

# Biologisch abbaubare Werkstoffe

## Biologische Desintegration und Abbaucharakteristik

Feliciano Graf

Email: feliciano.graf@studmail.kzo.ch

### Einleitung

In der vorliegenden Maturitätsarbeit sollte die Kompostierbarkeit von drei verschiedenen biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW) überprüft werden sowie deren Abbaucharakteristik. Es wurden die Materialien Mater-Bi, ecovio® und PLA untersucht, wofür die Bedingungen einer industriellen Kompostieranlage simuliert und die biotischen wie auch die abiotischen Faktoren überprüft wurden. Es wurde sowohl der pH-Wert, die Temperatur, das C/N-Verhältnis und die Biozönose des Komposts während des Versuches ermittelt. Die Proben wurden in ein Gitter verpackt und im Kompost inkubiert, mittels einer Ultramikropräzisionswaage in unregelmässigen Abständen über insgesamt 3 Monate gewogen und der Abbau wurde visuell sowie quantitativ festgehalten.

### Materialien

Die Kompostierung wurde 3 Monate lang durchgeführt. Für den Versuch wurde ein Thermokomposter benutzt, welcher durch eine Doppelwand isoliert war und ein Füllvolumen von 250 l hatte. Dazu wurde eine Drainage aus etwas grösseren Ästen angefertigt, sodass genügend Sauerstoff in den Kompost diffundieren und das exzessive Wasser ablaufen konnte, um eine Durchnässung des Komposts zu verhindern. In der Mitte wurden die Proben platziert und ebenfalls eine Sonde, welche die Temperatur im Kompostinnern messen konnte.

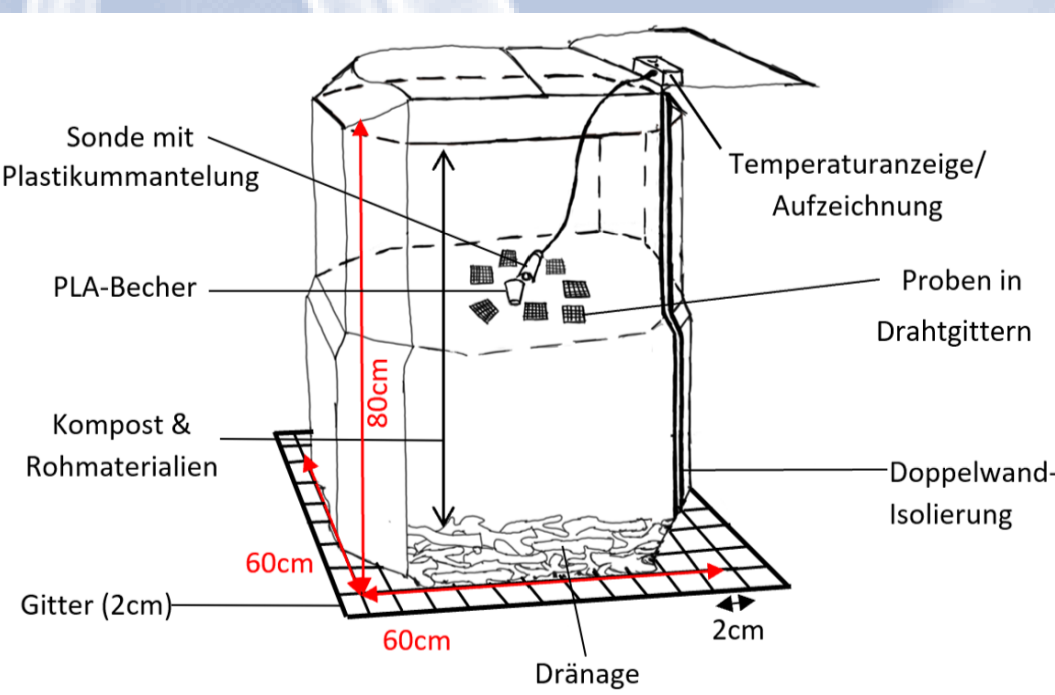


Abb. 1: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus

Der Thermokompost wurde durch 92 kg Kompost mit Mikroorganismen beimpft und es wurden 27.25 kg Rohmaterialien hinzugefügt, um die Mikroorganismenaktivität zu fördern. Die Rohmaterialien waren ausgeglichen mit grünem und braunem Material, um ein möglichst optimales C/N-Verhältnis zu erreichen. Dazu wurden in unregelmässigen Perioden neue Rohmaterialien hinzugefügt, um den Kompost erneut zu erwärmen.

