

Biophyt AG

Forschungs und Beratungsinstitut für angewandte Agronomie und Oekologie



Aspekte der Verwertung von organischen Reststoffen

Basis der Biologie der Kompostierung

Jacques G. Fuchs, Biophyt AG

(jacques.fuchs@biophyt.ch)



Basis der Biologie der Kompostierung



- > *Biologie der Kompostierung*
- > *Die Organismen der Kompostierung*
- > *Die Phasen des Kompostierungsprozesses*
- > *Parametern des Kompostierungsprozesses*
- > *Faktoren, die die biologische Prozesse beeinflussen*
 - > *C/N Verhältnis der Anfangsmischung*
 - > *Feuchtigkeit des Rottegutes*
 - > *Lufthaushalt im Rottegutes*
- > *Produkt aus der Kompostierung*



> *Was bedeutet kompostieren ?*

Das Kompostieren beschreibt einen natürlichen Prozess, bei welchem Mikroorganismen organische Reststoffe in ein stabilisiertes Produkt umwandeln

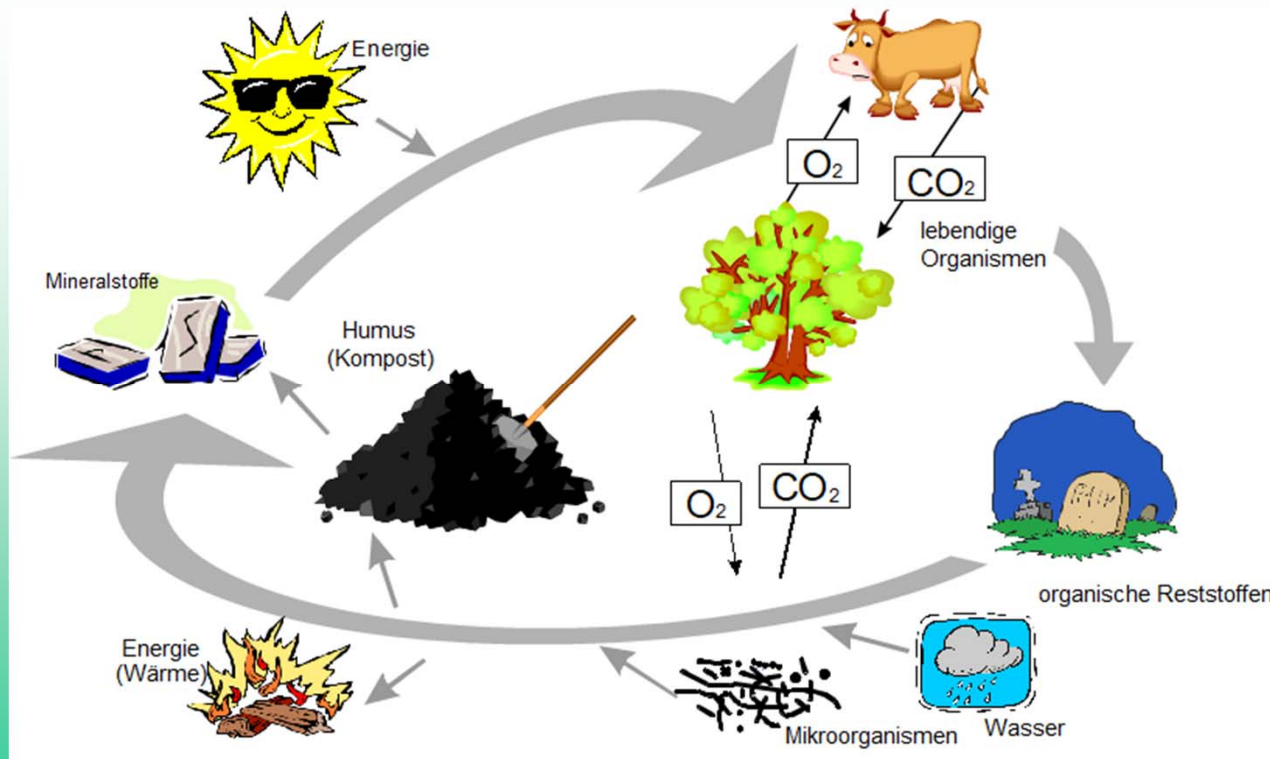
> *Welche Produkte resultieren aus einer fachgerechten Kompostierung ?*

Ein homogenes, mikrobiologisch aktives Produkt, welches frei von unerwünschten Bestandteilen ist: der Kompost!

