

Zeitschrift: Kultur und Politik : Zeitschrift für ökologische, soziale und wirtschaftliche Zusammenhänge
Herausgeber: Bioforum Schweiz
Band: 23 (1968)
Heft: 2

Artikel: Über die Rolle der Gärung im Nahrungskreislauf
Autor: Rusch, Hans Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-890230>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.01.2025

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

Über die Rolle der Gärung im Nahrungskreislauf

Dozent Dr. med. habil. Hans Peter Rusch

Eine der wichtigsten wissenschaftlichen Entdeckungen der letzten Zeit war die aufregende Feststellung, daß alle Organismen auf der Erde ihre Lebensenergie aus den gleichen Quellen beziehen, Menschen und Tiere ebenso wie Pflanzen und Mikroben. Grundsätzlich verläuft die Verdauung von Nahrungen im tierischen oder menschlichen Darmkanal, in der Wurzelregion der Pflanzen und bei der Bildung der Bodengare nach den gleichen biologischen, physikalischen und chemischen Gesetzen. Und grundsätzlich handelt es sich im Nahrungskreislauf bei der Umformung der Stoffe um einen Vorgang, den die Wissenschaftler «Gärung» nennen. Was ist das?

Gärung heißt auf lateinisch «fermentatio», Fermentation, und das dazugehörige Ferment ist diejenige Substanz, die jeweils die Gärung in Gang setzt; sie wird auch «Enzym» genannt (Griechisch: Das im Sauerteig wirksame). Fermente oder Enzyme sind komplizierte organische Substanzen, die in winzigen Mengen große Stoffumwandlungen vollbringen können. Allerdings kann ein einziges Ferment immer auch nur einen einzigen Stoffwechsel vornehmen, für jeden solchen Vorgang ist immer ein besonderes Enzym erforderlich, und dieses Enzym kann auch immer nur den einen, ihm zugehörigen Stoffumsatz vollziehen. Wir werden davon noch genauer hören.

Wenn wir verstehen wollen, was «Gärung» eigentlich ist, dann müssen wir wissen, was denn bei den Umsetzungen nun umgesetzt wird: Es handelt sich dabei immer um sogenannte organische Stoffe, die wir als «Abfälle des Lebendigen» kennen, also um alles das, was irgendwelche Lebewesen, vom Menschen bis zum Bakterium, während ihres Daseins an «Ausscheidungen» abgeben oder nach ihrem Tode an leiblicher Substanz hinterlassen. Diese «Abfälle» enthalten nämlich durchwegs große Mengen an Lebensenergie, die durch Gärung oder Verbrennung für die Lebewesen nutzbar gemacht werden kann und nutzbar gemacht wird. Und diese Energie muß nutzbar gemacht werden. Es gibt nämlich überhaupt nur zwei Quellen von Lebensenergie auf unserer Erde: Die ursprüngliche Quelle ist die

Sonne, deren Strahlungsenergie über die sog. Cytochrome (das wichtigste davon ist das Chlorophyll der Pflanzen, Algen und Bakterien) nutzbar gemacht wird, indem aus den Endprodukten jeglichen Stoffwechsels, d. h. aus Kohlensäure und Wasser, organische Stoffe aufgebaut werden; durch die geordnete Sonnenstrahlung werden die leblosen Stoffe ketten- und ringartig geordnet und aneinander geheftet, es entstehen die sogenannten organischen Stoffe. In ihnen ist die Sonnenenergie enthalten, die nun durch eine «Zersetzung», d. h. durch den Abbau der riesigen Gebilde für das Lebendige nutzbar gemacht wird — das ist die eine, die ursprüngliche Quelle der Lebensenergie, mit der das Wachstum und die Vermehrung der Lebewesen möglich gemacht wird.

