

Biochar goes practice

Biokohlekomposte im Gartenbau

-

Einsatz von Biokohle im Botanischen Garten Berlin Dahlem

Robert Wagner, Kathrin Rössler,
René Schatten und Konstantin Terytze
Freie Universität Berlin
FB Geowissenschaften
AG Geoökologie

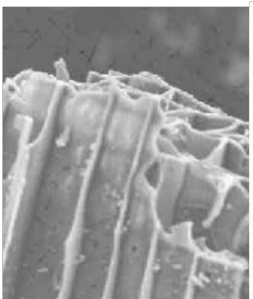
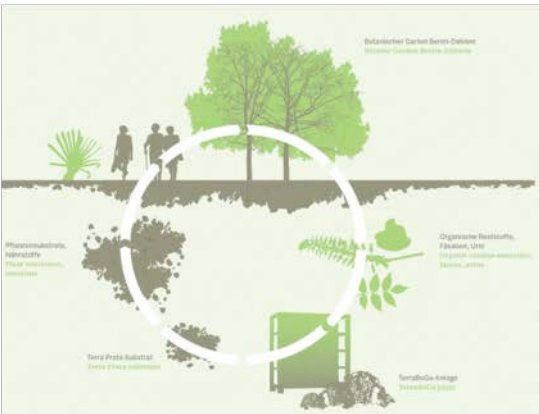
9./10. Dezember 2014
Berlin

terraBOGA

Research for innovation
climate protection
sustainability

Inhaltsverzeichnis

- 1) Einführung
- 2) Herstellung Biokohle
- 3) Biokohlekomposte
- 4) Pflanzversuche
- 5) Zusammenfassung & Ausblick



Entwicklung der im Gartenbau eingesetzten Substrate und Zuschlagstoffe (ZVG, 2002)

Substrate im Gartenbau

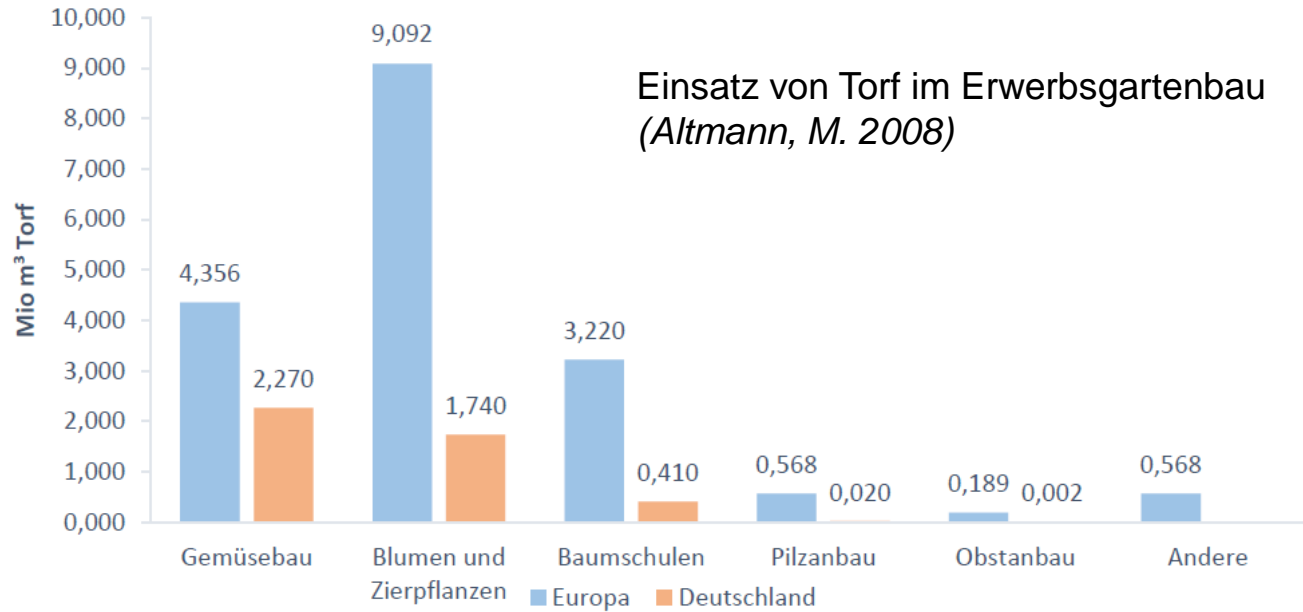
1950	1965	1980	1995
Lauberde Komposterde Mistbeeterde Rasenerde Torf in vielen Mischungen	Einheitserde Torfkultursubstrate Moorbeeterden	Poinsettiensubstrat Primelsubstrat Cyclamenssubstrat Hortensiensubstrat Saintpauliensubstrat Ebbe&Flutsubstrat Graberde Balkonkastenssubstrat Presstopfsubstrat usw.	<i>Zuschlag von:</i> Rindenhumus Holzfaser n Reisspelzen Kokosfaser n Kompost Textilfaser n Güllezentrifugen- rückstand u.a.
Rezepturen oft Betriebsgeheimnis	definierte -physikalische -chemische -biologische Eigenschaften	Diversifikation individuelle Problemlösungen für den Gartenbau	verstärkte Keislaufwirtschaft



