

Zeitschrift:	Kultur und Politik : Zeitschrift für ökologische, soziale und wirtschaftliche Zusammenhänge
Herausgeber:	Bioforum Schweiz
Band:	17 (1962)
Heft:	2
Artikel:	Die Bedeutung des Ton im Boden
Autor:	Rusch, Hans Peter
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-890576

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Doz. Dr. med. Hans Peter Rusch:

Die Bedeutung des Ton im Boden

Es gibt im fruchtbaren Boden zwei Arten von «Gare». Die eine entsteht dadurch, daß wachsende Bakterien-Kolonien die Minerale miteinander verkitteln, so daß ein mehr oder minder großes Hohlraumsystem entsteht; die andere Gare entsteht durch die Bindung von lebendiger Substanz, die ja 100—1000mal kleiner ist als die Bakterienzellen, an kleinste Mineralteile; dadurch entsteht ein fein-poriges Hohlraumsystem.

Betrachten wir zunächst die Bakterien-Gare genauer: Milliarden und Billionen von einzelnen Bakterienzellen entstehen in Haufen, sog. Kolonien, dort, wo es etwas zu fressen gibt, wo also organische Substanz zu verzehren ist. Da dies vornehmlich in den oberen 3—5—7 cm der Muttererde der Fall ist, findet sich diese von SEKERA zuerst beschriebene Bakterien-Gare als Lebendverbauung hauptsächlich in den oberen Schichten. Die tote Mineralsubstanz der Oberschicht wird durch Bakterien-Kolonien «lebend-verbaut». Damit wird dem Boden, insbesondere seinen tieferen Schichten, der Gasaustausch und Luftzug tritt verschafft, der für die natürliche Fruchtbarkeit unentbehrlich ist.

Diese, bisher als einzige mögliche Form der Gare angesehene «Lebendverbauung» aber ist vergänglich. Sie hält nur solange an, bis die Nahrung aufgezehrt ist. Dann zerfallen die Mikroben, und würde nun nicht die «Fein-Gare», d. h. die «Gare der lebendigen Substanz» entstehen, so würde der Boden unweigerlich wieder in sich zusammenfallen, die Krümelung verschwinden, der Boden verdichten und verschlemmen, die Erosion weitergehen und der Gasaustausch aufhören — der Boden würde unfruchtbar, sobald die organische Nahrung von den Bakterienzellen aufgebraucht wird und die Kolonien auseinanderfallen.

Das wäre ganz besonders dann der Fall, wenn das Bakterien-Leben, wie in unserem mitteleuropäischen, sog. humiden Klima, in den kühlen und kalten Jahreszeiten eingestellt wird.

Die Gare durch «Lebendverbauung» aber muß man, obwohl sie vergänglich ist und allein keineswegs ausreicht, um dauernde Fruchtbarkeit zu gewährleisten, trotzdem ständig zu erhalten bemüht sein, weil die großporigen Hohlraumsysteme sowohl für den Gasaustausch wie für die Aufnahme der Niederschläge unentbehrlich sind; wird der Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure behindert, so werden insbesondere die Tätigkeit die tieferen, humus-bildenden Bakterien-Schichten stark gebremst, wenn nicht sogar verhindert, und steht in der Oberschicht der Muttererde nicht das relativ großmaschige Hohlraumsystem bereit, um auch kräftige Niederschläge alsbald aufzunehmen und eine Zeitlang festzuhalten, so würde der Boden allzuleicht verschlemmt und abgeschlemmt, das Wasser würde ungenutzt abfließen und der Boden stark trockenheits-anfällig. Die obere Bakterien-Gareschicht ist mindestens ebenso wichtig wie die Beschaffenheit des mineralischen Unterbodens, der die «gestaute Nässe» verhindern soll, wenn er günstig ist.

Trotzdem ist die «Plasma-Gare», wie ich sie nennen möchte, die wichtigere, denn sie ist im Gegensatz zur «Lebendverbauung» beständig. Und hier beginnt der Ton seine Rolle zu spielen.