Die andere Quelle sind die «Abfälle» des Lebendigen. Sie enthalten zwar schon weniger Lebensenergie als die mit Hilfe der Sonnenenergie frisch gebildeten Stoffe («Assimilate»), aber immer noch genug, um das Bodenleben und das Leben der Pflanzen in Gang zu halten, bis die Pflanze (oder auch gewisse Bodenbakterien und Algen) wieder imstande ist, neue organische Stoffe aufzubauen («Assimilation» oder «Synthese» aus Kohlensäure und Wasser). Die «Abfälle» des Lebendigen, d. h. die während des Lebens oder nach dem Tode abfallenden organischen Stoffe, sind gewissermaßen halb-verbrauchte Stoffe und enthalten noch ungeheure Energie-Mengen. Aus ihnen kann das Lebendige noch solange Energie herausholen, bis sie schließlich wieder vollständig abgebaut sind zu den einfachsten Grundstoffen, aus denen sie einstmals aufgebaut wurden, nämlich zu Kohlensäure und Wasser. Und diese Grundstoffe des Lebendigen stehen nun wieder den Synthetikern unter den Lebewesen, d. h. hauptsächlich den Pflanzen zur Verfügung. Würden die Abfälle des Lebendigen nicht abgebaut bis zu Wasser und Kohlensäure, so wäre z. B. die gesamte Kohlensäure der Luft in wenigen Wochen einer Wachstumsperiode restlos verbraucht, und ebenso schnell die sog. boden-bürtige Kohlensäure, die in der fruchtbaren Erdrinde (Mutterboden) entsteht. Es dürfte interessant sein, zu erwähnen, daß bei der Synthese der organischen Stoffe verbrauchte Kohlensäure zu 5% von Organismen stammt — auch der Mensch atmet ja ständig Kohlensäure aus — zu 95% aber allein von Bakterien.

Die meisten Lebensenergien enthalten natürlich die frischen Assimilate der wachsenden Pflanze — Algen und Bakterien spielen als assimilations-fähige Lebewesen eine mengenmäßig geringere Rolle — d. h. also die von der Pflanze aufgebauten organischen Stoffe. Wenn diese Stoffe irgendwie direkt zur Verwertung in der Muttererde, also zur Gare- und Humusbildung kommen, so haben sie natürlich noch fast die ganze Energie, die bei der Assimilation in ihnen verankert worden ist, d. h. diejenige Sonnenkraft, die nötig war, um sie aufzubauen. Wandern die Stoffe aber durch einen tierischen oder menschlichen Organismus, so wird ihnen ein Teil ihrer Energie entnommen, nämlich genau die Energie-Menge, die nötig ist, um Tier und Mensch lebens- und vermehrungsfähig zu erhalten — deren «Abfälle» sind dann weniger energie-haltig als die frischen Assimilate. Ein Teil der organischen Nahrungsstoffe wird sogar von den tierischen Organismen bis zu Kohlensäure und Wasser aufgespalten, ihre Energie also total verbraucht. Der Energie-Gehalt aller derjenigen Stoffe, die letztlich zur Gare- und Humusbildung kommen, ist also sehr verschieden. Es wird aber von Boden und Pflanze auch das allerletzte «Fünkchen» von Lebensenergie, das noch in den Abfällen steckt, verwertet; sie sind sämtlich noch solange brauchbar, bis sie zu Kohlensäure und Wasser geworden sind. Die Pflanze aber kann sogar diese allerletzten «Endprodukte des Stoffwechsels» noch verwerten, ja, sie kann ohne sie überhaupt nicht ihrer Arbeit im Kreislauf der Lebensenergien nachkommen — sie muß ja ständig aus Wasser und Kohlensäure neue organische Stoffe herstellen, damit alles andere Leben auf der Erde existieren kann, sie selbst letzten Endes auch; denn ohne die Gare- und Humusbildung kann sie selbst nicht leben, und eine Bildung von Pflanzennahrung im Mutterboden wäre undenkbar ohne die Energie, die der Boden in Form organischer Abfallstoffe bekommt.