Basis der Biologie der Kompostierung



> Der natürliche Kreislauf des Lebens



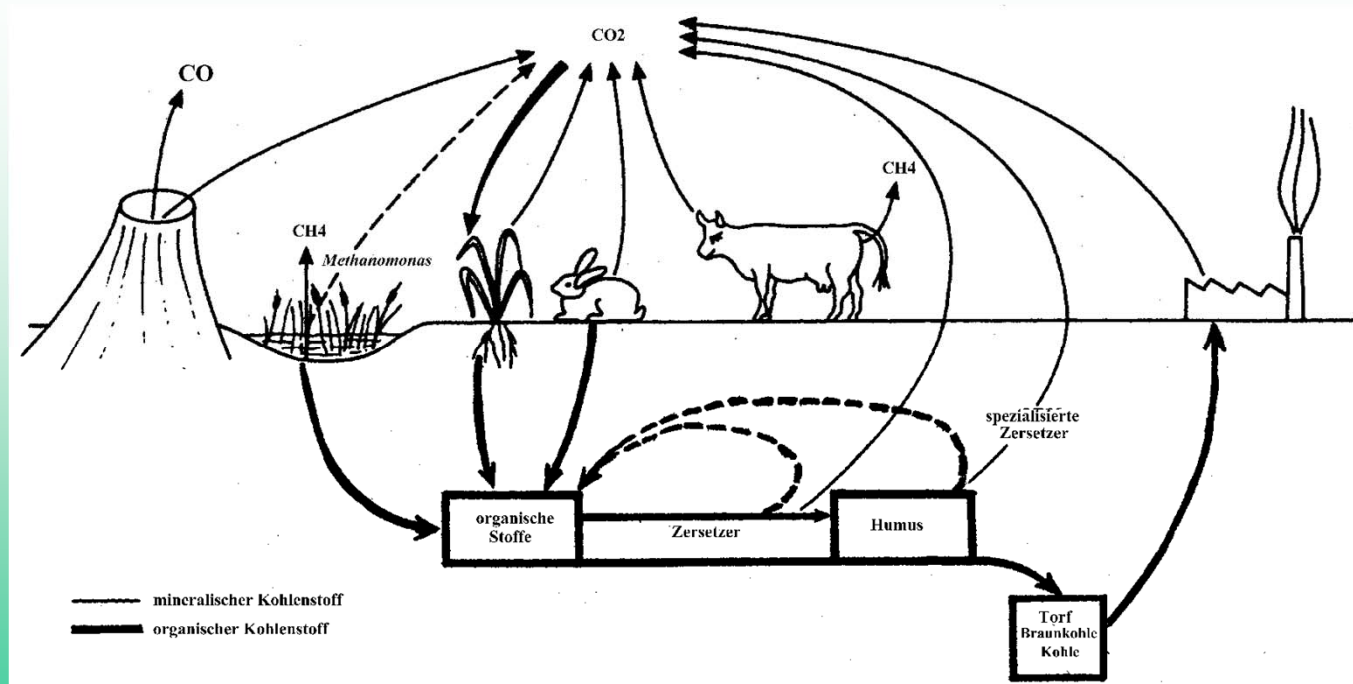


- > *Zwei Elemente sind beim Lebenskreislauf besonders wichtig*
 - > *der Kohlenstoff (Energiequelle)*
 - > *der Stickstoff (Proteinbaustein)*

Basis der Biologie der Kompostierung



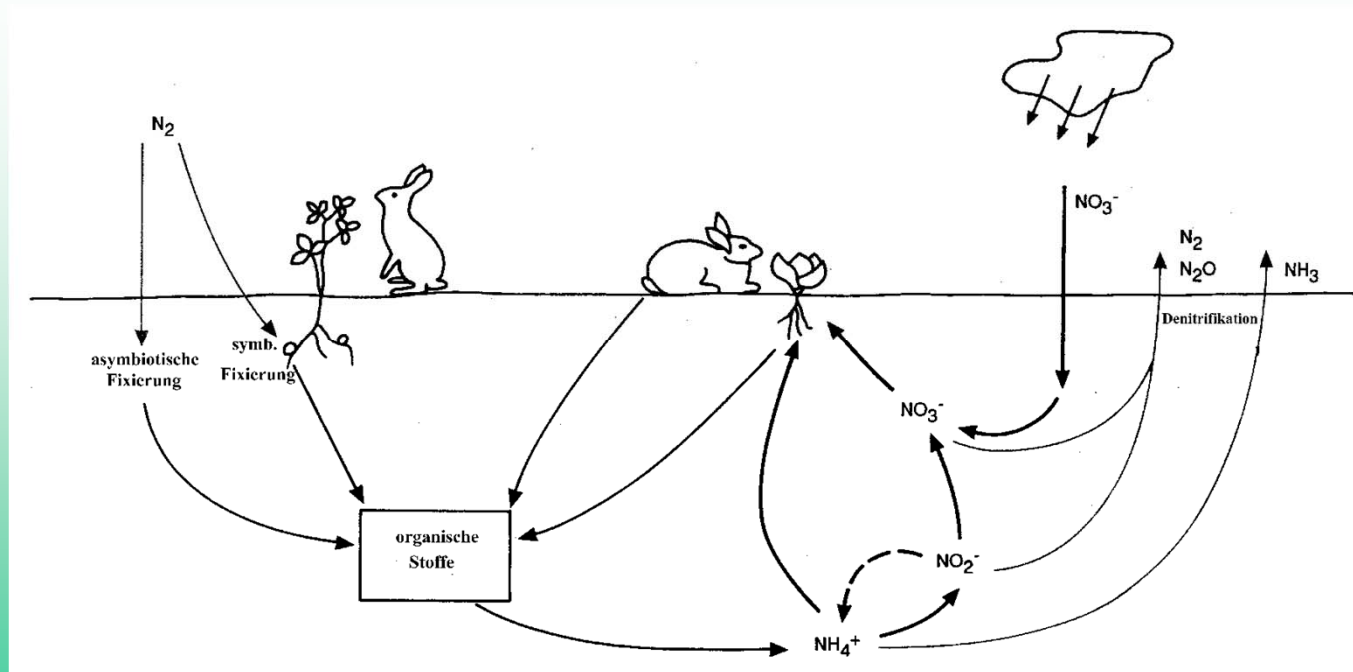
> Kohlenstoffkreislauf in der Natur



Aus P. Davet, 1996



> Stickstoffkreislauf in der Natur





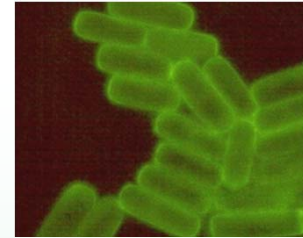
- > *Kompostierung: natürlicher Prozess*
- > *Unzählige Organismen arbeiten zusammen*
- > *Rolle der Kompostiermeister: die optimalen Arbeitsbedingungen für die Organismen schaffen*