Fruchbarer Boden entsteht zunächst überhaupt erst dadurch, daß die festen Gesteine unseres Planeten auf ihrer Oberfläche durch zahlreiche Kräfte aufgespalten, zerkleinert, pulverisiert werden. Der Kreislauf der Nahrung über den Boden kann erst dann wirklich beginnen, wenn die mechanische Arbeit der Gesteins-Zerkleinerung eine körnig-mehlige Oberschicht geschaffen hat. Grundsätzlich «verwittert» jeder Stein, ob hart, ob weich. Beim harten Urgesteinsmehl (Basalt, Granit, Trachyt usw.) dauert es sehr lange, bei weicherem Sedimentgestein (Sandstein, Moräne, Kalkgestein usw.) geht es schneller. Das Ergebnis ist grundsätzlich das gleiche. Die Verwitterung der Erde hat nachweislich schon begonnen, als es Leben auf der Erde noch nicht gab. Damals ist die Verwitterung in furchtbaren Urstürmen, bei Vulkanausbrüchen und Wolkenbrüchen in mannigfacher Weise miteinander vermischt, fortgeweht und fortgeschlemmt worden (z. B. der Löß), so daß fast überall

auf der Erdoberfläche die ersten Voraussetzungen für eine Fruchtbarkeit geschaffen wurden. Und im Laufe des Verwitterungsvorganges entsteht auch der Ton.

Der Hauptbestandteil aller Gesteine ist die Kieselsäure in verschiedenen Verbindungen «Silikate» genannt. Nur die Kalkgesteine enthalten davon wenig, alle anderen bestehen zum größten Teil aus Kieselsäureverbindungen. Aus diesen Silikaten entsteht der Ton, und zwar als Verwitterungsprodukt, nicht durch einen chemischen, sondern einen physikalischen Abbau. Der Ton ist also keine bestimmte chemische Mineralform, sondern eine physikalische Struktur. Das ist nur möglich, weil die Kieselsäureverbindungen in den Gesteinen als echte Kristalle vorhanden sind, als nicht in regelloser Form wie bei den üblichen chemischen Verbindungen, sondern in der Ordnungsform des Kristalls. Und das ist von entscheidender Bedeutung.

Sind erst einmal bei der Verwitterung kleinere Körner entstanden (vornehmlich durch die Sprengkraft gefrorenen Wassers in unseren Breiten), so wird nun, ebenfalls durch das Wasser, aus den «Verbänden» der Kieselsäure-Kristallhaufen nach und nach ein Molekül nach dem anderen herausgelöst — das Wasser sprengt die Moleküle heraus. Dadurch werden die Kristallhaufen ganz allmählich immer weiter zerkleinert, bis schließlich feinste Kriställchen übrigbleiben in riesiger Zahl — der Ton ist entstanden. Ton besteht also aus winzig kleinen Ton-Kristallen, aus kristallinen Silizium-(Kieselsäure)-Kristallen.

Die Tonkristalle haben unter den Verwitterungsprodukten allein jene Eigenschaften, die für die Fruchtbarkeit allererste und wichtigste Voraussetzung sind. Ein Boden, der keine Tonkristalle enthält, ist praktisch unfruchtbar. Es kommt deshalb auch darauf an, dem Boden die Tonkristalle zu erhalten — wie, das werden wir noch sehen. Das Wichtigste ist uns vorerst einmal, daß unter allen Gesteinsverwitterungsformen der physikalische Zustand der Tone die einzige Form ist, in der ein Mineral, d. h. totes Gestein, in innige Beziehung zur lebendigen Substanz zu treten vermag.

Das hat einen ganz bestimmten Grund: Kristalle sind nicht Materie schlechthin, also Haufen von irgendwelchen Stoffen, sondern peinlich genau geordnete Systeme von toter Materie, in denen jedes Molekül und jedes Atom seinen ganz bestimmten

Platz hat. Sie sind Ordnungsgefüge. Und infolge dieser haargenauen Ordnung haben diese Kristalle ganz besondere, einmalige Eigenschaften angenommen: Sie besitzen starke Oberflächenkräfte, die imstande sind, nach außen hin wirksam zu werden. Es ist hier ganz ebenso wie in einem Ordnungsstaat: Er wirkt nach außen als Kraft, und er kann dies nur, weil er nach innen Ordnung hat. Der Kristall ist die mineralische Ordnungskraft der Muttererde.

Die lebendigen Substanzen aber sind ebenfalls Ordnungsgefüge, diesmal lebendige. Sie sind, wie die Physiker heute auch sagen, «aperiodische Kristalle», sie sind zwar nicht in der Weise geordnet wie die periodischen Mineralkristalle, also wie der Ton z. B., sie sind deshalb aber nicht minder reaktionsfähig, im Gegenteil, gerade ihre «Aperiodizität», d. h. das gelegentliche Abweichen von der «sturen» Gleichförmigkeit der toten Mineralkristalle verleiht ihnen die Eigenschaft «Leben». Und deshalb braucht es uns auch nicht zu wundern, daß sich die Kräfte der Tonkristalle und die der lebenden «Kristalle» der Lebendsubstanzen im Boden begegnen, sich «umarmen» und jene «Ehe» zwischen toter und lebendiger Substanz eingehen, die der wirkliche Urgrund der natürlichen und dauerhaften Fruchtbarkeit ist. Hier begegnen sich die Ordnungen aus dem lebendigen und dem toten Bereich der Stoffe.

