

HOMEcap: Müllvermeidung durch Heimkompostierung

– Vergleich verschiedener Entsorgungsoptionen handelsüblicher Kaffeekapseln –



Quelle: Golden Compound GmbH

*Autoren: Andreas Scharf, Michael Carus
nova-Institut GmbH, Hürth (Germany)
August 2019*

1 Einleitung

HOMEcap ist die weltweit erste heimkompostierbare Nespresso-kompatible KaffEEKapsel mit Sonnenblumenschalen. Die Kapsel wird aus dem Material „Golden Compound green“ hergestellt. Dieser besteht unter anderem aus den bio-basierten Werkstoff BioPBS™ und gemahlenen Naturfasern der Sonnenblumenschale. Der bio-basierte Kunststoff Polybutylensuccinat (PBS und PBSA) wird durch Polykondensation von Bernsteinsäure und 1,4-Butandiol hergestellt. PBS kann vollständig aber auch teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen, beispielsweise Mais, hergestellt werden und ist biologisch abbaubar. In der Nutzung verfügt er jedoch über ähnliche Eigenschaften wie die klassischen Polyolefine, beispielsweise Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) (Eckhardt 2012). Mit PBS aus nachwachsenden Rohstoffen wird Kohlenstoff genutzt, den Pflanzen vorher aus der Atmosphäre aufgenommen haben. Es entsteht ein Kohlenstoffkreislauf, der den CO₂-Gehalt in der Atmosphäre nicht erhöht.