Abbildung: Ausgangs und Zuschlagstoffe für die Kultursubstratherstellung (IVG, 2014)



Marktanteil verschiedener Bestandteile von Kultursubstraten in Deutschland (IVG, 2010)



Ca. 10% Torf könnten zurzeit in Deutschland durch andere Ausgangsstoffe ersetzt werden. Konkurrenz besteht zur energetischen Verwertung (IPS, 2008; EDDE 2009).

Einsatz von Biokohle (BK) im Zierpflanzenbau – Stand der Forschung:

- 85% höhere Blattbiomasse von *Calathea rotundifolia* cv. *Fasciata* in Torf – BK Mischungen (1:1) (Tian et al., 2012)
- Steigerung des Wachstums von *Calathea insignis* durch 20% BK Beimischung zu Kompostsubstrat (Zhang et al., 2014)
- Nach Vaughn et al. (2013) BK geeignet als Mischkomponente in Kultursubstrat
- Nach Dumroese et al. (2011) BK geeignet als Mischkomponente in Torfsubstrat
- 60% BK Anteil in Torf – BK Mischungen bei Christusdorn führt zu hochwertigen Pflanzen (Fascella et al., 2013)
- Schnellere Blütenbildung und höhere Überlebensrate bei Zinnien, Melampodium und Roter Salbei bei Zugabe von 10% vorbehandelter BK in Kultursubstrat aus Torf, Sand, Vermiculit und Perlite (Kadota & Niimi, 2004)
- BK als Ersatz für Perlite und Kalkstein in Kultursubstraten – 30% BK Beimischung zu Torf bei Ringelblume, Petunien, Tomaten und Gurken gleichwertig wie Kontrolle (Northup, 2013)

Der Botanische Garten Berlin-Dahlem (BG) beheimatet 22.000 verschiedene Pflanzenarten auf einer Fläche von über 43 ha. Das jährliche Aufkommen von pflanzlichen Reststoffen liegt im Durchschnitt bei 2.000 m³ Biomasse.



