess. Während im Holz das Imponderable festgehalten und die ganze Pflanze damit in die Schwerkraft eingliedert wird, ist hier die Relation zwischen Imponderablem und Ponderablem *umgestülpt*: Die ponderable Pflanzensubstanz wird vom Imponderablen (Wärme) ergriffen und nach oben in die Luft (Element des Astralischen) entführt. Auch die ätherischen Öle bergen keine pflanzliche Vitalität mehr; man müsste sie deshalb eigentlich astralische Öle nennen. Holz und Ätherischölbildung sind also Gegenpole im Verwandten, mit der Blütenbildung als verbindender Mitte: Blüten speichern in ihren Blättern oft ätherische Öle, daher duften sie. Andererseits kann man gerade die holzige Baumbildung mit der Krone aus dem Organ *Blütenstand* ableiten, der sich im Baum zu einem *dauerhaften, sukzessive vergrößerten „Fruchtstand“* weiterentwickelt.

Noch eine vierte Metamorphose des Blütenprozesses existiert, nämlich die Harzbildung. Sie kommt zustande, wenn sich der Prozess der Ätherischölbildung an den nach unten gehenden Prozess der Bildung von Dauerstrukturen anlehnt. Harze enthalten auch Terpenoide und sind eine Mischung aus duftend-flüchtigen und zähflüssigen Anteilen. Wenn sie durch eine Verletzung der Achsenorgane aus ihren speziellen Harzbehältern an die Luft dringen, erhärten sie, indem die flüchtigen Anteile verdampfen, und bilden einen Wundabschluss. Auch dies eine astralische Gebärde – ja, fast schon eine Gebärde, die zumindest im Menschen einer Ich-Organisation zuzuschreiben wäre (Wundheilung).

Der Blütenprozess hat umfassend betrachtet vier Aspekte, wie in *Abb. 1* dargestellt.

Verwandtschaft von Baum und Blüten-/Fruchtstand

Die sicherlich ungewohnte These, der Baum sei eine Metamorphose des Blüten- und Fruchtstandes, fordert eine Erläuterung. Tatsächlich hängt der Verholzungsprozess eng mit Blütenstands-/Fruchtbildung zusammen. Eine teilweise Verholzung finden wir nämlich schon bei den einjährigen Kräutern:

Anmerkung

⁹ Alkaloide (bekannt sind 15.000) sollen in 15 % aller Angiospermen vorkommen, vor allem bei den basalen Verwandtschaftskreisen (6).

1. Im Xylem, d. h. den Geweben, die der vertikalen Wasserleitung dienen (Stabilisierung gegen Kollaps), woraus beim Baum durch sekundäres Dickenwachstum der Holzteil entsteht.
2. In Blütenständen, die ausreifen: So bilden viele Kräuter im abgestorbenen Zustand sog. Wintersteher, deren Samen aus dem tot erstarrten Fruchtstand vom Wind ausgeschüttelt werden können, oder Steppenroller, wo die gesamte tote Pflanze aus dem Boden gerissen wird.
3. In den Fruchtwänden trockener Kapsel Früchte.
4. In der Samenschale, etwa bei den Achänen krautiger Kompositen (Löwenzahn), aber auch bei den winzigen Nüsschen der Erdbeere.

Viel mehr, als wir nach dem Augenschein gemeinhin glauben, liegen allen Baumgestalten *regelmäßige Verzweigungsmuster* zugrunde, die in Typen unterteilbar sind (7). Das aber ist ein Zeichen strenger Astralisierung, vergleichbar dem Blütenbau mit seiner regelmäßigen Zahl von Organen und Kreisen, und dem *Bau der Blütenstände*, die gruppen- und sogar artspezifisch nach strengen Mustern der Verzweigung, der Blütenanordnung usw. aufgebaut sind. Wir können Blütenstand und Baumkrone aus denselben morphologischen Elementen ableiten. Das Grundmaterial ist: der Spross, durch Knoten gegliedert (Blattansätze), aus den Achseln der Knoten Seitensprosse entspringend, die sich in derselben Weise erneut verzweigen können. Entscheidend ist nur ein Unterschied: Während der Blütenstand sein Spitzenwachstum einstellt und überall mit Blüten abschließt, der Astralimpuls also die Entwicklung unwiderruflich beendet, wird dieser Impuls in der Baumkrone durch immer neues vegetatives Austreiben an der Spitze (oder aus der Spitze nahestehenden Seitenknospen) sowie aus tieferen Seitenknospen ständig wieder überwunden; die in diesen Prozess eingefügten Blüten können die Sprosse beenden (dann geht das Wachstum aus Seitenknospen weiter), oder sie stehen seitlich am Spross, dann gibt es keine Endblüten¹⁰. Die *Überwindung* des abtötenden Blütenimpulses durch einen letzten vegetativen Schub charakterisiert aber auch die Fruchtbildung; deshalb sind die Früchte anfangs oft grün und wachsen oft beträchtlich in den Raum. Genau dieses *Überwinden des abtötenden Astralischen durch das Ätherische* kennzeichnet auch das Wesen des *Baumes* – nur geschieht es bei ihm ständig aufs Neue. Dabei kann diese Überwindung sich rhythmisch vollziehen, wie bei den Bäumen der gemäßigten Breiten mit Jahreszeitenklima; sie kann aber auch endogen rhythmisch (ohne Jahreszeiten) sowie kontinuierlich stattfinden, wie bei tropischen Bäumen.