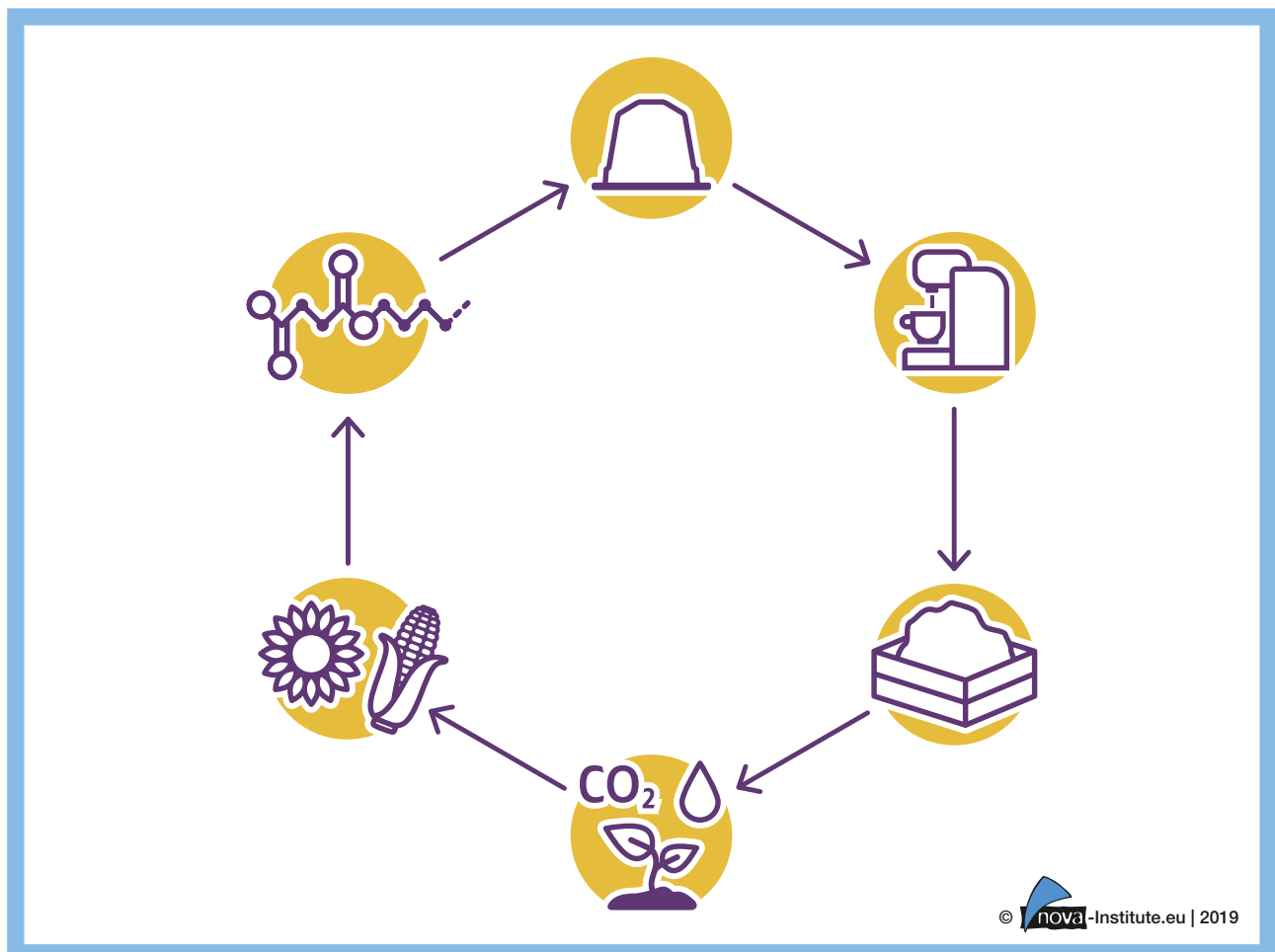


Abbildung 1: HOMEcap Kapselkreislauf

Die HOMEcap-Kapsel und das Filtervlies sind vollständig im Gartenkompost innerhalb von zwölf Monaten abbaubar. Die Heimkompostierung wurde vom TÜV AUSTRIA mit dem Zertifikat „OK compost HOME“ bestätigt.

Beim Kompostieren der Kapsel und des feuchten Kaffeesatzes entsteht Humus und Dünger, der Kaffeesatz enthält zudem wertvolle Pflanzennährstoffe wie Kalium, Phosphor und Stickstoff. So finden die Rohstoffe des entstandenen Humus und Dünger eine Zweitnutzung im heimischen Garten. Die HOMEcap hinterlässt dauerhaft keine Mikropartikel, da das Kapselmateriale in seine grundlegenden Bausteine (Wasser, CO₂ und Biomasse) abgebaut wird, die von der Natur für neue Prozesse verwendet werden können. Somit werden keine Spuren in der Umwelt hinterlassen – außer den oben erwähnten Bausteinen und CO₂, das durch Pflanzen für den Biokunststoff vorher der Atmosphäre entzogen wurde ([Okamoto et al. 2019](#)). Die Nährstoffe des Kaffeesatzes bleiben somit dem Stoffkreislauf erhalten, anders als beispielsweise bei der Verbrennung in einer Müllverbrennungsanlage. Zusätzlich bedeutet die heimische Kompostierung kürzere Transportwege, da die HOMEcap nicht im Hausmüll entsorgt werden muss.

Aber wie werden eigentlich Kapseln aus Aluminium oder aus konventionellem Kunststoff, meist Polypropylen (PP) oder anderen Biokunststoffen wie Polymilchsäure (PLA), die gemeinsam den Großteil des Marktes ([PLA4coffee 2018](#)) beherrschen, entsorgt?

2 Entsorgungsoptionen

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) ist das zentrale Bundesgesetz des deutschen Abfallrechts, welches auf der europäischen Abfallrahmenrichtlinie („Richtlinie 2008/98/EG“) basiert (Umweltbundesamt 2019). Ziel ist es, Umwelt, menschliche Gesundheit und Ressourcen zu schützen. Sie soll die EU dem Ziel einer „Recycling-Gesellschaft“ näherbringen, indem mehr Abfälle getrennt erfasst und einer Verwertung zugeführt werden. Dafür wurde eine fünfstufige Abfallhierarchie (Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige (insbesondere energetische) Verwertung, Beseitigung) festgelegt. Anhand dieser Abfallhierarchie ergeben sich die folgenden Entsorgungsmöglichkeiten der meist verkauften handelsüblichen Kaffeekapseln (Aluminium, PP, PLA).