Abb.: Übersichtskarte Bot. Garten Berlin-Dahlem

Stammholz

Astschnitt

Grünschnitt

Lang-/
Kurzgras

Laub

2.000 m³ pflanzliche Rückstände

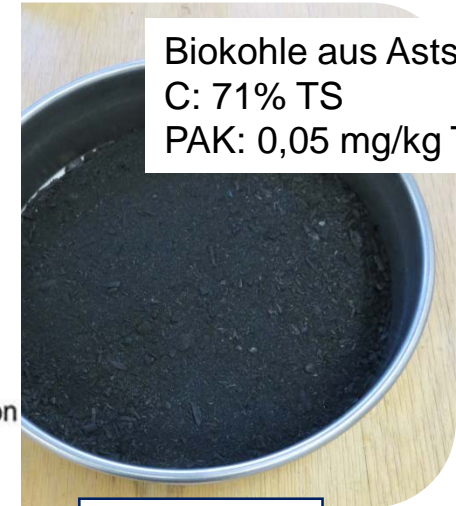
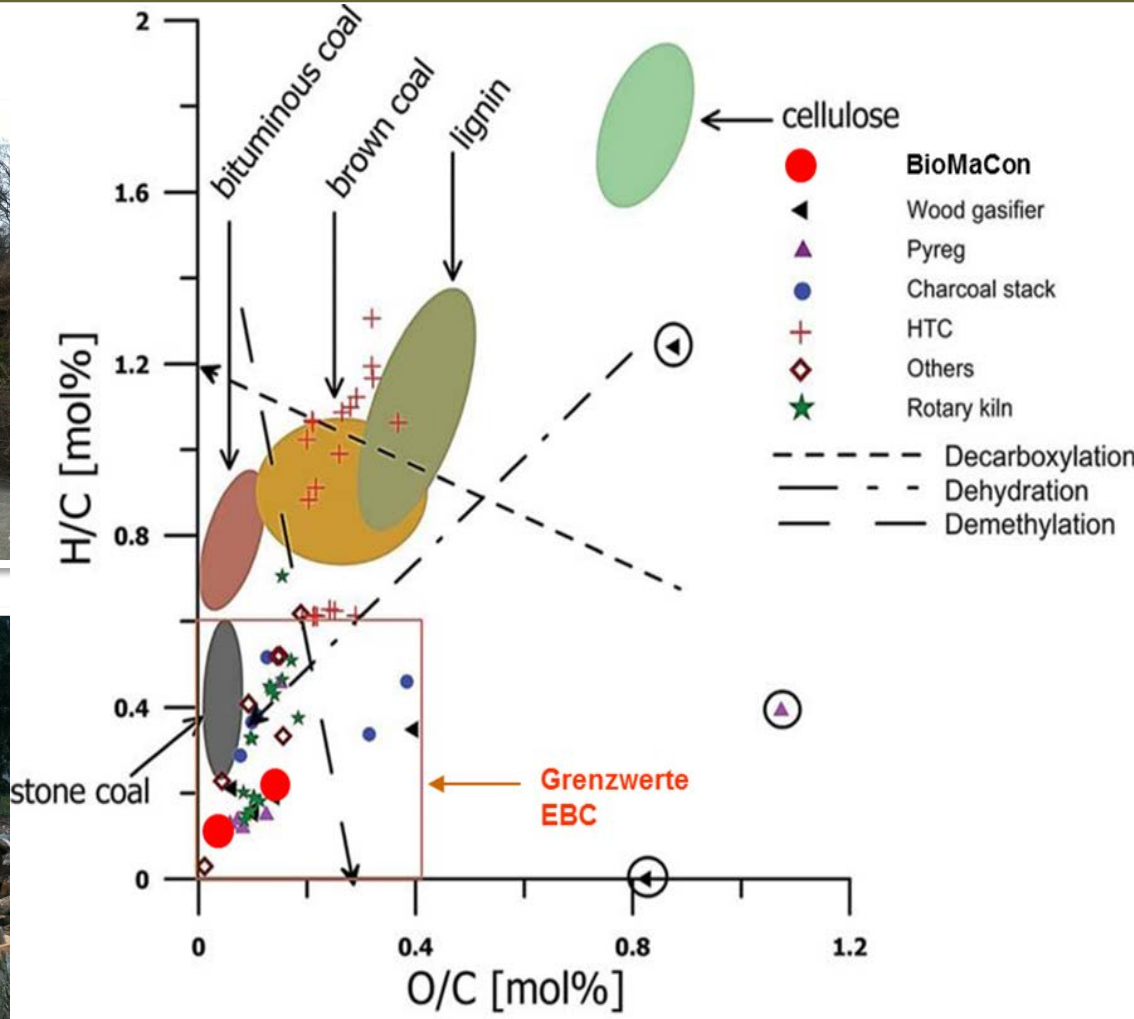
Tab.: Bedarf an Kompost und Torf pro Jahr

Material	m ³
Torf/Torfsubstrat	70
Kompost	180



Karbonisierungsanlage der Firma BioMaCon im Botanischen Garten Berlin-Dahlem





Biokohle aus Astschnitt
C: 71% TS
PAK: 0,05 mg/kg TS

5 kg/h



Biokohle aus Stammholz
C: 89% TS
PAK: 0,053 mg/kg TS

Abb.: Van-Krevelen-Diagramm verschiedener Biokohlen, rote Punkte: im BG hergestellte Biokohle in der Karbonisierungsanlage der Firma BioMaCon (verändert nach Schimmelpfennig und Glaser, 2012)