Wir sprechen diese Wahrheit hier zum ersten Mal aus — sie ist in der landwirtschaftlichen Lehre noch nicht bekannt. Auch das darf uns nicht wundern: Was man von den Vorgängen, die zwischen Tonkristall und Umgebung ablaufen, bisher hat nachweisen können, bezieht sich ausschließlich auf chemisch nachweisbare Vorgänge: Die Abfallsubstanzen aus der Lebenstätigkeit des Bodens, die sog. Humine und Huminsäuren, und die «Schwärme» der Kalcium-, Kalium-, Natrium- und vieler anderer «Jonen», die als «Nährstoffe» heute noch im Mittelpunkt der agrikultur-chemischen Lehre stehen. Den ungeheuer lebhaften Kreislauf der lebenden Substanzen im Boden hat man bis jetzt ganz übersehen und nicht für möglich gehalten, und doch ist er die Voraussetzung wahrer Fruchtbarkeit: Ohne die Ordnungsgefüge der lebenden Substanzen wären die Tonkristalle wenig wert, sie würden sehr bald zerfallen zu unfruchtbarem Staub.

Tatsächlich ist es durchaus bekannt, daß der Zerfall der Tonkristalle nur verhindert wird, wenn der Humuskreislauf in Gang

bleibt. Aber auch das hält man immer noch für einen Vorgang, der sich im Bereich der «Nährstoffe», der einfachen Salzverbindungen der Hauptelemente, abspielt. In Wirklichkeit wäre das isolierte Salzmolekül für die Pflanze, wenn ihr nichts anderes angeboten wird, wertlos; es erhält seinen Wert erst dadurch, daß es als Vermittler an den «Grenzflächen» der Kristalle, sowohl der toten wie der lebendigen, auftritt.

Diese «Vermittlerrolle» muß man sich so vorstellen: Salze sind Elementverbindungen, die im Wasser des Mutterbodens in einer «aufgespaltenen», sog. ionisierten Form vorliegen. In dieser Form haben sie gewisse Bindungskräfte frei, wie sie auch die Tonkristalle und die lebenden Substanzen haben — beide, sowohl die Tonkristalle wie die Lebendsubstanzen können in großer Zahl solche ionisierten Elementverbindungen auf ihren Oberflächen binden, festhalten. Es hat einmal jemand ausgerechnet, daß die Oberflächenkräfte der Tonkristalle sich so auswirken, als sei in der Muttererdeschicht eines einzigen Quadratmeters vom Acker eine Oberfläche von 24 Quadratkilometern vorhanden! Es handelt sich also um ungeheure Bindekkräfte, die die Tonkristalle entwickeln, und sie vermögen ungeheure Mengen lebender Substanz locker an sich zu binden.

Um es noch einmal zu sagen: Es handelt sich also dabei nicht um einen chemischen Vorgang, bei dem irgendwie die beteiligten Substanzen abgeändert, umgeformt, meist verdorben würden; es handelt sich vielmehr um ein mechanisch-physikalisches Geschehen. Die lebenden Substanzen werden dabei nicht verändert, sondern sogar beschützt, und sie werden auch nicht unlösbar mit dem Mineral verbunden, sondern nur locker festgehalten, genau so, wie es sein muß, wenn sie im Kreislauf der Nahrungen weiterlaufen sollen. Jede Pflanzenwurzel und jedes dabei helfende Bakterium kann die Verbindung Tonkristall-Lebendkristall wieder auflösen — mit Ausnahme der Abfallsubstanzen, der Humine; diese sind ja ohnehin wertlos für den Kreislauf der Substanzen, und sie sind auch sehr schwer vom Ton abzulösen. Was aber im Kreislauf gebraucht wird, das ist ablösbar. Und der Vorgang geht so lebhaft und wechselhaft vorstatten, daß er bisher noch von niemandem bemerkt werden konnte und nur indirekt nachweisbar ist.

Der Ton ist also die mineralische Grundlage der Bodenfruchtbarkeit. Ohne ihn wäre der Kreislauf der lebendigen Substanzen

über den Boden überhaupt nicht möglich, jedenfalls nicht in einer Form, die uns den Kulturanbau von Nahrungspflanzen erlauben würde.