	 HOMEcap	PP	ALUMINIUM	PLA
Thermische Verwertung	+	+	+	+
Stoffliche Verwertung	0	0	+	0
Industrielle Kompostierung	0 ¹ / + ²	–	–	0 ³ / + ⁴
Heim-Kompostierung	+	–	–	–

1 | Kein Zertifikat vorhanden
2 | Praxistest durch Witzenhausen-Institut in Kompostieranlage Upen
3 | Praxistest durch BOKU, Wien
4 | Zertifikate vorhanden

© nova-Institute.eu | 2019

Abbildung 2: Vergleich verschiedener Entsorgungsoptionen handelsüblicher Kaffeekapseln

Thermische Verwertung

Thermisches Recycling beschreibt die energetische Verwertung durch Verbrennung und Nutzung des energetischen Gehalts (Strom und Wärme) von Abfällen, die stofflich nicht weiter verwertbar sind. Zudem werden aus den Verbrennungsrückständen Eisen- und Nicht-Eisenmetalle extrahiert, welche so als Sekundärrohstoffe in den Wertstoffkreislauf zurückgeführt werden können.

Alle vorgestellten Kapseln können thermisch verwertet werden. Die Materialien werden dem Wertstoffkreislauf entzogen, da diese verbrannt und insbesondere in Form von CO₂ in die Atmosphäre abgegeben werden. Bei der Aluminiumkapsel liegt die Sachlage anders, da das Aluminium und Aluminiumoxid aus der Verbrennungsrückstände zurückgewonnen werden kann, und als Sekundärmaterial dem Kreislauf zurückgeführt wird. Nachteilig für alle Kapseln ist, dass der feuchte Kaffeesatz verbrannt wird. Durch die hohe Feuchtigkeit (ca. das 3 bis 7-fache des leeren Kapselgewichtes)¹

¹ Angaben basieren auf Test bei der Verwendung der HOMEcap (5 g Kaffee, 7,6 g Wasser, 2,4 g Kapsel) von Golden Compound, PP-EVOH-PP Kapsel (1 g Kapsel)

wird der Brennwert der gesamten Kapsel deutlich herabgesetzt. Dies verringert die Erzeugung von Elektrizität und Wärme erheblich, da die Verdampfung von Wasser eine große Mengen Energie benötigt, im ungünstigsten Fall muss sogar zusätzliche Energie zugeführt werden. Dies gilt vor allem für die Aluminiumkapsel, die keinen eigenen Brennwert aufweist. Ebenso nachteilig ist, dass die wertvollen Nährstoffe des Kaffeesatzes mit verbrannt werden.

Stoffliche Verwertung

Im Kreislaufwirtschaftsgesetz wird die stoffliche oder werkstoffliche Verwertung als Recycling bezeichnet. Kunststoffe werden in Recyclinganlagen zerkleinert, eingeschmolzen und zu Regranulat weiterverarbeitet – dazu müssen sie sortenrein sein. Wenn sie das nicht sind, bleibt nur das so genannte Down-Cycling: Aus Folien und Verpackungen werden zum Beispiel Bauzäune oder Gartenbänke hergestellt (Stumpfe 2018). Bei KaffEEKapseln ist Recycling insofern problematisch, dass die gängigen Kunststoffkapseln aus einem Materialverbund (z.B. PP-EVOH-PP, Aluminiumdeckel) bestehen, welche meist nicht sortenrein getrennt werden können. Zudem kann der Kaffeesatz nur unter erheblichem Aufwand von der Kunststofffraktion getrennt werden.