Materialien	Menge Rohmaterial	C/N-Verhältnis	
	neu	neu	
Küchenabfälle	5.5 kg	2 kg	20/1
Stroh	3.0 kg	0.5 kg	80/1
Rasenschnitt	3.0 kg	2.5 kg	10/1
Frischer Heckschnitt	12.0 kg	4 kg	7/1
Getrocknete Blätter	3.0 kg		50/1
Sägemehl/ Holzschnitzel	0.25 kg	0.1 kg	500/1
Kleine Zweige/ Äste	0.5 kg		100/1
<b>Rohmaterialien (insgesamt)</b>	<b>27.25 kg</b>	<b>9.1 kg</b>	<b>29/1 20/1</b>

Abb. 2: C/N-Verhältnis der Rohmaterialien und den neuen Rohmaterialien

### Untersuchung

Um die Fragestellung, inwiefern BAW kompostierbar sind, zu überprüfen, mussten die Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren in der Kompostierung untersucht werden, um anschliessend die Ergebnisse beurteilen zu können.

Die Temperatur des Komposts zeigte einen stetigen Zyklus, bei dem die Temperaturen bis auf maximal 60,8 °C anstiegen. Die Selbsterwärmung des Komposts fand aufgrund der Mikroorganismen im Kompost statt, welche die Nährstoffe abbauten.

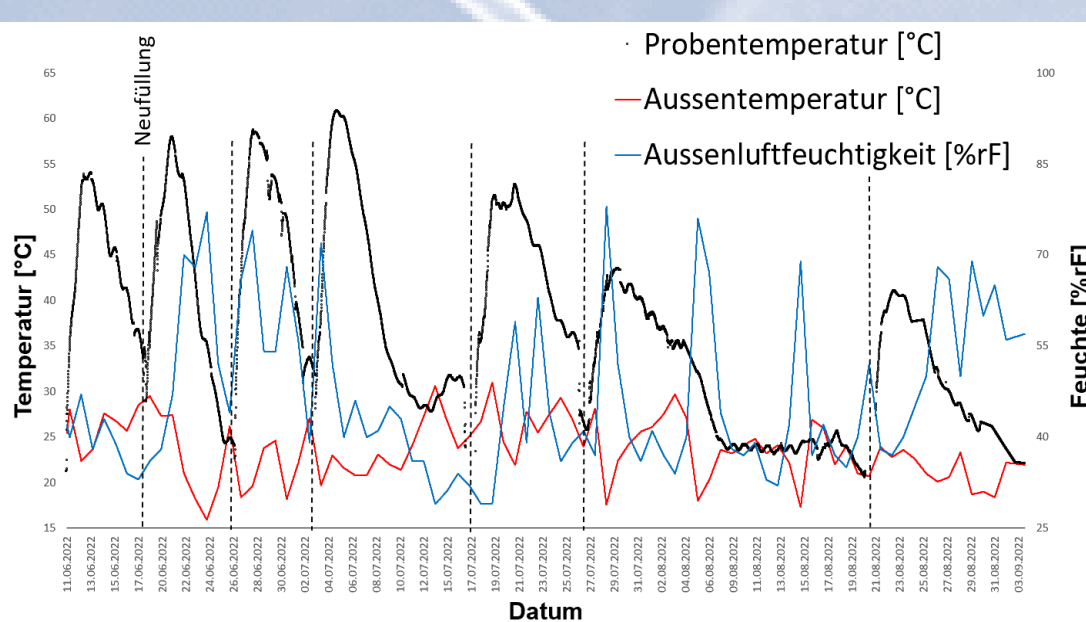


Abb. 3: Temperaturverlauf der Komposttemperatur in der Mitte (schwarz) sowie der Aussentemperatur (rot) und die Luftfeuchtigkeit (blau) in der Kompostumgebung während 12 Wochen