Zum tieferen Verständnis von Kraut- und Baumform wird hier ihre gegenseitige Beleuchtung angewendet. Was wäre in dieser Sichtweise der Blütenstand der einjährigen Kräuter? Eine mangels vegetativer Kräfte zu früh beendete Baumkrone. Als Verweis in diese Richtung kann Steiners Charakterisierung der Korbblütler verstanden werden, sie seien „zu schnell aufgeschossene Bäume“ (8). Bei ihnen ist der Blütenstand ja in extrem-

ter Weise zur „Überblüte“ kondensiert: Könnte man sie in die Länge ziehen, hätte man einen langen Stängel mit lauter spiralg angeordneten Seitenblüten (ohne Endblüte). Durch eine starke Stauung werden die Einzelblüten einander angenähert, die Achse des Blütenstands wird zum Kegel (Kamille) oder sogar zur Scheibe zusammengedrängt (Sonnenblume). Für einen langen Stamm oder sogar mehrere Äste mit Blütenspiralen (z. B. Ackerkratzdistel) hatten die Kompositen offenbar nicht die erforderliche „Geduld“.

Meine bisherigen Schilderungen des Baumes scheinen mit bestimmten Darstellungen Rudolf Steiners unvereinbar. Darin wird vom Baum als dem „aufgestülpten Erdhügel“ gesprochen, auf dem oben lauter „Krautpflanzen“ wachsen: seine belaubten und blühenden Seitentriebe (9). Dies könnte dahingehend missverstanden werden, dass man das „Erdige“ der Baumbildung mit dem Sal-Artigen identifiziert, weil Holz tot und mineralisch ist. Ich zeigte aber bereits, dass der Sal-Begriff auf die wesentlichen Träger der Baumbildung, die Formträger-Substanzen, gerade nicht zutrifft. Es sind sulfurische Substanzen, nur in die Richtung der Dauerhaftigkeit weitergetrieben, ein Ausdruck noch verstärkter Astralisierung. Und dass letztere gerade den Baum im Besonderen charakterisiert, spricht Steiner mehrfach aus: „In der Tropenzone saugt die Erde am allermeisten das Außerirdische (Astralische) ein und entwickelt aus diesem eingesogenen Außerirdischen dasjenige, was sie dann als Vegetation hervorsprießen lässt“ (10). Die dominierende Vegetation der Tropen ist aber *baumförmig*. In der Nähe der Pole hingegen, wo dieses Kosmische „zurückgeworfen“ werde, finden wir nur krautige Formen oder Kryptogamen. Dem Landwirt schlägt Steiner vor, sich riechend für die Wahrnehmung des Astralischen zu schulen – ärmer sei es in der Umgebung der Kräuter, angereicherter in dem Duft der Baumkronen. Denn „unsere Bäume sind deutlich Ansammler von astralischer Substanz“ (11). Als besonderes Werk astralischer Wirkungen wird außerdem die Eichenrinde beschrieben, in der viel Calcium enthalten ist, das den Ätherleib abtötet – aber auch Gerbsäuren, die den Astralleib anregen, sich des Ätherleibes zu bemächtigen (12).

Es greift zu kurz, den Erdboden, die Ackererde mit „Erde“ als einem der vier Elemente und dieses mit „Sal“ zu identifizieren. Der Boden ist etwas Halb-Lebendiges, das erst aus der Umwandlung von Mineralischem, toter Pflanzensubstanz und tierischen Abfällen als etwas *Neues* entsteht; und dem ähnelt der Baumstamm. Es gibt zum Beispiel eine chemische Ähnlichkeit zwischen Lignin und den Huminstoffen des Bodens – dieser Boden ist nicht Sal. Darüber hinaus ist Sal auch nicht „Erde“ als Element, sondern die „drei Prinzipien“ beziehen sich auf *Prozesse*, und sie stehen vermittelnd zwischen den „vier Elementen“, die als solche *Seins-Formen* bezeichnen (13). Alle Prozesse, die zwischen dem Erd- und dem Wasser-Element (im weitesten Sinne gefasst) vermitteln, sind „Salzprozesse“; dazu gehört die Kristallisation, aber auch ihr Gegenteil, die Auflösung durch die Selbsthingabe des

Anmerkung

10) Die unterschiedliche Anordnung der Blüte am Spross bedingt die zwei Grundformen des Baumwachstums: sympodial (Blüten immer endständig, Weiterwachstum aus Seitenknospen – z. B. Linde), oder monopodial (Blüten immer seitenständig, Triebenden immer vegetativ – z. B. Fichte).