- > *Aber welche Organismen sind überhaupt im Komposthaufen aktiv?*

Die Organismen der Kompostierung



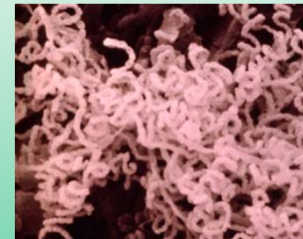
> *Bakterien*



> *Pilze*



> *Actinomyceten*



> *Höhere Organismen*

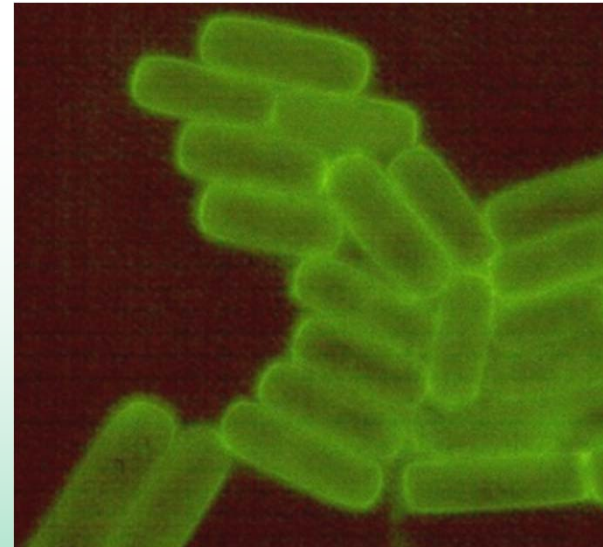


Die Organismen der Kompostierung



> Bakterien

- > bei günstiger Nahrungsangebot: hohe Aktivität und schnelle Vermehrung möglich
- > können sowohl bei Sauerstoffanwesenheit (aerobe Bedingungen) wie bei – abwesenheit (anaerobe Bedingungen) aktiv sein. Aber die erzeugte Produkte sind dann nicht die Gleichen!
- > sind vor allem am Anfang der Rotte sehr aktiv
- > sind verantwortlich für die Temperaturerhöhung am Anfang des Kompostierungsprozess (bei günstigen Sauerstoff- und Wasserhaushalt im Komposthaufen)
- > Können nicht Holz (Lignin) abbauen



Die Organismen der Kompostierung



> Pilze

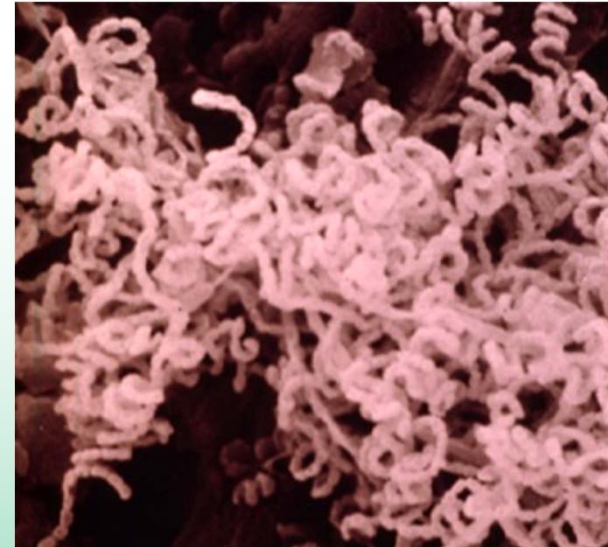
- > *Pilze können nur unter aeroben Bedingungen (bei Sauerstoffanwesenheit) aktiv sein*
- > *sie können Holz abbauen*
- > *bilden die stabilen Krümeln während der Reifungsprozesse*
- > *spielen wichtige Rollen in Relation mit den positiven Eigenschaften von Komposten*



Die Organismen der Kompostierung



- > *Actinomyceten*
 - > *es handelt sich um spezielle Bakteriengattung mit langgestreckten und oft verzweigten Zellen, welche sich nicht aktiv bewegen können*
 - > *Actinomyceten können Substanzen abbauen, welche weder andere Bakterien noch die Pilze effizient angreifen können, z.B. Chitin*
 - > *spielen somit eine sehr wichtige Rolle bei der Zersetzung von schwer abbaubaren Stoffen*



Die Organismen der Kompostierung



> Höhere Organismen

- > bei der industriellen Kompostierung kaum relevant, da diese die hohen Prozesstemperaturen nicht ertragen. Ihre mechanische Arbeit wird dann durch Maschinen durchgeführt
- > diese Bodenfauna ist jedoch besonders bei der Hauskompostierung und ebenfalls bei speziellen Rottesystemen, wie bei der Wurmkompostierung, sehr wichtig
- > Diese Tiere sind meistens auf eine feuchte Umgebung angewiesen
- > Kompostwurm, Doppelfüßler und Tausendfüßler, Asseln, Hornmilben, Springschwänze, Fliegenlarven, Steinkriecher, Raubmilben, Bodenspinnen, etc.