Für die Aluminiumkapsel hat Nespresso bereits gezeigt, dass die stoffliche Verwertung von Aluminiumkapseln möglich ist. Mithilfe eines eigenen Rücknahme- und Verwertungssystems können alte Kapseln zurückgegeben, gesammelt und mit eigens konzipierten Recyclinganlagen können Aluminium und Kaffeesatz getrennt werden. Anschließend kann das Aluminium dem Wertstoffkreislauf in Form von Sekundärmaterial zurückgeführt werden. Der Kaffeesatz wird zur Gewinnung von Biogas, zur Herstellung von Kompost und Dünger verwendet. (Remondis 2016)

Für Kapseln aus PLA, PBS und anderen bio-basierten Kunststoffen ist eine stoffliche Verwertung aufgrund des insgesamt noch geringen Materialaufkommens zurzeit noch nicht ökonomisch. Die Sortierung und stoffliche Verwertung ist aber prinzipiell ebenso wie für andere Kunststoffkapseln möglich. Auch hier ist zu beachten, dass es sich bei den Kapseln teilweise um Verbundstoffe aus verschiedenen Materialien (verschiedene Folien als Barrierefilm, Aluminium als Deckelfolie) handelt, die nur sehr schwer sortenrein zu trennen sind. Die HOMEcap hingegen kommt für den Korpus ohne Barrierefolie aus, so dass der Korpus nur aus dem Material „Golden Compound green“ besteht.

Industrielle Kompostierung

Abfall aus der Biotonne, Grünschnitt sowie organisches Material aus Gewerbebetrieben werden in Deutschland der industriellen Kompostierung zugeführt. Diese Betriebe unterliegen der Bioabfallverordnung welche für *„unbehandelte und behandelte Bioabfälle und Gemische, die zur Verwertung als Düngemittel auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzte Böden aufgebracht oder zum Zweck der Aufbringung abgegeben werden sowie die Behandlung und Untersuchung solcher Bioabfälle und Gemische“* gilt. Bei der industriellen Kompostierung wird durch kontrollierte Bedingungen, z. B. Sauerstoffzufuhr und Temperaturregelung (ca. 60°C), der natürliche Kompostiervorgang intensiviert. Somit kann eine bessere und zügigere Kompostierung gewährleistet werden, da das Vorkommen von Bakterien, Actinomyceten und Pilzen, die das organische Material in mineralische Bestandteile abbauen, optimiert werden kann (De Wilde 2019). Die Vorbehandlung und Nachbereitung befreit den angelieferten und behandelten Bioabfall von Störstoffen, zum Beispiel durch Siebvorgänge. Am Ende liegt ein fertiges Kompostprodukt (Humus und Dünger) vor (Veolia 2019). Zur Biogasproduktion kann eine Vergärungsstufe der industriellen Kompostierung vorgeschaltet werden.

Nur die PLA-Kapsel (NatureWorks LLC 2019; TotalCorbion 2019) und die HOMEcap können industriell kompostiert werden. Es muss angemerkt werden, dass Biokunststoffe aktuell von den Kompostieranlagen in der Regel gemeinsam mit anderen Störstoffen aussortiert und der thermischen Verwertung zugeführt wird, da nicht zwischen kompostierbaren und konventionellen Kunststoffen