Der Ton steht auf jener Stufe der Materie, auf der auch die lebenden Substanzen stehen; wird er weiter zerkleinert, wie man es durch intensive Treibdüngung sehr leicht erreichen kann, insbesondere durch die Stickstoffdüngung, so wird er wertlos für uns, ganz ebenso wie die lebenden Substanzen, wenn sie «zerkleinert» werden. Das sicherste Mittel, die Tonkristalle heil zu erhalten, ist die organische Düngung, die Humuswirtschaft. Ohne Treibdüngung werden den Tonkristallen niemals so viele Elementmoleküle entrissen, daß die Kristallstruktur zusammenbricht, die bindefähigen Außen-Moleküle der lebendigen Substanzen sorgen sogar dafür, daß die Tonkristalle notfalls mit neuen Bauelementen für ihr Ordnungsgefüge versorgt werden — auch hier hängt eins vom anderen ab, und wenn das eine «stirbt», so geht auch das andere zugrunde.

Nun ist der Tongehalt der Böden außerordentlich verschieden. Es gibt zwar kaum Böden, die keinen Ton enthalten, aber manche Verwitterungen haben, weil sie nicht leicht zu Tonkristallen aufspaltbar sind, so große Beständigkeit, daß die größeren Körner erhalten bleiben: Der Sand. Deshalb teilt man ja auch die Böden nach ihrem Ton-Sand-Verhältnis ein: Es gibt Sandböden, lehmige Sande, sandige Lehme, Lehmböden, tonigen Lehm und reine Tonböden. Das beste ist die 1/1 Mischung Sand-Ton; der Ton allein ist zu fein, der Sand allein zu grob. Sand und Ton allein sind sehr schwer fruchtbar zu machen. Die Quarzkristalle, aus denen der Sand besteht, sind nur sehr schwer angreifbar, aus Quarz entsteht wenig Ton, und die Sandböden sind zu «warm», sie sind «hungrig» und haben wenig Dauerfruchtbarkeit, weil die lebenden Substanzen in ihnen zu wenig Halt finden und rasch in die Pflanzen drängen. Beim reinen Tonboden ist es umgekehrt; hier sind zwar reichlich Kristalle vorhanden, aber kein «Verkehr» möglich, die Böden sind «kalt», sie ermöglichen zu wenig Leben, sie bieten weder den Bodenmikroben noch der Pflanze die nötige Bewegungsfreiheit, die zur Humusbildung und zum Wachstum erforderlich ist. Außerdem neigen natürlich hier die Kristalle zum Zerfall, und damit werden die Böden umso dichter.

Theoretisch hilft nur der Bodenaustausch, und wir dürfen annehmen, daß von dieser Möglichkeit umso mehr Gebrauch gemacht werden wird, als der Transport heute kein so großes Problem mehr ist. Der biologische Landbau wird sich damit noch sehr beschäftigen müssen, denn er ist ja ganz besonders vom Funktionieren des Kreislaufs der lebenden Substanzen abhängig. Man kann die leichten Sandböden nur fruchtbarer machen, indem man ihnen Tonkristalle zuführt und sie durch die Humuswirtschaft heil erhält, und man kann die Tonböden nur befruchten, indem man Sand zuführt und die dann erreichte Gare mit der Humuswirtschaft aufrechterhält. Wir dürfen aber froh sein, daß die meisten Böden unserer Breiten Mischungen aus Sand und Ton sind.

Die Moor- und anmoorigen Böden leiden darunter, daß ihre Tonkristalle zu sehr mit den Huminen, den Abfallstoffen aus früherer Lebenstätigkeit, beladen sind. Wie wir hörten, sind diese Huminstoffe nur sehr schwer ablösbar vom Kristall. Auch hier hilft nur die Humuswirtschaft und die Zufuhr von Lehm und Ton, diesmal am besten unter Kompostierung, damit die Tonkristalle nicht gleich wieder von Huminen besetzt werden.

Wir verstehen nun auch, warum Kalkstein-Verwitterungen zunächst ganz unfruchtbar sind: Es fehlt der Kristall. Kalkstein ist Abfallprodukt des Lebendigen, ihm fehlt das Ordnungsgefüge, ohne das es Fruchtbarkeit nicht gibt.

Der Tonkristall ist also das mineralische Gegenstück der Ordnungsgefüge lebender Substanz. Darin liegt seine Bedeutung. Wäre er nicht, so würde der Kreislauf des Lebens im Boden enden und niemals mehr aus ihm emporsteigen, um unsere lebendige Welt zu formen. Es ist gut, von diesem Geheimnis zu wissen.

**Erziehung ist Beispiel und Liebe
und sonst nichts**

Fröbel