Die Phasen des Kompostierungsprozesses



> *Abbauphase*

- > *grossen Materialschwund (ca. 50% des Volumens)*
- > *extrem intensive mikrobiologische Aktivität*
- > *starke Temperaturerhöhung*
- > *natürliche Hygienisierung des Kompostgutes*

> *Reifephase*

- > *Neuorganisation der Bausteine der organischen Stoffen, welche während der Abbauphase «zerlegt» wurden*
- > *Mineralisation sowie die Humusbildung laufen*
- > *Bildung von Ton-Humus-Komplexen und stabiler Krümelstruktur*
- > *Entwicklung der positiven Eigenschaften des Produktes
(bei optimaler Prozessführung)*

Parametern des Kompostierungsprozesses

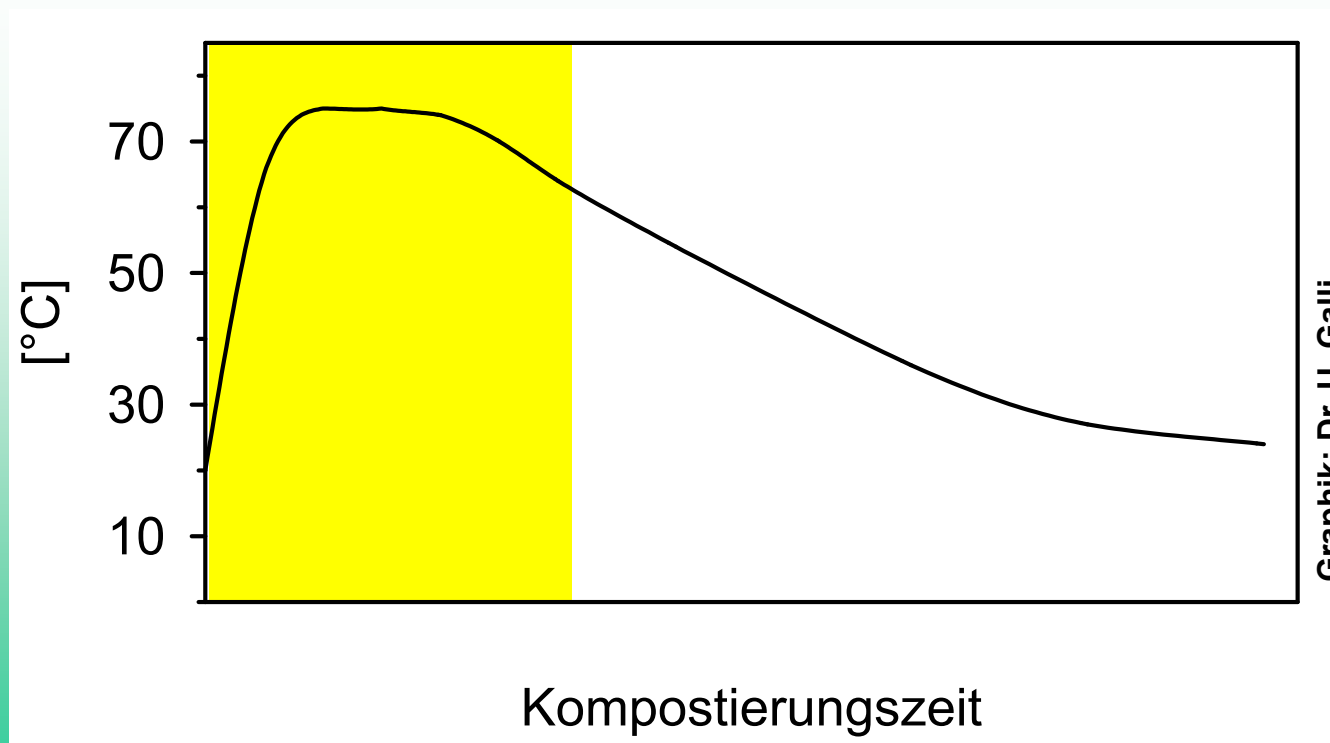


- > Kompostierung ist ein fortschreitender Prozess*
- > Mikroorganismen Populationen verändern sich während Rotte*
- > chemischen und physikalischen Parametern verändern sich auch während des Rotteprozesses*
- > mit der Beobachtung dieser Parameter kann der Kompostmeister beurteilen, ob die Rotte optimal verläuft oder ob Massnahmen getroffen werden müssen*
- > Dauer des Prozesses kann je nach Intensität der Materialbearbeitung und Zusammensetzung der Ausgangsmischung stark variieren (zwischen 8 Wochen und 8 Monaten bis zum reifen Kompost). Der Verlauf der verschiedenen Parameter bleibt jedoch prinzipiell vergleichbar.*