Grundsätzlich befand sich der pH-Wert während der Untersuchung immer im optimalen Bereich von 7 bis 8 pH für Mikroorganismen. Die Senkung des pH-Wertes zu Beginn des Versuches ist auf die Bildung von organischen Säuren als Zwischenprodukte zurückzuführen. Der Anstieg des pH-Wertes gegen Ende der Kompostierung wird durch die stabilen Humusverbindungen, welche im Laufe der Kompostierung aufgebaut werden, verursacht.

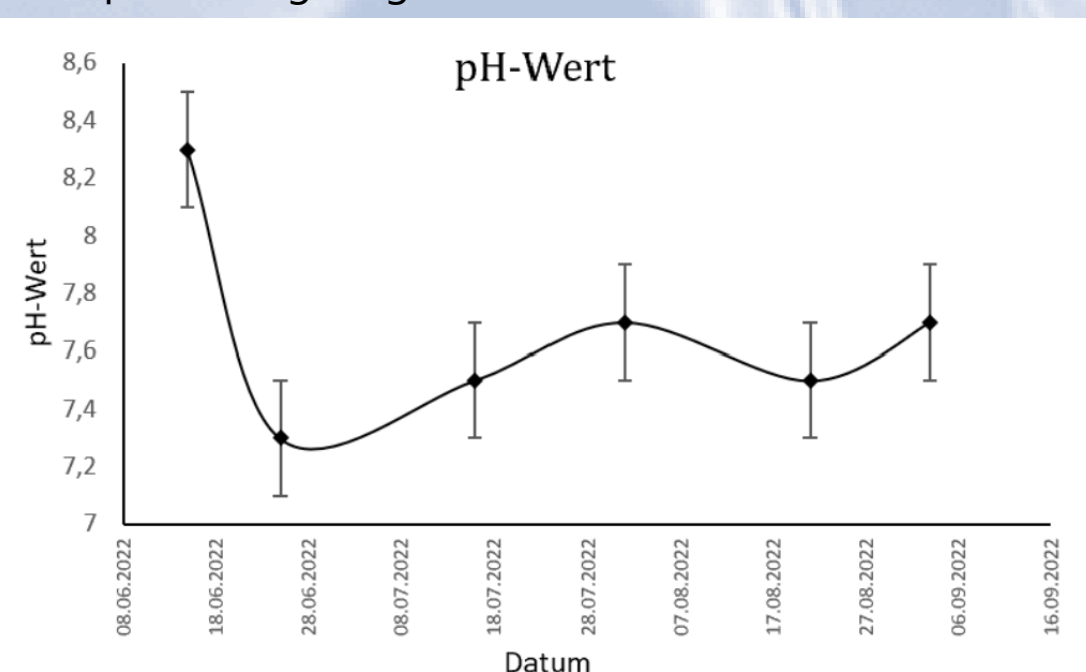


Abb. 4: Verlauf des pH-Wertes des Kompostes binnen 12 Wochen

Das C/N-Verhältnis gibt das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff an, wobei dieses stark mit der Mikroorganismenaktivität im Kompost verknüpft ist. Während der Untersuchung befand sich das C/N-Verhältnis immer im für die Mikroorganismen optimalen Bereich zwischen 30/1 und 20/1.