Salzartigen. Auch die Sinneswahrnehmung des Menschen ist eine Art „organisierter Salzprozess“ (5). Nimmt man alle Äußerungen Steiners zusammen, dann ergibt sich das hier entworfene Bild des Baumes.

Das paradoxe Wesen der Alkaloide

Nachdem wir uns ausgehend von den ätherischen Ölen ein Bild verschafft haben, wie sich der astralische Impuls in der Pflanze metamorphosiert, bleibt noch die Frage, wie sich die Alkaloide als anderer Pol der Sekundärstoffe (3) hier einordnen lassen. Dazu ist es legitim, eine Hypothese zu bilden. Wenn die ätherischen Öle den Blühprozess ganz zu Ende führen und die absterbende Pflanze transzendieren, müssen wir dann gemäß dem Polaritätsgesetz nicht annehmen, dass die Alkaloide als ihr klarer Gegenpol eine Grenze *nach innen* überschreiten? Das hieße, dass sie die geheimnisvoll-aktive Vitalität der Pflanze noch übersteigern und in sich intensivieren. Eine in sich gesteigerte Lebendigkeit, die Innerlichkeit wird, ist Seelisches. Die Alkaloide sind giftig. Steiner beschreibt die Gifte tatsächlich so, dass sie in der Pflanze durch ein überstarkes Eindringen des Astralischen entstehen. In der Alkaloidbildung erkennen wir eine andere Form der Tendenz, den Imponderabilien nicht die Substanz nach oben hin zu übergeben, sondern sie selbst nach unten in die Pflanze hineinzuleiten. Beim Alkaloid durchbricht die Astralität die vitalen Stoffwechselläufe nach innen. Steiner spricht von einer „Gier“ der Pflanze, das Astralische in sich „einzusaugen“ – so werde sie giftig (2,14). Gifte sind „im Stoff gefesselter Geist“. Insofern sind es auch Imponderabiliträger, also sulfurische Substanzen. Die Stufe der Sekundärstoffe ist tatsächlich insgesamt sulfurisch¹¹. Eigentlich müsste die Pflanze in diesem Alkaloid-Prozess aufwachen, müsste Bewusstsein, also *Innerlichkeit* entwickeln. Das widerspricht aber ihrer Natur. Es bildet sich etwas Paradoxes, ein „Aufwachen im Tiefschlaf“. In ihrer Wirkung in Tier und Mensch offenbaren die entstehenden Substanzen aber den Bewusstseinsbezug. Und bekanntlich ähneln manche Neurotransmitter Alkaloiden.

Wie äußert sich die Alkaloidwirkung? Lassen wir ätherische Öle z. B. als Gewürze auf uns wirken, so ruft es sympathische Reaktionen wach: Appetit, Wohlempfinden, vertiefte Atmung, Schleimhautsekretion oder Sekretion von Verdauungssäften. Die höheren Wesensglieder des Menschen werden anregt, das Gesamtgefüge „von oben nach unten“ zu integrieren und zu energisieren. Ätherische Öldüfte tragen Wesensbilder; und wer hat es noch nicht erlebt, dass ein Blütenduft plötzlich sehr konkrete Erinnerungsbilder aus früher Kindheit evoziert? Wenn wir grüne *Taxus*-Zweige oder eine Brechnuss verzehren, reagieren Astralleib und Ich hingegen antipathisch mit Ekel, Brechreiz, Schwindel. Vergiftungserscheinungen im Stoffwechsel folgen, im Extrem Halluzinationen. Alkaloide lockern im unteren Menschen die Wesensglieder und treiben sie auseinander (Lähmung) oder zwingen sie übermäßig ineinander (Krämpfe). Bei stärkster Vergiftung tritt der Tod ein, d. h. der Ätherleib wird aus dem physischen Leib herausge-

rissen. Die ätherischen Düfte und Gewürze regen vor allem die Eigenaktivität der höheren Wesensglieder an, und damit die Kraft der Auseinandersetzung mit der Welt, sei es in der Sinneswahrnehmung, oder stofflich in der Ernährung. Die Alkaloide hingegen *zwingen*, denn mit ihnen drängt sich eine fremde Geistigkeit in den aufnehmenden Organismus. Nun ist es gerade die Aufgabe der Verdauung, jeden Stoff so weit abzubauen, dass das mit ihm verbundene Geistige abgetrennt wird – jede Nahrungsaufnahme ist eine kleine Vergiftung, die bewältigt wird (dabei unterstützen wir die Zerstörung und Entvitalisierung der Nahrungsstoffe durch Wärmeprozesse der Zubereitung). Bei den Giften misslingt das – die innere Form dieser Stoffe ist zu stark, und die oft hochkomplexen chemischen Strukturformeln scheinen das widerzuspiegeln¹².