unterschieden wird (Deutsche Umwelthilfe 2018). Ebenso berichten Entsorgungsunternehmen und Kompostieranlagen von vielen Fehlwürfen (besonders Plastik und Verpackungen) in der Biotonne (Hoeß 2018) – Konsumenten entsorgen dort zum Teil auch Ihre Aluminium- und Kunststoffkapseln (Bauer 2017; Kehres 2018b; Petrik 2017). Zudem tragen Biokunststoffe nicht zur Qualität des Kompostes bei, da sie keine nährstoffhaltigen Substanzen enthalten. Die HOMEcap mit Ihrem hohen Anteil an Sonnenblumenschalen und mineralischen Füllstoffen trägt aber zu Humusbildung bei. Ein weiterer Aspekt, der dazu beiträgt, dass Kaffeekapseln aus PLA nicht industriell kompostiert werden, ist, dass die Durchlaufzeiten (ca. 3 bis 8 Wochen) (AVG Köln 2019a; Deutsche Umwelthilfe 2018; AVG Köln 2019b) in den Kompostieranlagen geringer sind als von der Kompostierungsnorm für Verpackungsabfälle DIN EN 13432 mit 12 Wochen vorgeschrieben (Kehres 2014). Eine Studie der BOKU in Wien testete das langfristige Abbauverhalten einzelner PLA-Kapseln unter realitätsnahen Bedingungen, vergleichbar mit einer industriellen Kompostierung. Die Tests zeigten, dass keine PLA-Kapsel innerhalb der vorgeschriebenen 12 Wochen die Anforderungen der DIN 13432 erfüllte. Die Kapseln waren noch immer gut erkennbar, bzw. große Teile des Kapselmaterials waren noch vorhanden (Rameder 2018). Das heißt, es besteht die Gefahr von nicht kompostierten PLA-Kapseln im Kompost-Endprodukt, welches nicht weiter kompostiert und in Form von Mikropartikeln bestehen bleibt.

Im Vergleich dazu wurde vom Witzenhausen-Institut die HOMEcap unter realen Bedingungen in einer Kompostieranlage und zusätzlich in einem weiteren Versuch mit einer vorgeschalteten Vergärung untersucht. *„Insgesamt konnte bei der Kompostierung mit vorheriger Vergärung ein weitergehender Abbau bzw. Zerfall der Kaffeekapseln festgestellt werden als bei der ausschließlichen Kompostierung. Dies ist womöglich schlicht auf die um etwa drei Wochen längere Behandlungsdauer, wenn auch anaerob, zurückzuführen. Ein vollständiger Abbau der Kaffeekapseln konnte in keinem der Versuche innerhalb der Versuchsdauer nachgewiesen werden. Im Mittel konnten je nach Verfahren 10% bis 20% des Ausgangsmaterials der Kaffeekapseln nachgewiesen werden. Aufgrund des vorliegenden Zertifikates »OK compost HOME« ist davon auszugehen, dass über die Zeit ein vollständiger Abbau der Kaffeekapseln erfolgt“* (Kern and Warning 2019). Die vorgeschaltete Vergärungsstufe hatte zudem einen positiven Einfluss auf das Abbauverhalten der Kapsel. Somit wurde das sehr gute Abbauverhalten der HOMEcap unter realen Bedingungen bestätigt und es besteht nicht wie bei der PLA-Kapsel eine Diskrepanz zwischen Labor und realer Kompostierung.

Heim-Kompostierung

Die Kompostierung im heimischen Gartenkompost erfolgt im Gegensatz zur industriellen Kompostierung unter Umgebungstemperatur. Dies hat zur Folge, dass, je nach Beschaffenheit des Heimkompostes, der biologische Abbau der organischen Abfälle länger dauert als unter kontrollierten Bedingungen. Dies ist besonders auf die niedrigere Temperatur (ca. 20–25°C), die schlechtere Sauerstoffzufuhr und heterogenere Zusammensetzung (keine regelmäßige Durchmischung des Kompostes) zurückzuführen. Am Ende des Kompostiervorgangs werden aber ebenso Kompostprodukte erzeugt, die ähnlichen Eigenschaften wie die der industriellen Kompostierung vorweisen (De Wilde 2019).