Überblick Herstellungsversuche

Ansatz	Inputmaterial	Ziel
GA 2, 3, 8, 10, 12	Grünschnitt, Rasenschnitt, Erdanteil, Kompost, teilw. Holz und Laubbeimischungen, Biokohle	Optimierung Kompostierung und Verbesserung Biokohlesubstrate
Ansäuerungsversuche	+ Schwefel, Fertiges Biokohlesubstrat	Torfsubstitution
Biokohleaktivierung (aBK)	Rasenschnitt, Urin, Biokohle	Nährstoffaufladung Biokohle



Schreddern der Biomasse



Bewässern der Biokohle

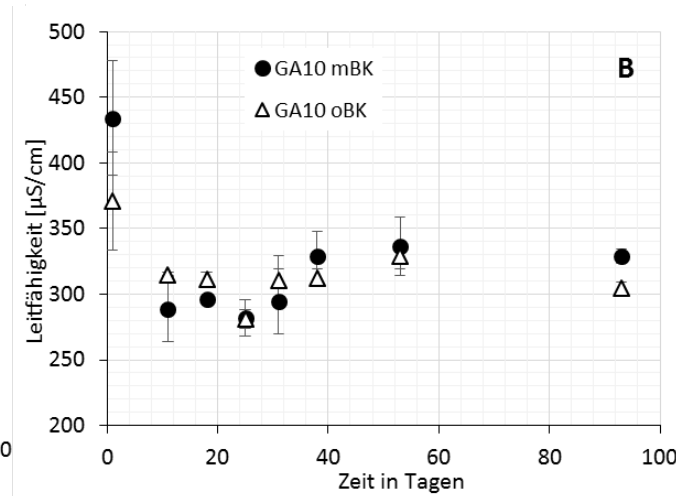
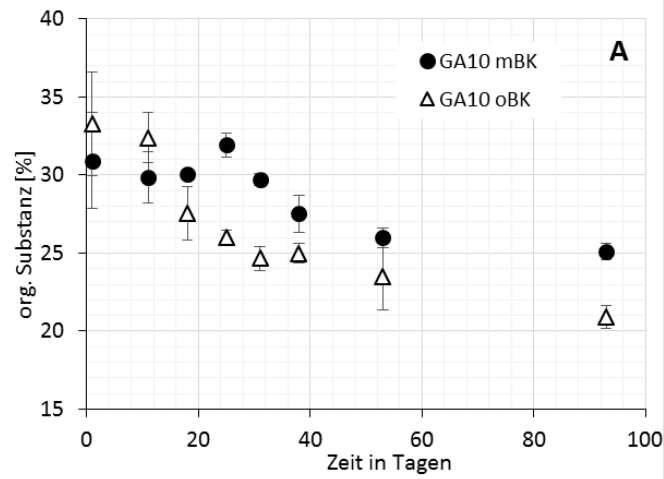
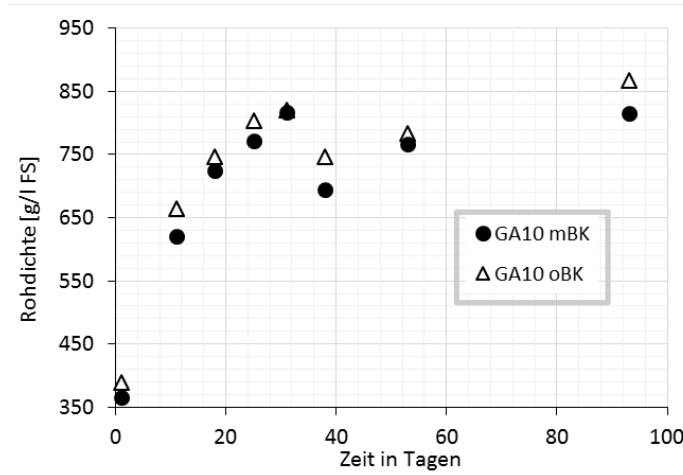
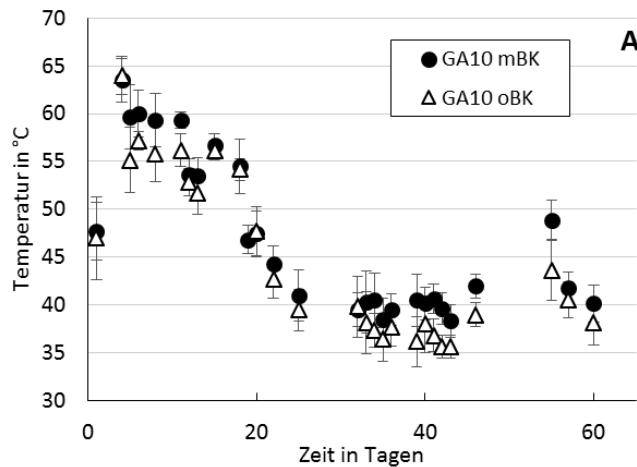