Auch hier muss auf ein mögliches Missverständnis hingewiesen werden. Trotz gewisser chemischer Ähnlichkeiten zu den Stickstoffausscheidungen von Tier und Mensch (Harnstoff, Harnsäure) sind pflanzliche Alkaloide nicht die Grundlage von Bewusstseinsentfaltung. Bewusstsein ist nur möglich durch Abbau. Kann man sie daher wirklich als *Stoffwechselabbauprodukte* ansehen (R. Hauschka)? In den Alkaloiden verbindet sich das Astralische mit der *Vitalität* der Lebens- und Wachstumsprozesse, dem Bereich des aufgelösten, verlebendigten Salzartigen. Abbauprodukte mit einer so hochkomplexen Struktur wären unverständlich. Die Lokalisation im wässrigen Binnensee der Zelle sowie der offenbar ständig stattfindende Umbau widersprechen dieser Vorstellung ebenfalls; sie werden gar nicht ausgeschieden, sondern eingeschlossen. Hingegen ähnelt die Physiologie der ätherischen Öle Ausscheidungsprozessen, und sie fördern im Menschen auch Sekretions- und Exkretionsprozesse. Alkaloide sind erstaunliche Aufbauleistungen des pflanzlichen Stoffwechsels – sie sind geradezu „okkulte Formen“ und somit der größte Gegenpol zum nach außen gerichteten Stoffstrom, der die äußere Pflanzenform wird, *ist* und erhält. Die komplexesten, „verrücktesten“ alkaloidähnlichen Substanzen treffen wir wohl bei den Pilzen: Pflanzen, die äußerlich nur eine primitive Gestalt entwickeln.

Parallelisiert man die Alkaloide nicht mit tierischen Stickstoffausscheidungen, so eröffnet sich ein Verständnis für ihre rätselhaften chemischen Formelbilder: Deren strukturelle Komplexität symbolisiert, was die Pflanze an „Arbeit“, eben an Formkräften in die Substanzbildung hineingesteckt hat. Oft sind es Strukturen aus mehreren verbundenen Kohlenstoffringen (5er-, 6er-, seltener 4er-Ringen). Der fest eingebundene *Stickstoff* ist dabei die Trägersubstanz des Astralischen in der Natur (15, 16). Nicht selten finden wir aber auch eingebundenen Sauerstoff. Er ist dasjenige Agens, das das Ätherische aus den gebildeten Stoffen wieder freisetzen kann; diese Freisetzung liegt ja dem Atmungsprozess zugrunde (einer sanften Verbrennung ähnlich). Es gibt nun Gifte mit Ringsystemen, die ich als Ergebnisse einer „steckengebliebenen“ Veratmung, also eines unvollkommenen Abbaus bezeichnen möchte – ein Beispiel ist das Aco-

Anmerkungen

11) Um die Darstellung knapp zu halten, wird hier auf die Besprechung der sehr vielgestaltigen mittleren Gruppe der Sekundärstoffe (Glykoside) verzichtet. Näheres in (3).
12) Der Vortrag Steiners vom 22.3.1923 (14), der den Weg des Pflanzengiftes im menschlichen Organismus schildert, enthält eine Tafel-skizze, in der er über den Unterleib eine Art Wabenmuster gezeichnet hat, das an die chemischen Strukturbilder kondensierter Sechser- und Fünferinge von Alkaloiden erinnert.

nitin des Eisenhutes, ein Diterpen mit insgesamt elf Sauerstofffunktionen, aber nur einem endozyklischen Stickstoff. Es ist noch giftiger als Strychnin¹³. Auch Strychnin enthält Sauerstoff in seinem komplizierten System aus sieben Ringen, in dem zwei Stickstoffatome eingebunden sind.