Von allen am Markt erhältlichen Kaffeekapseln ist derzeit nur die HOMEcap zertifiziert heimkompostierbar. Die Kapsel kann somit nach dem Aufbrühen eines Kaffees auf dem Heimkompost entsorgt werden und wird dort innerhalb von 12 Monaten vollständig abgebaut. Der Biokunststoff aus Sonnenblumenschalen, PBS und PBSA, wird ebenso wie der Kaffeesatz von Mikroorganismen zersetzt und der entstehende Kompost kann für den eigenen Garten verwendet werden. Vorteil ist, dass der nährstoffhaltige Kaffeesatz sinnvoll in Form von Kompost genutzt werden kann (Ronga et al. 2015; Cervera-Mata et al. 2017).

3 Fazit

Durch den Kauf einer heimkompostierbaren KaffEEKapsel (HOMEcap) und die Entsorgung im heimischen Gartenkompost ergeben sich eine Reihe von Vorteilen gegenüber den anderen untersuchten KaffEEKapseln. Zum einen werden fossile Ressourcen geschont, da für die HOMEcap nachwachsende Rohstoffe verwendet werden. Zum anderen werden durch die Entsorgung der HOMEcap über den Heimkompost bestehende Abfallströme und Transportaktivitäten reduziert, da keine zentrale Sammlung und Entsorgung für die HOMEcap notwendig ist (vgl. Aluminiumkapsel). Weiterhin wird bei der Heimkompostierung der Kaffeesatz und seine nährstoffhaltigen Inhalte vollständig genutzt und verbleiben somit im Stoffkreislauf. Die Kompost-Endprodukte können als Dünger im heimischen Garten verwendet werden. Schließlich fördert die HOMEcap mit der Heimkompostierung das Verständnis für biologische Vorgänge und regt zum Nachdenken über die unterschiedlichen Abfall-Entsorgungsoptionen an. Insgesamt wird Kreislaufwirtschaft durch die heimkompostierbare HOMEcap gelebt, da der gesamte Kapselabfall als Kompost eine sinnvolle Verwendung findet.

Eine Entsorgung über die Biotonne und die industrielle Kompostierung dieses Abfalls würde dazu beitragen, dass mehr Bioabfall gesammelt werden würde und weniger Restmüll der thermischen Verwertung zugeführt werden muss. Ebenso würden die Kapsel und auch andere Verpackungen aus kompostierbaren Kunststoffen, die mit Lebensmittelresten kontaminiert sind, kompostiert werden. Dies würde eine sinnvolle Weiterverwendung der Lebensmittelreste als Kompost und Dünger in der Landwirtschaft und im Gartenbau bedeuten, oder auch zur Biogasproduktion beitragen.

Die europäische Abfallrahmenrichtlinie erlaubt bereits, dass biologisch abbaubare, kompostierbare Verpackungen zusammen mit Bioabfällen gesammelt und in der industriellen Kompostierung sowie anaeroben Vergärung recycelt werden dürfen. Zusätzlich wäre in Deutschland eine nationale Erlaubnis notwendig, dass biologisch abbaubarer Kunststoff in der Biotonne gesammelt werden darf, da eben auch biologisch abbaubare Verpackungen, genauso wie bereits die erlaubten kompostierbaren Sammelbeutel, zur Erfassung von Bioabfällen beitragen (Kehres 2018a).

Literaturverzeichnis

- AVG Köln (2019a): Bioabfall. www.avgkoeln.de/de/verwertung/bioabfall. Accessed 4th of July 2019
- AVG Köln (2019b): Bioabfalldaten. www.avgkoeln.de/de/verwertung/bioabfall-daten. Accessed 4th of July 2019
- Bauer E-M (2017): Die Qualität der Bioabfallsammlung in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur und dem Sammelsystem im Bezirk Graz-Umgebung.
- Cervera-Mata A, Pastoriza S, Rufián-Henares JÁ, Párraga J, Martín-García JM, Delgado G (2017): Impact of spent coffee grounds as organic amendment on soil fertility and lettuce growth in two Mediterranean agricultural soils. *Archives of Agronomy and Soil Science* 64 (6):790–804. doi:10.1080/03650340.2017.1387651
- De Wilde B (2019): Biodegradation: One principle, many nuances. In: 12th International Conference on Bio-Based Materials, Köln, 2019.
- Deutsche Umwelthilfe (2018): Bioplastik in der Kompostierung – Ergebnisbericht – Umfrage.
- Eckhardt G (2012): <https://prozessechnik.industrie.de/chemie/produktion-von-bioabbaubaren-pbs>. Accessed 4th of July 2019
- Hoeß P (2018): Biotonnenkontrollen im Landkreis Kitzingen.