Wenden der Kompostmieten

Kompostierungsmethode:

- 1) Offene Mietenkompostierung, kleine Dreiecksmieten
- 2) Regelmäßiges Wenden (Kompostwender) & Abdeckung mit atmungsaktivem Vlies

Verlauf von Temp., Rohdichte, org. Substanz und Leitf. im Kompostierungsprozess



- Höhere Temperaturen bei BK-Mieten
- Rohdichte wird durch BK tendenziell verringert

- Mineralisierung der OS um 36% ohne Biokohle
- um 21% mit Biokohle
- Leichte Erhöhung der Leitfähigkeit mit BK



Tab: Charakterisierung der fertigen (Biokohle)komposte

Parameter	Methode	n = 4 Kompost mit Biokohle		n = 4 Kompost ohne Biokohle		Wertebereich (BGK*)	Qualitätskriterien Substratkompost (BGK*)	
		MW	STABW	MW	STABW		Typ 1	Typ 2
pH	III C1 Methodenbuch BGK	7,75	0,18	7,62	0,28	6,9 - 8,3		
WHKmax %	II A2 Methodenbuch BGK	76,0	13,7	74,5	14,1			
Rohdichte g/L FS	II A4 Methodenbuch BGK	813,3	87,3	875,3	50,0	500 - 820		
Salzgehalt g/L FS	III C2 Methodenbuch BGK	1,76	0,53	1,81	0,26	1,9 - 8,0	max 2,5	max 5
OS %	III B1.1 Methodenbuch BGK	32,3	8,9	21,2	4,6	24 - 51		
C %	DIN ISO 10694, 1996-08	21,3	6,9	10,8	2,2	16 - 37		
N %	DIN ISO 13878, 1998-11	0,76	0,16	0,71	0,13	0,5 - 1,5		
P mg/kg	DIN ISO 11466 (Königs-wasser) anschl. DIN EN ISO 11885 (E22)	1.381,8	128,5	1386,5	73,3			
K mg/kg	(ICP-OES)	7.353,8	2.043,8	6.712,9	1.180,3			
Nmin mg/L FS	VDLUFA Bd.1 A 6.1.4.1	36,9	11,9	36,2	13,4	0 - 740	< 300	< 600
P mg/L FS	VDLUFA Bd. I A 13.1.1 (CAT-Extraktion) anschl. DIN EN ISO 11885 (E22) (ICP-OES)	324,3	300,8	364,5	322,2	176 - 704	< 520	< 1.040
K mg/L FS		2.231,7	853,3	2.143,5	761,3	1.245 - 4.565	< 1.660	< 3.320
Mg mg/L FS		278,5	39,4	288,0	31,2			
Na mg/L FS		121,7	30,8	117,7	38,9		< 250	< 500