Parametern des Kompostierungsprozesses



> Temperatur

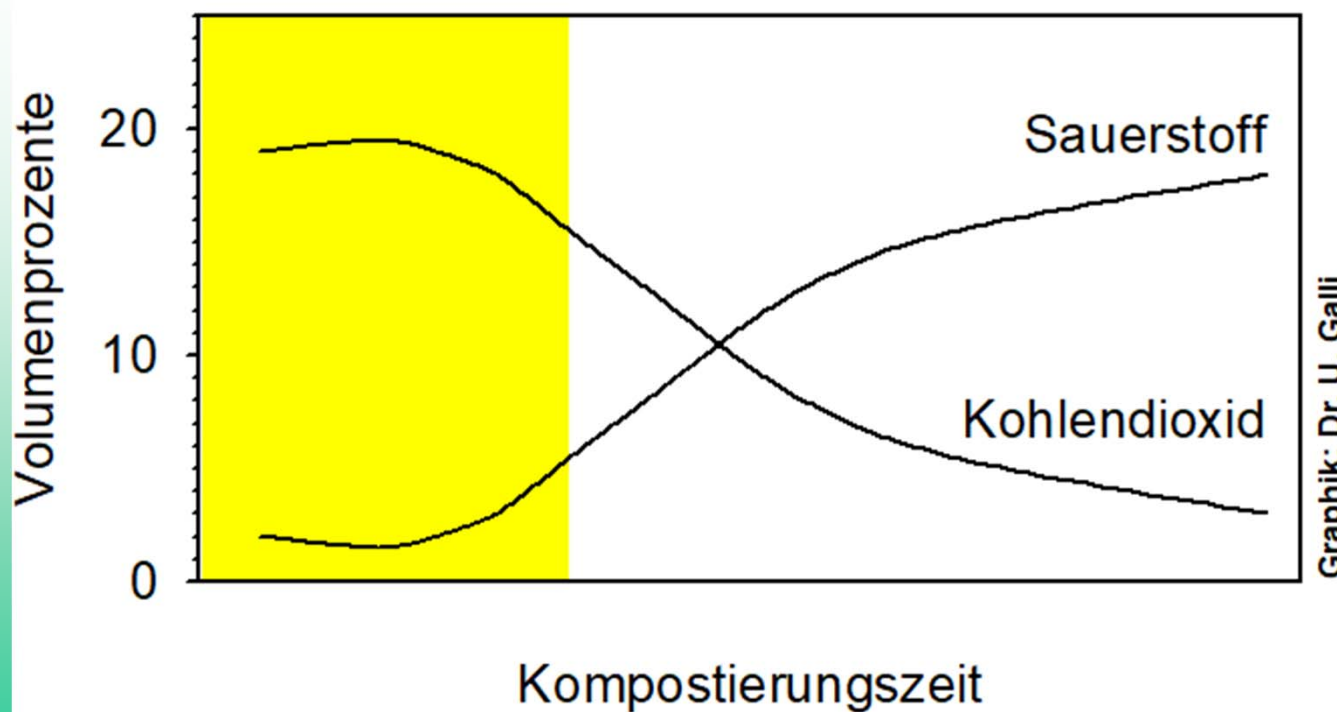


Graphik: Dr. U. Galli

Parametern des Kompostierungsprozesses



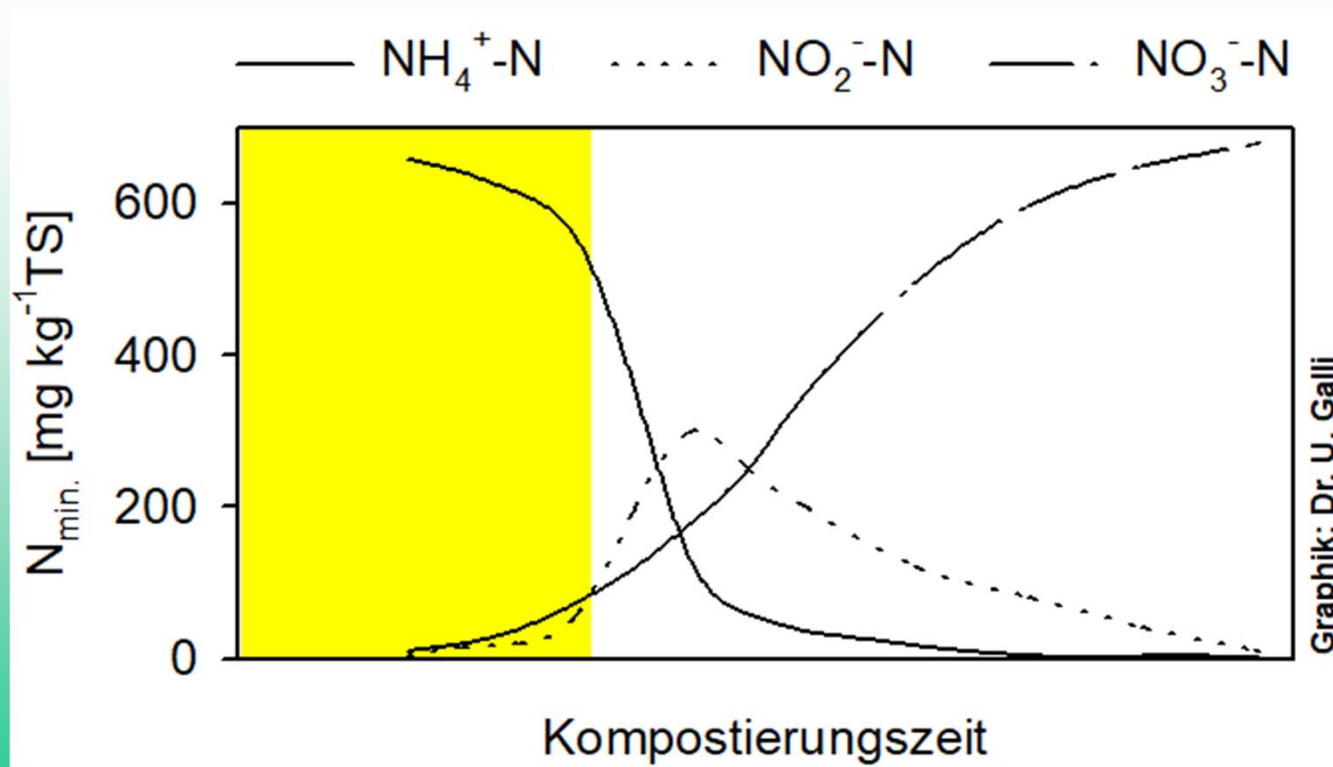
> Luftzusammensetzung im Rottegut



Parametern des Kompostierungsprozesses