Das noch größere Kunststück vollbringt die Natur aber durch die Art und Weise, wie sie die Abfälle des Lebendigen im Boden verwerten läßt: Die Lebensenergie der Abfälle wird nicht einfach freigelegt und verbraucht, sondern sehr behutsam in kleinen Teilportionen mobilisiert; von dem «Bankkonto Lebensenergie» wird jeweils von einem der unzähligen Organismen, die an der Gare- und Humusbildung beteiligt sind, nur gerade so wenig abgehoben, wie benötigt wird, um diese Lebensvorgänge

mit Energie zu versorgen. Es wird sehr genau darauf geachtet, daß noch genügend an Energie und energie-haltigen Stoffen (lebende Substanz und Nährstoffe) übrigbleibt, wie die Pflanze zum Leben braucht, bis sie wieder imstande ist, selbst organische Stoffe aufzubauen. Die Lebewesen wären von sich aus nämlich durchaus imstande, den organischen Abfällen jegliche Energie zu nehmen und nur noch Wasser und Kohlensäure übrig zu lassen; das allein aber genügt nicht, um die Pflanze zu ernähren, denn sie braucht sowohl die hochmolekularen — aus sehr vielen Molekülen bestehenden — wie die niedermolekularen — aus einem oder einzelnen Molekülen bestehenden Stoffe, d. h. die lebendigen Substanzen und die Nährstoffe. Die Verwertung, die Zersetzung, der Abbau im Mutterboden darf also nur soweit gehen, daß diese ganz bestimmten, hoch- und niedermolekularen Stoffe übrigbleiben. Und das eben bewirken die Lebewesen des Bodens durch die sogenannte Gärung.

Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Arten des Abbaues organischer Stoffe: Die Gärung (fermentativer Abbau) und die Atmung (Oxydation oder Verbrennung). Beide Arten kommen in allen Organismen nebeneinander vor; bei niederen Organismen (z. B. den Bakterien, den Kleintieren u. a.) herrscht «Gärung» vor, bei allen höheren Organismen (z. B. Wirbeltieren und Mensch) herrscht «Atmung» vor. Ein einfaches Beispiel für «Atmung»: Man steckt organische Substanzen an, z. B. einen Heuhaufen oder einen Holzstoß; dann verbrennt alles Organische vollständig, übrig bleibt nur die tote Asche (Mineralien), Wasser und Kohlensäure. Das entstehende Wasser geht zusammen mit dem ehemaligen Wassergehalt des Materials in Wasserdampf über und wird, wie die entstehende Kohlensäure, der Atmosphäre einverleibt. Auch in den Organismen, und zwar in allen, findet immer «Atmung» statt, d. h. es wird immer auch Substanz oxydiert, indem sie mit Sauerstoff zusammengebracht wird. Ohne Sauerstoff brennt auch kein Heuhaufen. Allerdings wird hier die «Verbrennung» gehemmt, sie verläuft «dosiert», nicht stürmisch wie bei einem Brand, sondern sehr viel langsamer — es wird nämlich zum Ort der «Verbrennung» nur soviel Sauerstoff zugeführt, wie nötig ist, um die zulässige Wärme zu erzeugen; die Energie der organischen Stoffe, die hier als «Wärme» zum Ausdruck kommt, wird ökonomisch verwertet, die Verwandlung der Lebensenergie, einstmals von der Pflanze

aus Sonnenenergie in stoffliche Energie verwandelt, wird in den Lebewesen grundsätzlich unter sehr gestrenger Kontrolle auf sparsamste Weise in andere Energie umgewandelt, z. B. in die etwa benötigte Wärme-Energie.

Letzten Endes kommt bei der «Verbrennung» oder, wie man bei den Lebewesen sagt, bei der «Atmung» (Atmungsstoffwechsel) doch immer nur Kohlensäure und Wasser heraus, und das darf niemals überall durchgeführt werden, sonst würde ja nirgendwo Lebensenergie übrigbleiben. Wenn wir uns z. B. vorstellen, ein bestimmtes Bakterium, das als erstes über die organischen Abfälle herfällt, würde sie restlos bis zu Wasser und Kohlensäure aufspalten, um zu leben, dann würde es bald nur noch diese Sorte Bakterien geben, sonst nicht ein einziges anderes Lebewesen. Also ist im Nahrungskreislauf oder «Stoffwechsel» grundsätzlich die Atmung (Verbrennung, Oxydation) immer nur an einem Teil der organischen Substanzen erlaubt, sie muß gehemmt werden, indem der Zustrom des erforderlichen Sauerstoffes gehemmt und unter strenger Kontrolle gehalten wird. Und so geschieht es. Da die dabei freiwerdende Energie aber nicht ausreicht, schon allein deshalb, weil manchen Lebewesen kaum Sauerstoff zur Verfügung steht, andererseits aber die organischen Abfälle für den Nahrungskreislauf nutzbar gemacht werden müssen, gibt es die zweite Art der Energie-Beschaffung und des Abbaues, nämlich die Gärung oder Fermentation (Abbau durch Enzyme siehe oben).