Rückblick

Das Verhältnis von Form und Stoff in der Pflanze ist also kein einfaches. Wäre es das, so wäre sie kein lebendiges Wesen. Was den Inhaltsstoff-Begriff betrifft, zeigt sich, dass ihm eine partielle Berechtigung zusteht. Die polaren Gebärden, wie die Pflanze Eiweiße oder Fette, aber auch Alkaloide oder ätherische Öle bildet, können wir als *Integration* und *Aussonderung* charakterisieren. Aussonderung kann zu einem spezialisierten Endpunkt führen und damit zu einem isolierbaren Einzelstoff; die Integration erzeugt Substantielles, das aus einer Vielheit besteht. Pharmazeutische Einzelstoffe sind uns vertraut – dem gewohnten Denken bereiten aber jene Heilpflanzen Kopfzerbrechen, in denen Ensembles wirksamer Substanzen vorhanden sein müssen, weil kein Hauptwirkstoff isolierbar ist. Bei anderen Pflanzen hat die Natur bereits selbst einen Hauptwirkstoff erreicht: ein Beispiel wäre der Kampferbaum (*Cinnamomum camphora*), aus dessen ätherischem Öl sich schon bei der Destillation der Campher als kristalline Einzelsubstanz abscheidet. Leicht isolierbar und greifbar sind gerade die Substanzen, die die Pflanze nach außen abscheidet – die also nicht Inhalt sind, sondern selbst „Form“ wurden. Dagegen richtet der Pharmazeut sein Interesse eher auf jene Substanzen, die im Verborgenen entstehen und naiv gesehen Inhalt sind, wie die hochwirksamen Alkaloide – aber gerade sie sind paradoxe Ergebnisse von Form-Prozessen in fließender Vitalität: eine ätherisch-astralische Durchdringung. Verstehen könnten wir sie daher erst, wenn wir sie mit den gesamten Formprozessen der Pflanze im Zusammenhang sehen. Somit ist es tatsächlich sinnvoll, die *Morphologie* einer Giftpflanze genau zu studieren, z. B. indem man sie mit nahen Verwandten vergleicht!

Die Naturwissenschaft neigt dazu, sich auf ein Modell, eine Sichtweise zu versteifen, und zu vergessen, dass in der Natur überall das Gesetz der Polarität herrscht. Man hat sich verständlicherweise auf Pflanzen konzentriert, wo ein Dualismus von Gefäß und Inhalt bereits veranlagt ist, indem die Pflanze Substanzen aus- oder einsondert – der andere Pol bleibt unverstanden, wo der gesamte Extrakt einer Heilpflanze und kein verantwortlicher Hauptwirkstoff heilt. Einige der von Steiner angegebenen Heilpflanzen gehören sicherlich in diese Kategorie (z. B. Edelweiß, Kleeblüten, Mauerpfeffer, Sonnenblumenkerne) (17).

Die Pflanze als Sinnesorgan

Wie die Pflanze in ihrer Artenvielfalt über die Erde hin als *Verstofflichung* spezifischer überphysischer Prozesse zu denken wäre, das skizzierte Rudolf Steiner in einem kühnen Bild im Rahmen der Seminarbesprechungen für die ersten Waldorflehrer: Es stellt eine bisher ungelöste

Aufgabe der anthroposophisch-goetheanistischen Pflanzenkunde dar. Steiner zeigt zunächst den Bezug der Pflanze zum mittleren Bereich des menschlichen Organismus, zum Rumpf, der als halboffene Kugelschale die Mitte zwischen dem kugeligen Kopf und den radialen Gliedmaßen bildet¹⁴. Wenn man nun insbesondere die mittleren Sinne des Menschen (Wärmesinn, Sehsinn, Geschmack- und Geruchssinn, der Tonsinn wird später auch erwähnt) „ausstopfen“ könne, wie man eine Positivform mit einer „weichen Masse“ ausfüllt, so würden als Negative die Pflanzenformen herauskommen (18). Gemeint sei aber nicht die physische Nervenorganisation, sondern ihre seelische „Ausfüllung“ – die konkrete Pflanze sei nicht mit dem physisch-ätherischen Menschenleib zu vergleichen, sondern gerade mit der Seele, die im Wechsel von Nacht und Tag „hinaus- und hereingehet“. Wollen wir also die Vielfalt der Pflanzen verstehen, die unter verschiedener Vorherrschaft von Wärme, Wasser, Salzen, Licht oder Schatten sowie nichtsinnlicher Qualitäten in ihren Landschaften gedeihen, so müssten wir in der Seele das Positiv des jeweils zugehörigen Sinnes finden. Im Lichte unserer obigen Betrachtungen erscheint das gar nicht so befremdlich, ist doch der Mensch ein wachbewusstes Wesen – seine Sinnesinhalte sind in der Seele erlebte Qualitäten, etwa Blau oder Salzgeschmack. Die Pflanzen sind ohne Wachbewusstsein, sie leben im Tiefschlaf. Ist es nicht ein offenes Geheimnis, dass sie durch und durch „Sinnesorgan“ sind? Sie nehmen ja das Sonnenlicht wahr und streben ihm zu, um es in der Fotosynthese zu *verdichten* – Ergebnis sind die Kohlenhydrate (19)¹⁵. Sie nehmen mit der Wurzel die Schwere wahr sowie das Vorhandensein von Wasser und bestimmten Mineralien im Boden; sie nehmen den Wechsel von Wärmegraden, von Tageslängen wahr. Sie nehmen die kosmische Astralität wahr – denn daraus wird die Blüte, werden Düfte, Strukturstoffe, Harze, sogar Gifte. Indem die Pflanze „wahrnimmt“, wächst sie. Überwiegendes Wachstum und Substanzbildung zeigt auch der Säugling, der doch ganz Auge und Ohr ist: er schläft ja die meiste Zeit und ähnelt noch sehr der Pflanze. Es leuchtet also ein, dass die Pflanzenwelt uns substanzerfüllte Bilder dessen liefert, was im Menschen seelischer Inhalt wäre.