> Mineralische Stickstoffformen

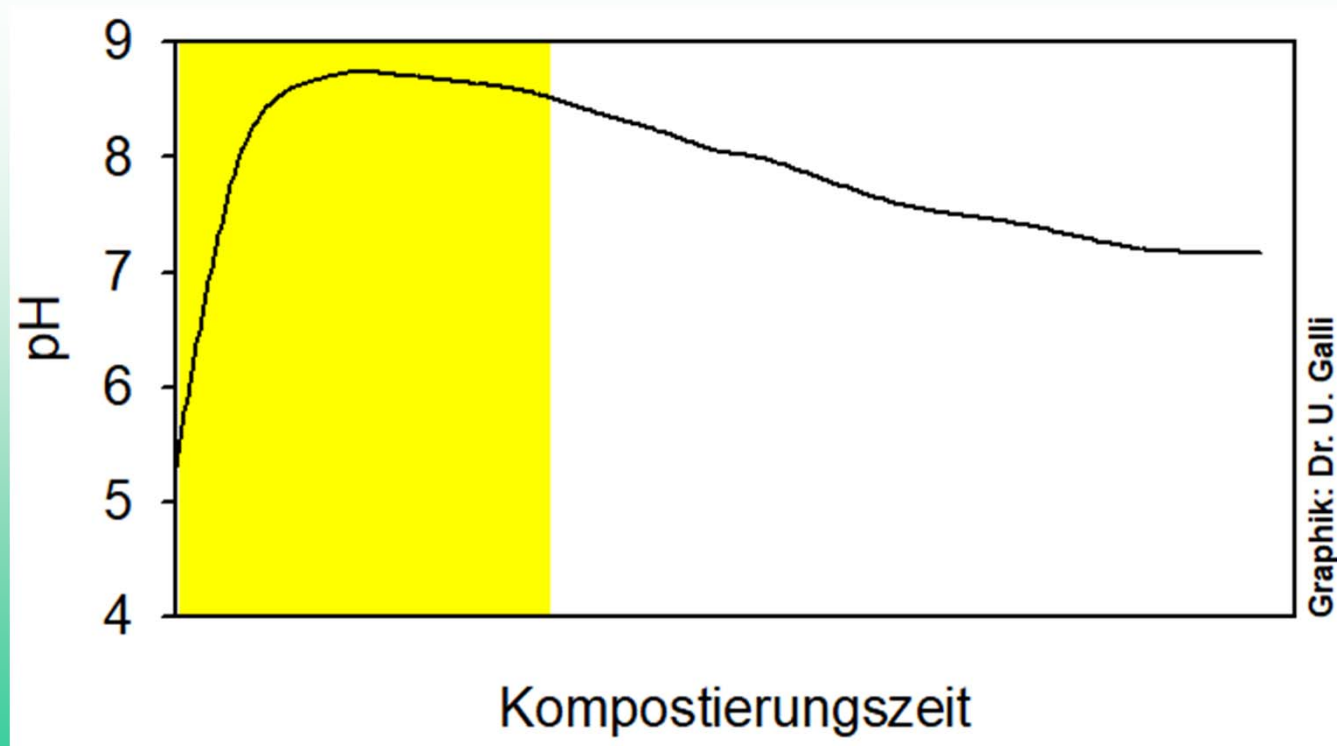


Graphik: Dr. U. Galli

Parametern des Kompostierungsprozesses



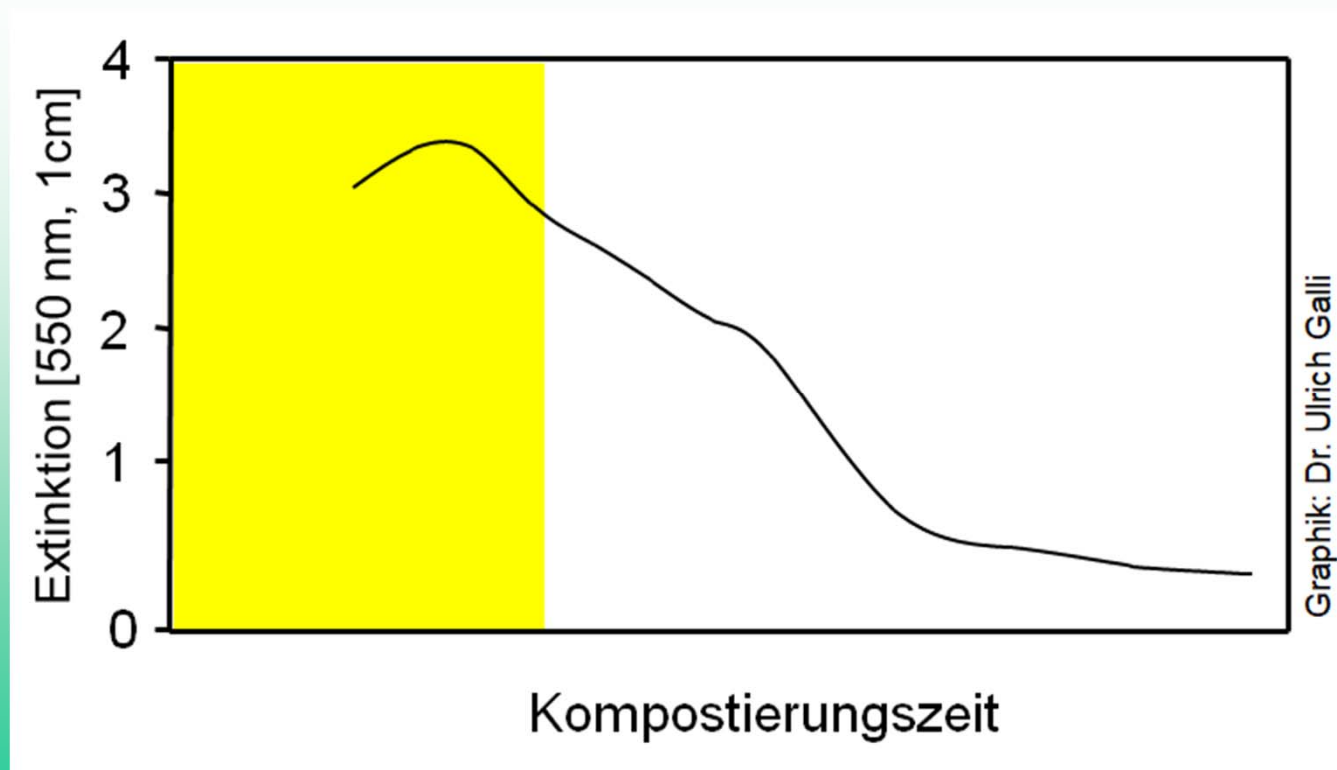
> *pH-Wert*



Parametern des Kompostierungsprozesses



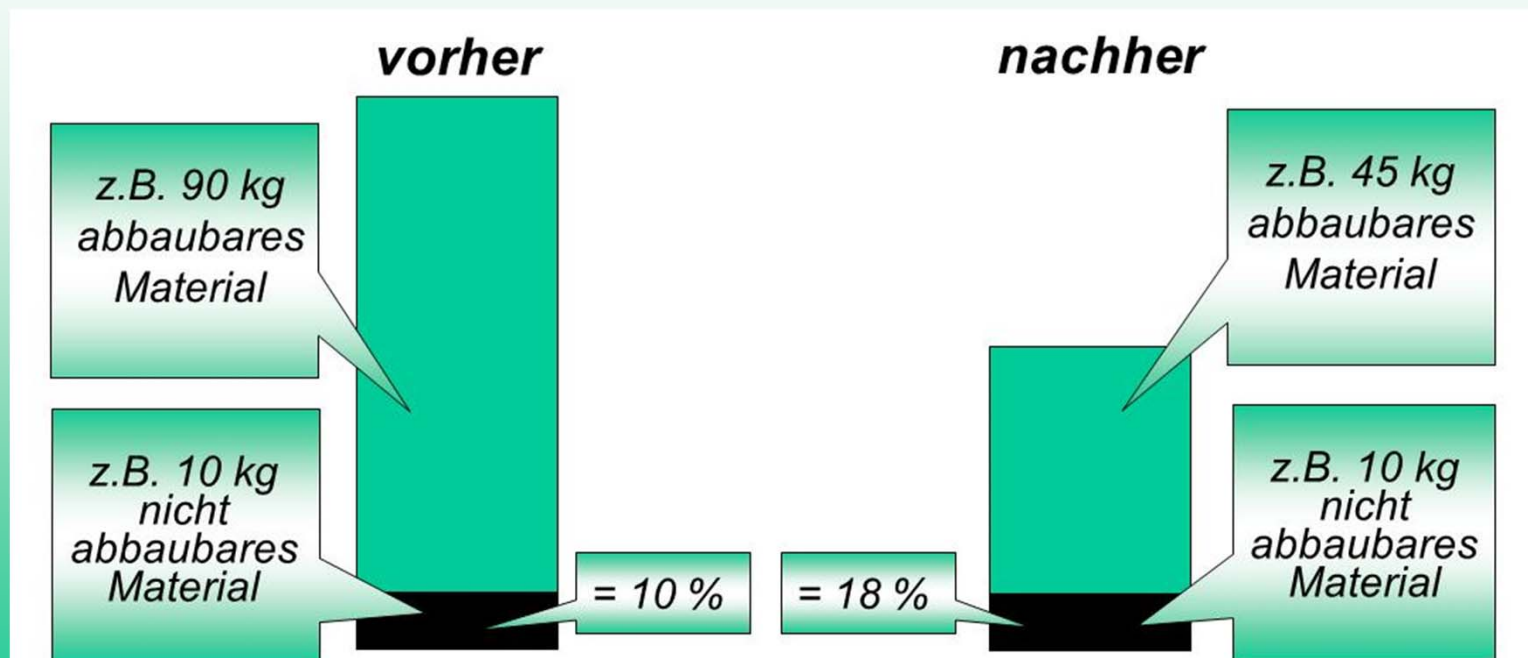
> *Farbintensität des Wasserextraktes*



Parametern des Kompostierungsprozesses



- > *Unerwünschte Stoffe während des Rotteverlaufes*
 - > Schwermetalle, Fremdstoffe (Plastik, Steine):
 - > *wegen dem Materialschwund während der Kompostierung nimmt ihre Konzentration zu*