Fermente oder Enzyme, das ist genau das gleiche, sind ganz raffinierte Produkte der lebenden Substanz. Eine jede lebende Substanz stellt eines oder mehrere Enzyme her; und diese Enzyme sind so konstruiert, daß sie nur jeweilen eine einzige Handlung vollbringen können. — Genauer gesagt: Enzyme veranlassen einen Umsetzungs- oder Abbauvorgang an organischen Substanzen, ohne selbst dabei verbraucht zu werden. — Aber das können sie schon in winzigen Spuren. Ein Abbauvorgang kommt also nur in Gang, wenn eine lebende Substanz das dazugehörige Enzym produziert, genau das Enzym, das nur diese beabsichtigte Handlung in Gang bringt. Ein Beispiel: Wenn im Boden die Zellulose — die von den Pflanzen aufgebaut wurde als Stützsubstanz und in Massen in den Boden kommt, verwertet werden soll, so muß die lebendige Substanz irgendeines Boden-Lebewesens, die die Energie der Zellulose benutzen will, das entsprechende En-

zym produzieren. Man nennt es Zellulase, weil es eben nur die Zellulose angreift. Aus einem Stoff höherer, organischer Ordnung wird dann ein Stoff niederer Stufe, es wird aus Zellulose die sog. Zellubiose. Dabei wird genau diejenige Lebensenergie frei, die nötig war, um aus Zellubiose die Zellulose herzustellen. Und nun kommt ein anderes Lebewesen im Mutterboden, das auch Lebensenergie haben will; es produziert dann wieder ein anderes Enzym, diesmal die Zellubiase. Wieder wird etwas Energie freigegeben, vom Zellubiase produzierenden Organismus verbraucht, und übrig bleiben mehrere Moleküle von sog. Glukose (wissenschaftlich Glucose, Traubenzucker). Die Glukose — einfaches Kohlehydrat — ist nun wasser-löslich geworden, sickert im Bodenwasser gelöst in die Region der zell-freien Gare und hilft dort die Bakterien der Wurzelregion ernähren, wobei die Glukose teilweise schon bis zu Wasser und Kohlensäure, den Endprodukten jeden organischen Stoffwechsels, abgebaut wird.

Das Beispiel zeigt, daß im Boden die Gärung als Abbauverfahren vorherrschen muß, wenn für die Wurzelbakterien und die Pflanze noch genug Lebensenergie übrigbleiben soll. Die Gärung «verbrennt» die organischen Abfälle nicht, sie teilt den Abbau in viele kleine Stufen ein, sie geht äußerst sparsam mit den innewohnenden Lebensenergien um und entnimmt nur jeweils einen kleinen Teil davon. Auch die letzte Stufe der Gärungen endet nicht bei Kohlensäure und Wasser wie die Verbrennung oder, wie man bei den Lebewesen sagt, die Atmung. Die Atmung braucht Sauerstoff, selbst die «gesteuerte», gehemmte Atmung in allen Organismen bedarf der Anwesenheit von Sauerstoff, der ja nicht nur in Luft und Wasser, sondern auch im Boden frei verfügbar vorkommt, wenn auch in wesentlich geringerer Menge.