Vegetationstypen als verkörperte Sinne

Während alle Pflanzen das *Licht* wahrnehmen, wäre denkbar, dass jeder Pflanzen- oder Vegetationstypus darüber hinaus noch spezielle Sinnesinhalte hat, die wir an ihrer Stofflichkeit sowie an der damit zusammenhängenden Gestalt ablesen könnten – Spiegelungen einer „Geruchswelt“, „Tonwelt“ u. a. (18). Einige Ansätze möchte ich hier wagen. Man könnte von Fragen ausgehen: Wie flüchtig oder dauerhaft verweilen spezifische Sinnesqualitäten in der Seele (bzw. im Ätherleib), und wie ist das Feld einer Sinneswahrnehmung gestaltet – mehr analysierend wie beim Sehen, das überhaupt die Grundlage für unser gegenständliches Vorstellen ist, oder mehr synthetisierend wie beim Schmecken, erst recht beim Wärmesinn. Dann sollte man die Urphänomene

Anmerkungen

13) Die Summenformel dieses abenteuerlich anmutenden polyzyklischen Gerüsts lautet $C_{34}H_{47}NO_{11}$.

14) Eine verwandte Polarität von Formgebärden entdeckten wir in der Substanzbildung der Pflanze als die abschließend-absondernde und die integrierende Tendenz.

15) Auf diesen Vorgang nimmt ein Aufsatz von Gerbert Grohmann von 1948 Bezug (19).

eines Sinnes aufsuchen und den Ätherbereich, in dem er angesiedelt ist, um nicht z. B. nur nach physisch gewordenen Farbvorstellungen zu suchen (gelbe Blüten, rote Hölzer u. a.). So liegt dem *Sehen* der Lichtäther zugrunde, den Farben urphänomenal die Wechselwirkung von Licht und Finsternis mit Trübe. Wie manifestiert sich das in der Pflanze? Sie sucht das Licht, aber sie entwickelt auch ein inneres Licht, indem sie im Aufwärtssprossen Leichte wirksam sein lässt, bis in große Höhen. Die Wurzel folgt polar dazu der Schwere und sucht den auflösbaren, ponderablen Stoff. Die Pflanze dividiert also zunächst Licht und Finsternis auseinander, die in der Farbe sich durchdringen; dann aber synthetisiert sie wieder, indem sie aus beidem ihre eigene primäre Stofflichkeit aufbaut: die Kohlenhydrate, in die Kohlendioxid (aus Bodennähe) eingeht, und Wasserstoff (der dem irdischen Wasser, mit Hilfe der in der Lichtaufnahme gebundenen Energie, entrissen wird). Das gilt für alle grünen Pflanzen. Aber man könnte sich einen Pflanzentyp denken, der dadurch Farbigkeit erhält, dass er die Motive *Leichte und Schwere* miteinander durchspielt. Pflanzen, die aufrecht wachsen, aber waagerechte Ableger bilden (Erdbeere), oder die mit unterirdischen Stolonen (waagerechten Kriechsprossen) sich vermehren und Bestände bilden (Pfefferminze), oder die bogenförmige Äste bilden (Brombeere, Wildrose), könnten Beispiele sein. Das sind die mehrjährigen Kräuter, Stauden und Sträucher. Dem *Hören* liegt der Klangäther zugrunde. Außer eben als Ton und Klang wird er physisch erfahrbar in Gestaltungen, die auf der Wiederholung gleicher Elemente basieren (z. B. Blattfolgen, Wolkenwellenzüge), und in chemischen Elementen sowie ihren Verbindungen. Die *Proportion* könnte das gemeinsame Urphänomen sein. Es gibt eine Vegetation, in der das proportionierte Gestalten in einzigartiger Reichhaltigkeit ausgebildet ist, aber auch der Chemismus: in den Wäldern der immerfeuchten Tropen. Auf die hochdifferenzierte Kronenarchitektur wurde bereits hingewiesen; hinzu kommt die Sekundärstoffvielfalt. Nach meiner Erfahrung gibt es keinen Sinnesinhalt, der mit solcher Persistenz in der Seele haften bleibt, wie Töne, Melodien (während die erklingenden Töne gerade der äußersten Flüchtigkeit und Zeitlichkeit unterworfen sind). Einen Charakterzug des Überzeitlichen hat am allerhesten die Tropenvegetation. Wälder der gemäßigten Zone wachsen auf, durchlaufen eine Klimax, zudem ist ihr Erscheinungsbild rhythmisiert; Frühlingskräuter blühen und ziehen sich zurück; Wiesen grünen und welken. Der Regenwald bleibt in sich immer derselbe, obwohl ständig Veränderungen stattfinden. Es gibt keine übergreifende Zeitgestalt, etwa durch gleichzeitiges Laubabwerfen oder Blühen. Fotosynthese und Veratmung stehen im Gleichgewicht¹⁶. Und der Regenwald als Typus ist eine der ältesten Vegetationsformen der Erde. Eine „Tonwelt“-Vegetation? – Beim *Schmecken* erleben wir Qualitäten, die zwischen Physischem und Ätherischem spielen (21), wobei etwas Festes im Flüssigen aufgelöst wird. Es führt wie kein anderer Sinn unmittelbar in Stoffwechsellätigkeiten über, die es anregt. In semiariden Regionen gibt es folgendes Phänomen. Beendet