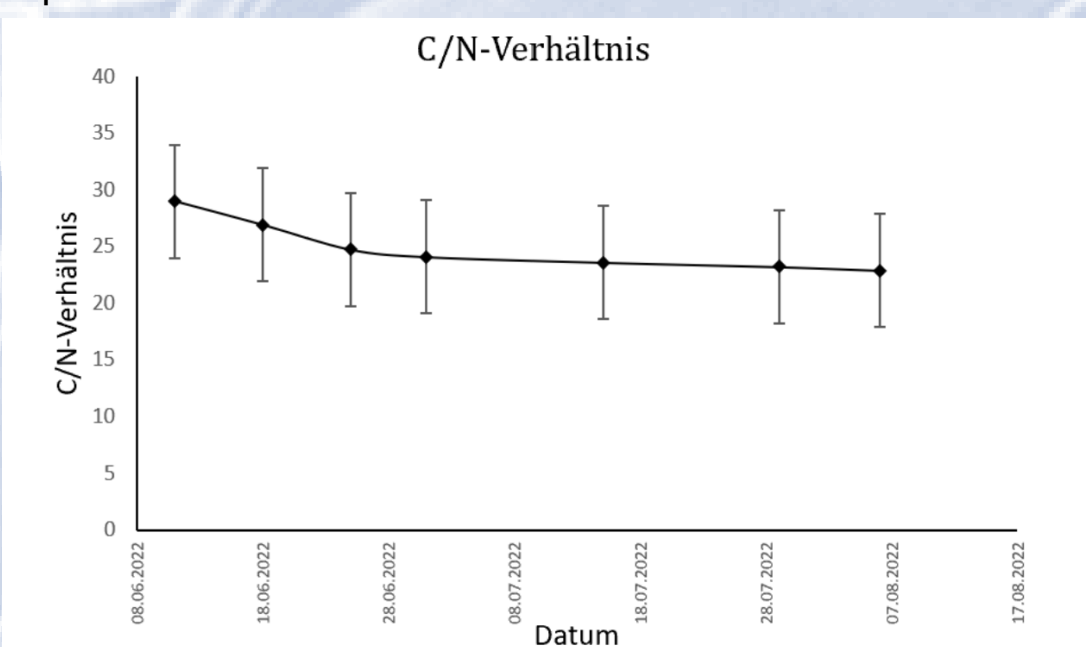


Abb. 5: Das C/N-Verhältnis der Rohmaterialien, welche dem Kompost hinzugefügt wurden

### Ergebnisse

Um zu beantworten, ob BAW kompostierbar oder biologisch abbaubar sind, müssen diese die Normen, welche mit solch einer Bezeichnung einhergehen, einhalten. Dafür müssen die BAW einen Massenverlust von 90 % innert 12 Wochen in einer industriellen Kompostieranlage zeigen.