Die Gärung aber — und das ist das Geheimnis — funktioniert grundsätzlich ohne Sauerstoff. Schon Louis Pasteur, der französische Pionier der Mikrobiologie, sagte: «Gärung ist Leben ohne Sauerstoff.» Dafür werden bei der Gärung die organischen Stoffe nur teilweise und nur schrittweise aufgespalten, und es werden jeweils nur kleine Energiemengen freigegeben, erheblich viel weniger als bei der Atmung oder Oxydation. Genau das brauchen wir bei vielen Organismen, und ganz besonders im Boden, wie wir ja schon gesehen haben. Bei der Gärung bleiben immer organische Stoffe übrig, ja, manche blei-

ben überhaupt unversehrt, weil sie durch Gärung nicht angegriffen werden können. Das Reich der höheren Organismen bis zum Menschen hin hätte überhaupt nicht entstehen können, wenn es im Stoffwechsel und Nahrungskreislauf nur die Atmung / Oxydation, nicht auch die gesteuerte Gärung / Fermentation durch Enzyme gäbe.

Man kennt die Gärung in mehreren Formen aus dem praktischen Leben. Die bekanntesten sind die Alkoholgärung und die Milchsäuregärung, so genannt, weil im einen Falle auch Alkohol entsteht (neben Kohlensäure), im anderen Falle Milchsäure. Die alkoholische Gärung wird durch Hefen bewirkt, die Zymase produzieren. Das ist eine Kette von zehn Fermenten, die in zehn Stufen Kohlehydrate bis zu Alkohol und Kohlensäure aufspalten, wobei die Hefen aus der freiwerdenden Energie selbst wieder neue organische Stoffe aufbauen. Die Milchsäuregärung wird ebenfalls durch eine Kette von Enzymen bewirkt; sie hinterläßt Milchsäure, die eine konservierende Wirkung hat, weshalb die Milchsäuregärung seit langem vom Menschen technisch benutzt wird (Sauerkraut, Sauermilch, Käsebereitung, Silage).

Für uns besonders interessant ist der Vorgang der Silage, die Bereitung von Silofutter, eine Konservierungsart von Grünfütter, das ein besonders hochwertiges Produkt hinterläßt. Die Silage hat den großen Vorzug, daß sie recht unabhängig vom Wetter ist — das ist die Heubereitung nicht — und daß sie gerade am besten funktioniert, wenn das noch junge Grünfütter geerntet wird. Es handelt sich auch hier um eine Gärung, und eine Gärung funktioniert nur, wenn in dem gärenden Material nur noch kleine Sauerstoffreste zur Verfügung stehen, so daß die Umsetzung praktisch ohne Sauerstoff vor sich gehen muß. Dabei sind zunächst Bakterien der großen Gruppe der Kolibakterien und sogenannte Aerobakter, beides milchsäurebildende Stäbchenbakterien, tätig. Später, wenn das Produkt schon sauer geworden ist, kommen die sogenannten Laktobazillen und Milchsäure-Streptokokken in den Vordergrund. Alle diese Lebewesen spalten die Eiweißstoffe auf und bilden unter anderem auch Geschmacksstoffe, die das Vieh liebt. Das Futter wird also leichter verdaulich gemacht, hat aber nur dann einen hohen Nährwert, wenn das Material hochwertig war und richtig vergoren wurde. Das Material braucht eine gewisse

Temperatur, die durch den Standort und die Bauweise bestimmt wird, und der Zutritt neuen Sauerstoffs muß verhindert werden. Der im Material und der miteingebrachten Luft vorhandene Sauerstoff genügt für die restliche Atmung.