- Kehres B (2014): Position Standpunkt: Kompostierung von „Biokunststoffen“ ist ein Irrweg.
- Kehres B (2018a): Biokunststoffe in die Biotonne?
- Kehres B (2018b): Kunststoffe in Kompost und Gärprodukten. 2019 (1st of July)
- Kern M, Warning L, (2019): Praxisversuche zum biologischen Abbau von Golden Compound Kaffee kapseln. Witzenhausen-Institut
- NatureWorks LLC (2019): Composting. www.natureworksllc.com/What-is-Ingeo/Where-it-Goes/Composting. Accessed 4th of July 2019
- Okamoto K, Marayan R, Mason S, Gershon H (2019): Captured carbon vs. biobased. bioplastics magazine. Thielen, Michael
- Brangenberg, Samuel, Petrik R (2017): Fehlwürde mit Konsequenzen. www.reginapetrik.at/?p=804. Accessed 4th of July 2019
- PLA4coffee L (2018): PLA4Coffee – The new generation capsules. https://pla4coffee.files.wordpress.com/2018/06/annex-15_deliverable-d1_laymans-report.pdf. Accessed 4th of July 2019
- Rameder A (2018): Untersuchung der Kompostierbarkeit von Kaffee kapseln aus biologisch abbaubaren Werkstoffen mittels FTIR-Spektroskopie.
- Remondis (2016): Recycling von Kaffee kapseln. www.remondis-aktuell.de/012016/recycling/recycling-von-kaffee-kapseln. Accessed 10th of July 2019
- Ronga D, Pane C, Zaccardelli M, Pecchioni N (2015): Use of Spent Coffee Ground Compost in Peat-Based Growing Media for the Production of Basil and Tomato Potting Plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis 47 (3):356–368. doi:10.1080/00103624.2015.1122803
- Stumpfe M (2018): Probleme fürs Plastik-Recycling. www.br.de/themen/wissen/recycling-kunststoffe-plastikmuell-100.html. Accessed 5th of July 2019
- TotalCorbion (2019) FAQs.: www.total-corbion.com/about-pla/faqs. Accessed 4th of July 2019
- Umweltbundesamt (2019): Abfallrecht. www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/abfallrecht.
- Veolia (2019): Kompostierung. www.veolia.de/kompostierung. Accessed 11th of July 2019

Die Studie wurde von Golden Compound GmbH beauftragt.

nova-Institut

nova-Institut GmbH wurde als privates und unabhängiges Institut im Jahr 1994 gegründet und ist im Chemiepark Knapsack in Hürth angesiedelt. Bereits seit über 20 Jahren forscht und berät das nova-Institut weltweit, wie Lebensmittel, Rohstoffe für die Industrie und Produkte nachhaltig bereitgestellt werden können. Hierzu hat das nova-Institut zahlreiche Nachhaltigkeitsbewertungen für Öffentliche Stellen und Industrie durchgeführt und in Forschungsvorhaben mitgewirkt.

Andreas Scharf ist seit zwei Jahren Experte im nova-Nachhaltigkeitsteam und Michael Carus ist Gründer und Geschäftsführer des nova-Instituts.

nova-Institut GmbH



Chemiepark Knapsack
Industriestraße 300
50354 Hürth, Germany

T +49 (0) 22 33/48 14-40
F +49 (0) 22 33/48 14-50

contact@nova-institut.de
www.nova-institut.eu