starker Regen die Trockenzeit, so explodiert das Pflanzenwachstum geradezu in einer farbenreichen Welt einjähriger Kräuter, die aus ruhenden Samen aufschließen. Sie ergreifen sofort das im Wasser sich lösende Mineralische des Bodens. Vor der nächsten Trockenheit müssen sie bereits samenreif sein, denn sie sterben ab. – Das *Riechen* erfasst Qualitäten, die aus der Wechselwirkung des Ätherischen mit dem Astralischen entstehen (21). Gestalt geworden ist ebendiese Wechselwirkung bei allen Pflanzen, die uns eine *schrittweise Blattmetamorphose* vorführen, beispielhaft die Krautigen der Kreuzblütler, der Kardengewächse u. a. – Beim *Wärmesinn* ist entscheidend, dass die Wahrnehmung immer auf die Eigenwärme bezogen ist; auch dieser Sinn führt unmittelbar über in Reaktionen des übrigen Organismus (Gefäßweite, Stoffwechselaktivierung). Ist die Welt der arktischen Nadelbäume, die eine verstofflichte Wärme (Harzbildung) in einer Umgebung lebensfeindlichster Kälte bewahren können, und deren ganze Anatomie auf die Abwehr und Kompensation dieser Wirkungen zielt, ein solcher „Wärmesinn“ der Erde?

Sachgemäß wird es sicherlich sein, wenn wir so, wie im Seelischen sich die Sinnesgebiete durchdringen, auch in der Pflanzenwelt keine scharfen Trennungen erwarten: ihre „Sinnes“-Tätigkeiten überlagern sich. Abgesehen von aller Differenzierung sind *alle* Pflanzen nicht nur Licht-Sinnesorgane, sondern auch „feine Geruchsorgane“ (22) und anderes mehr.

Diese Betrachtungsweise der Pflanzenwelt ist ungewohnt. Sie rückt aber in weitere Zusammenhänge, wenn Steiner auch für den Menschen zeigt, wie aus einer unbewussten Wahrnehmungstätigkeit unmittelbar Substanz werden kann. Das geschieht dort, wo die vier Organe Lunge, Niere, Leber und Herz die „Schöpfer“ der Eiweißstrukturen sind (23). Auch die Pflanze bildet Eiweiß. Da sie aber nicht über diese vier Organsysteme verfügt, steht es bei ihr unter der Einwirkung von Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff. Gehen wir die drei Stufen der Primärstoffe noch einmal durch, so enthalten die Eiweiße, wie gesagt, alle vier Grundelemente; bei der zweiten Gruppe (Kohlenhydrate) fällt bereits der Stickstoff weg; beim Schritt zu den Fettartigen fällt auch noch weitgehend der Sauerstoff weg, es bleiben Kohlenstoff und Wasserstoff. Man könnte daher fragen, was hier den menschlichen Organsystemen entspricht, das diese Differenzierung hervorbringt. Der in den Eiweißen, dann aber auch in den Alkaloiden auftretende Stickstoff müsste mit einer pflanzlichen „Leber“-Tätigkeit zusammenhängen. Der Sauerstoff der Kohlenhydrate wäre mit einem „Nieren“-Prozess in Verbindung zu bringen, der dominierende Wasserstoff der Fettartigen mit einem „Herz“-Prozess. Der Kohlenstoff ist „Lungenprozess“, und die Lunge entspricht der ganzen Erde (24).

Zum Abschluss sei die Betrachtung der Pflanze als substanzgewordenem Sinnesinhalt mit der Charakterisierung der Sekundärstoffe verknüpft. Man könnte den Gegensatz von hochwirksamen Einzelstoffen (z. B. Aconitin) und nur als Ganzes wirksamen „Ensembles“ mit dem Gegensatz analysierender und synthetisierender

Anmerkung

16) Deshalb ist die Metapher der „Grünen Lunge“ für den Regenwald falsch. Sie träfe für Wälder zu, die über längere Zeiträume aufwachsen (Fotosynthese überwiegend).