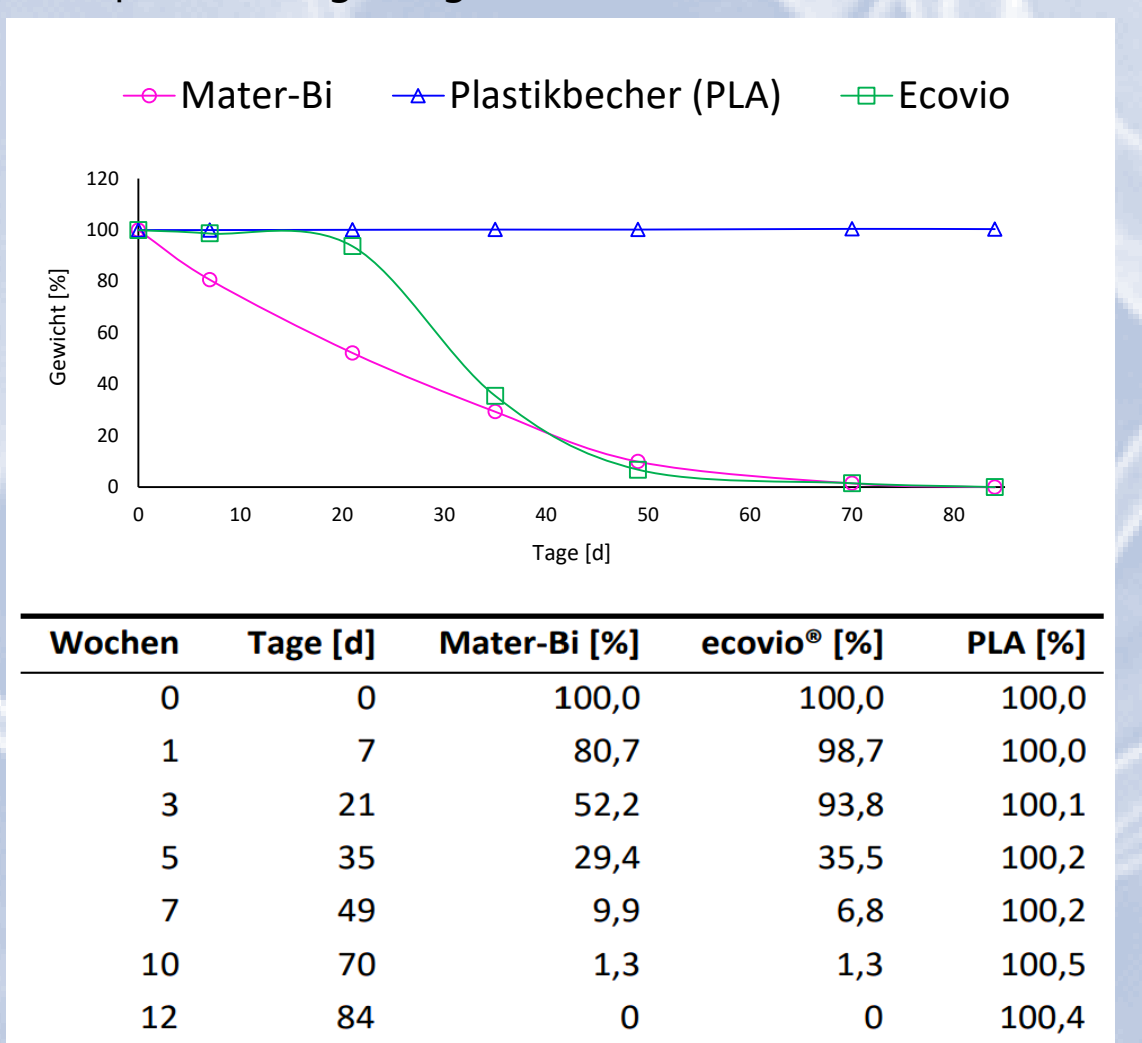


Abb. 6: Biologische Desintegration der drei verschiedenen BAW ecovio®, Mater-Bi und PLA innert 12 Wochen

### Zusammenfassung

- Im Laufe des Versuches konnte gezeigt werden, dass es erhebliche Unterschiede im Abbauverhalten der verschiedenen Kunststoffe gab und dass nicht alle BAW tatsächlich biologisch abbaubar sind. Während ecovio® und Mater-Bi binnen 12 Wochen gänzlich abgebaut wurden, zeigte PLA keine Anzeichen eines tatsächlichen Abbaus.
- Das Abbauverhalten ist auf die Struktur der verschiedenen biologisch abbaubaren Werkstoffe zurückzuführen, nicht aber auf ihre Herkunft. Somit ist es gleichgültig, ob die Polymere aus fossilen oder nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Denn sowohl Mater-Bi als auch ecovio® bestehen zum Teil aus fossilen und nachwachsenden Bestandteilen, welche beide abgebaut wurden. PLA hingegen ist ein Kunststoff, welcher gänzlich aus nachwachsenden Rohstoffen synthetisiert wird, jedoch zeigte dieser keinen Massenverlust während der 12 Wochen in denen der Versuch durchgeführt wurde.
- Diese Arbeit konnte somit beweisen, dass es starke Unterschiede in der Abbaugeschwindigkeit der drei verschiedenen BAW ecovio®, Mater-Bi und PLA gibt und dass nicht die Herkunft der BAW entscheidend für ihre biologische Abbaubarkeit ist, sondern lediglich ihre Struktur und chemische Zusammensetzung. Somit sind ecovio® und Mater-Bi gänzlich kompostierbar und halten die Bedingungen ein, welche mit solch einer Bezeichnung einhergehen, PLA jedoch nicht.