Es gibt auch Gärung mit zu wenig Sauerstoff, und das ist für den Ablauf von Gärungen wesentlich ungünstiger als etwas zuviel Sauerstoff, denn dabei werden Gifte produziert und Gase gebildet, die ungenützt entweichen. Diese Art der Gärung nennt man Faulung oder Fäulnis. Die biologisch erwünschte Gärung braucht nämlich ein gewisses Gleichgewicht zwischen Atmung und Gärung, sie braucht fast keinen Sauerstoff, aber sie braucht einen Rest an Sauerstoff; fehlt dieser Rest oder wird bei einem einseitig beschaffenen Material mehr Sauerstoff verbraucht als üblich ist, so entsteht die Faulung. Ein typisches Beispiel ist die sauerstoff-freie Vergärung von Jauche. Wenn man der Jauche nicht regelmäßig etwas Luft zuführt, so werden alle diejenigen Gärungsbakterien unterdrückt, die zwar wenig, aber doch etwas Sauerstoff nötig haben, und es überwiegen die Fäulnisbakterien. *Diese hinterlassen aus ihrem Stoffwechsel nicht nur giftige Substanzen wie Phenol und Schwefelwasser, sondern bringen auch hohe Stickstoffverluste durch das Entweichen von Ammoniak. Alle diese Stoffe «stinken» stark. Auch im ungenügend garen, dicht-liegenden Boden «ersticken» die normalen, biologisch-physiologischen Gärungen und weichen der Fäulnis, und deren Produkte sind sämtlich unerwünscht und für die Pflanzen «giftig» — mit Ausnahme des Ammoniak, das über die Wurzelbakterien für die Pflanze verwertet werden kann.*

Die normale, natürliche Gärung hinterläßt stets verwendbare Nahrungsstoffe und auch stets einen Rest von Lebensenergien, besonders in Form der lebenden Substanzen. Nicht von ungefähr sprechen wir von «Boden-Gare», denn sie entsteht durch Gärung. Gärung aber ist jener fein abgestufte Abbau der organischen Substanz, die durch alle Organismen hindurchgeht, erstmals aus Sonnenenergie aufgebaut war und mit ihren letzten Energien auch wieder die Pflanze ernährt, die sie wieder von vorne aus der Strahlenenergie der Sonne aufbaut.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse beim sogenannten Stapelmist. Die eben ausreichende Sauerstoffzufuhr bekommt der Miststock nur an der Oberfläche, wo er ihn nicht einmal

verwerten kann, weil er dort meist ausgetrocknet ist. *Der größte Teil des Mistes, eines ursprünglich so hochwertigen, organischen Abfalles, erstickt buchstäblich in der Fäulnis, wird spektiv und schlecht-riechend. Dabei werden nicht nur große Nährstoffanteile sinnlos verbraucht, sondern auch die lebende Substanz entwertet und giftige Produkte gebildet, die sowohl den Boden- wie den Pflanzenorganismus stark belasten und zu Entgiftungsmaßnahmen zwingen, welche die Humifizierung einschränken.*

In einem gut geführten, öfters belüfteten Haufen-, Tonnen- oder Grubenkompost kann man zwar erreichen, daß die normalen, physiologischen Gärungen richtig verlaufen und hochwertige Pflanzennahrung hinterlassen. Die Kompostierung auf Haufen hat aber einen anderen, entscheidenden Nachteil: Die enthaltenen organischen Stoffe werden abgebaut — schon in vier Wochen etwa die Hälfte —, ohne daß der Boden davon einen Nutzen hat. *Je «reifer» ein Kompost ist, um so weniger ist er imstande, eine reguläre «Zell-Gare» — das ist die grobporige Gare der oberen Zentimeter garen Bodens — aufzubauen, weil ihm dazu die erforderlichen, noch nicht angebrauchten Nährstoffe (z. B. die Zellulose) fehlen und weil ihm auch die bei der Umsetzung und Gärung entstehende Wärme fehlt — sie erwärmt den Komposthaufen sinnlos und heizt statt dem Boden die Atmosphäre über dem Komposthaufen.*

Ob es sich nun um Stapelmist oder Komposthaufen handelt — verhindern läßt sich die falsche Gärung und der Energieverlust nur, indem man die «Oberflächenkompostierung» anwendet. Nur dann laufen die von Natur vorgesehenen Gärungen in sparsamster Form und unter größter Schonung der ungeheuren Werte, die in organischen Abfällen stecken. Man wird also ein jedes Material sobald als möglich auf den Boden zu bringen versuchen, soweit sich das irgend mit den Betriebsarbeiten vereinbaren läßt, sobald irgendeine Fläche zur Düngung zur Verfügung steht.

*Wir gehen durch das Leben, den Blick nach
außen gewendet. In uns aber leben die Wun-
der der Seele, und wir wissen nichts davon.*

Dr. Bircher-Benner