Sinne beleuchten. Der *sehende* Mensch analysiert das Wahrnehmungsfeld in Farbflächen und Formen – korrespondiert das mit jenen vor allem giftigen Pflanzen, die starke Einzelstoffe bilden? Erwähnt wurde ja, dass die Alkaloide häufig in der Wurzel gebildet werden, z. B. bei den Nachtschattengewächsen. Aber die Wurzel ist selbst eine Art „Auge“, wenn auch ein undeutlich sehendes, „schlechtes Auge“ (22).

Der riechende Mensch hingegen synthetisiert mehr¹⁷ – diese Tätigkeit könnte besonders jenen Pflanzen entsprechen, die „Wirkstoffensembles“ bilden.

Dipl.-Biol. Michael Kalisch
Freier wissenschaftlicher Autor
Berliner Ring 53
72076 Tübingen
SalMerkurSulfur@aol.com

Literatur

- 1 Goethe JW von. Briefe aus der Schweiz. Berlin: Propyläen Ausgabe. Bd. 44
- 2 Steiner R. Erdenwissen und Himmelerkenntnis. GA 221. Vortrag vom 11.2.1923. 3. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1998
- 3 Kalisch M. Versuch einer Typologie der Substanzbildung. In: Goedings P (Hg.). Wege zur Erkenntnis der Heilpflanze. Stuttgart: Schriftenreihe Menschenwesen und Heilkunst, 1996
- 4 Steiner R. Physiologisch-Therapeutisches auf Grundlage der Geisteswissenschaft. Zur Therapie und Hygiene. GA 314. Vortrag vom 28.10.1922. Zurzeit vergriffen
- 5 Steiner R. Geisteswissenschaft und Medizin. GA 312. Vortrag vom 25.3.1920. 7. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 6 Daniel M. Taxonomy: Evolution at Work. -Science Internat. Ltd. Oxford, 2009
- 7 Hallé F, Oldeman RAA, Tomlinson PB. Tropical Trees and Forests. An architectural analysis. Berlin, New York: Springer, 1978
- 8 Steiner R. Erziehungskunst. Seminarbesprechungen und Lehrplanvorträge (III). GA 295. 10. Seminarbesprechung vom 1.9.1919. 4. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1984
- 9 Ders. Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. GA 327. Vorträge 12. und 15.6.1924. 8. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 10 Ders. Geisteswissenschaftliche Gesichtspunkte zur Therapie. GA 313. Vortrag vom 13.4.1923. 5. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 2001
- 11 Ders. Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. GA 327. Vortrag vom 11.6.1924. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 12 Steiner R. Physiologisch-Therapeutisches auf Grundlage der Geisteswissenschaft. Zur Therapie und Hygiene. GA 314. Vortrag vom 2.1.1924. Zurzeit vergriffen.
- 13 Kalisch M. „Salz, Merkur und Sulfur“ bei Rudolf Steiner – welche fundamentalen Prozesse lassen sich beschreiben? Elemente der Naturwissenschaft 1997; 67
- 14 Steiner R. Die Impulsierung des weltgeschichtlichen Geschehens durch geistige Mächte. GA 222. Vortrag vom 22.3.1923. 4. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1989
- 15 Ders. Menschenfragen und Weltenantworten. GA 213. Vortrag vom 2.7.1922. 2. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1987
- 16 Ders. Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft. GA 327. Vortrag vom 11.6.1924. 8. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 17 Walter H. Die Pflanzenwelt. Ihre Verwandtschaft zur Erden- und Menschheitsentwicklung. Spezieller Teil (Krankengeschichten). Arlesheim: Natura-Verlag, 1971
- 18 Steiner R. Erziehungskunst. Seminarbesprechungen und Lehrplanvorträge (III). GA 295. 9. Seminarbesprechung vom 30.8.1919. 4. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1984
- 19 Grohmann G. Die Pflanze als Lichtsinnesorgan der Erde. Studien und Versuche Nr. 4. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben, 1962
- 20 Steiner R. Geisteswissenschaft und Medizin. GA 312. Vortrag vom 25.3.1920. 7. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 21 Ders. Geisteswissenschaft und Medizin. GA 312. Vortrag vom 28.3.1920. 7. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 22 Ders. Die Schöpfung der Welt und des Menschen. GA 354. Vortrag vom 9.8.1924, Vorträge für die Arbeiter am Goetheanumbau, Band VIII. 3. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 2000
- 23 Ders. Geisteswissenschaft und Medizin. GA 312. (12.Vortrag) Vortrag vom 1.4.1920. 7. Aufl. Dornach: Rudolf Steiner Verlag, 1999
- 24 Ebenda. Vortrag vom 1.4.1920.

Anmerkung

17) Es ist schwer, aus einem Geruch oder Duft erkenntnistätig einzelne Komponenten herauszulösen.