Parametern des Kompostierungsprozesses



- > *Unerwünschte Stoffe während des Rotteverlaufes*
 - > *Schwermetalle, Fremdstoffe (Plastik, Steine):*
 - > *wegen dem Materialschwund während der Kompostierung nimmt ihre Konzentration zu*
 - > *Chemische Verbindungen (organische Schadstoffen, Pestiziden, ...):*
 - > *viele werden dank Temperatur und intensive biologische Aktivität im Komposthaufen schneller und besser abgebaut als normalerweise in der Natur*
 - > *es gibt aber gefährliche Stoffen, die während Kompostierungsprozess nicht abgebaut werden (wie gewisse organischen Schadstoffen). Vorsicht mit unbekanntem Stoffen gelten lassen: Untersuchungen bezüglich ihrer Abbaubarkeit machen und regelmässige Kontrollen des Endproduktes*
 - > *Krankheitserregern, Schädlingen, Unkrautsamen :*
 - > *werden abgetötet, falls die Rotte fachgerecht durchgeführt wird*
 - > *dabei sind drei Mechanismen im Spiel: die Temperatur, die chemischen Verbindungen, welche sich während der Rotte entwickeln, und die mikrobiologische Aktivität*

Parametern des Kompostierungsprozesses



- > Salzgehaltes: vor allem durch die Ausgangsmischung bestimmt
 - > steigt leicht während der Rotte in Folge der Mineralisierung des organischen Ausgangsmaterials und der Konzentrierung wegen Materialschwund

- > Nährstoffgehalte: vor allem durch die Ausgangsmischung bestimmt
 - > steigt leicht während der Rotte in Folge der Konzentrierung wegen Materialschwund
 - > Stickstoff: bei schlechte Rotteführung (zu trocken während Heissphase): Ammoniakverluste

Faktoren, die die biologische Prozesse beeinflussen



- > *C/N-Verhältnisse der Inputstoffen*
 - > *Das C/N-Verhältnis beeinflusst massgeblich die Rotte*
 - > *wenn sich zuviel C im Startmischung befindet (zuviel holziges Material, hohes C/N-Verhältnis) kann das Prozess nicht richtig starten, das Komposthaufen bleibt kalt.*
 - > *wenn sich zuviel N im Startmischung befindet (zuviel strukturloses Material, tiefes C/N-Verhältnis), können starke Stickstoffverluste und intensiven unerwünschten Geruchsemissionen in der Umwelt entweichen.*
 - > *Ein optimales C/N-Verhältnis eine Startmischung befindet sich zwischen 30/1 et 35/1*
 - > *Während der Rotte vermindert sich, infolge Mineralisierung und CO₂-Emissionen, das C/N-Verhältnis sinkt. Reifer Kompost hat ein C/N-Verhältnis von ca. 15/1.*

Faktoren, die die biologische Prozesse beeinflussen



- > *Feuchtigkeit des Rottegutes*
 - > *Der Wasserhaushalt spielt eine entscheidende Rolle im Rotteverlauf.*
 - > *Die Mikroorganismen leben im Wasserfilm, welcher die Feststoffe umgibt. Hier scheiden sie die Enzyme ab, welche die grösseren Verbindungen aufbrechen können. Erst dann können die Mikroorganismen die Nährstoffen aufnehmen. Wenn zu wenig Wasser vorhanden ist, kann dies nicht mehr laufen und die biologische Aktivität kommt zu Stillstand.*
 - > *Am Anfang der Rotte, wenn noch Ammonium im Rottegut vorhanden ist, führt eine Austrocknung des Kompostes zu Stickstoff-Verluste als Ammoniak.*
 - > *Wenn zuviel Wasser befindet sich im Rottegut, werden die Poren mit Wasser gefüllt, das Material wird kompakt und die Luft kann nicht mehr zirkulieren. Die Bedingungen werden anaerob, und unkontrollierte Fehlgärungen passieren.*

Faktoren, die die biologische Prozesse beeinflussen



- > *Lufthaushalt im Rottegutes*
 - > *Der Lufthaushalt, im speziellen den Sauerstoffgehalt, spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle im Rotteverlauf.*
 - > *Pilze brauchen Sauerstoff, um aktiv zu sein.*
 - > *Bakterien können ohne Sauerstoff aktiv sein. Dann nehmen sie aber Sauerstoff von anderen Molekülen, und toxische Substanzen können daraus resultieren (zum Beispiel Bildung von Nitrit aus Nitrat).*
 - > *Während den ganzen Kompostierungsprozess muss ein Minimum von 4% Sauerstoff.*
 - > *Genügende Belüftung ist besonders während Reifephase wichtig. Die biologische Qualität des Produktes kann im Fall von Sauerstoffmangel stark leiden.*
 - > *Ein reifer Kompost braucht während seine Lagerung Sauerstoff, auch wenn nicht mehr soviel. Aber wenn ein Minimum nicht gesichert ist, wird er anaerob und seine Qualität kann dadurch stark beeinträchtigt werden.*

Produkt aus der Kompostierung



- > *Endprodukt aus der Kompostierung: Kompost*
 - > *Organischer Dünger*
 - > *Verbesserer der Bodenfruchtbarkeit*
 - > *Biologischer Pflanzenschutzmittel*

- > *Kompost ist keinen Abfall! Wenn der Rotteprozess optimal beherrscht wird.*