* BGK: Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

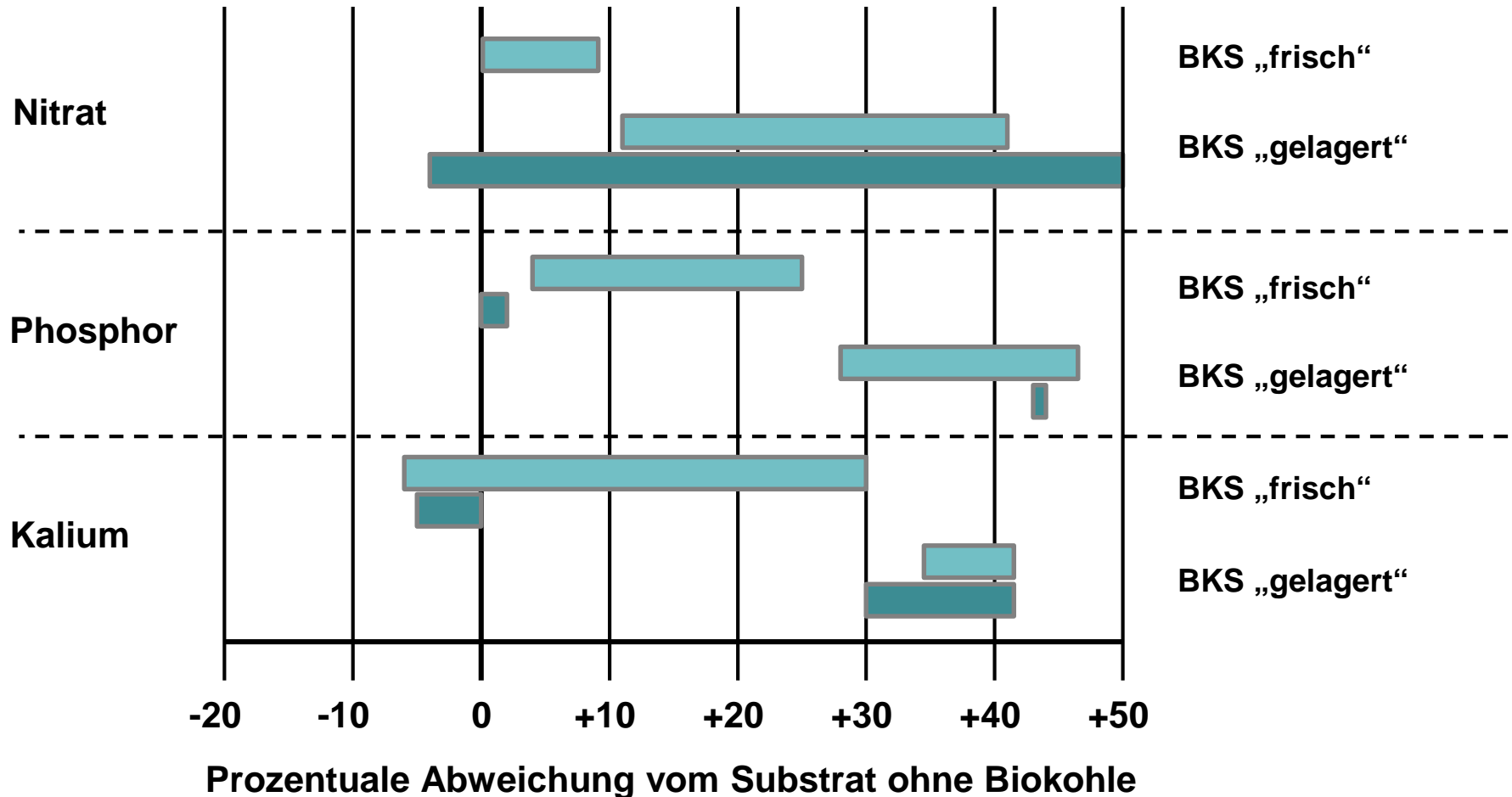
- **Einfluss der Biokohle** in Form einer tendenziellen Erhöhung von pH-Wert, WHKmax, org. Substanz und Kohlenstoffgehalt und eine Reduzierung der Feuchtrohdichte und des Salzgehaltes **erkennbar**
- Kein signifikanter Unterschied der Gesamtgehalte und verfügbaren Anteile von N, P, K
- Wertebereiche für Kompost sowie die **Qualitätskriterien für Substratkompost der BGK** werden für Typ 1 weitestgehend und für Typ 2 vollständig **eingehalten**

Reduzierung der Nährstofffreisetzung in % (Angabe d. Spannweiten; n=4-6)

Biokohlesubstrate (BKS) Botanischer Garten Berlin-Dahlem (Schatten et al., 2014)

Schüttelversuch

Säulenversuch



Einfluss von Biokohle im Kompost (15% Biokohleanteil) auf die frühe Pflanzenentwicklung im Kresse- und Chinakohltest (vier Biokohlekomposte: GA 2, 3, 8, 10).

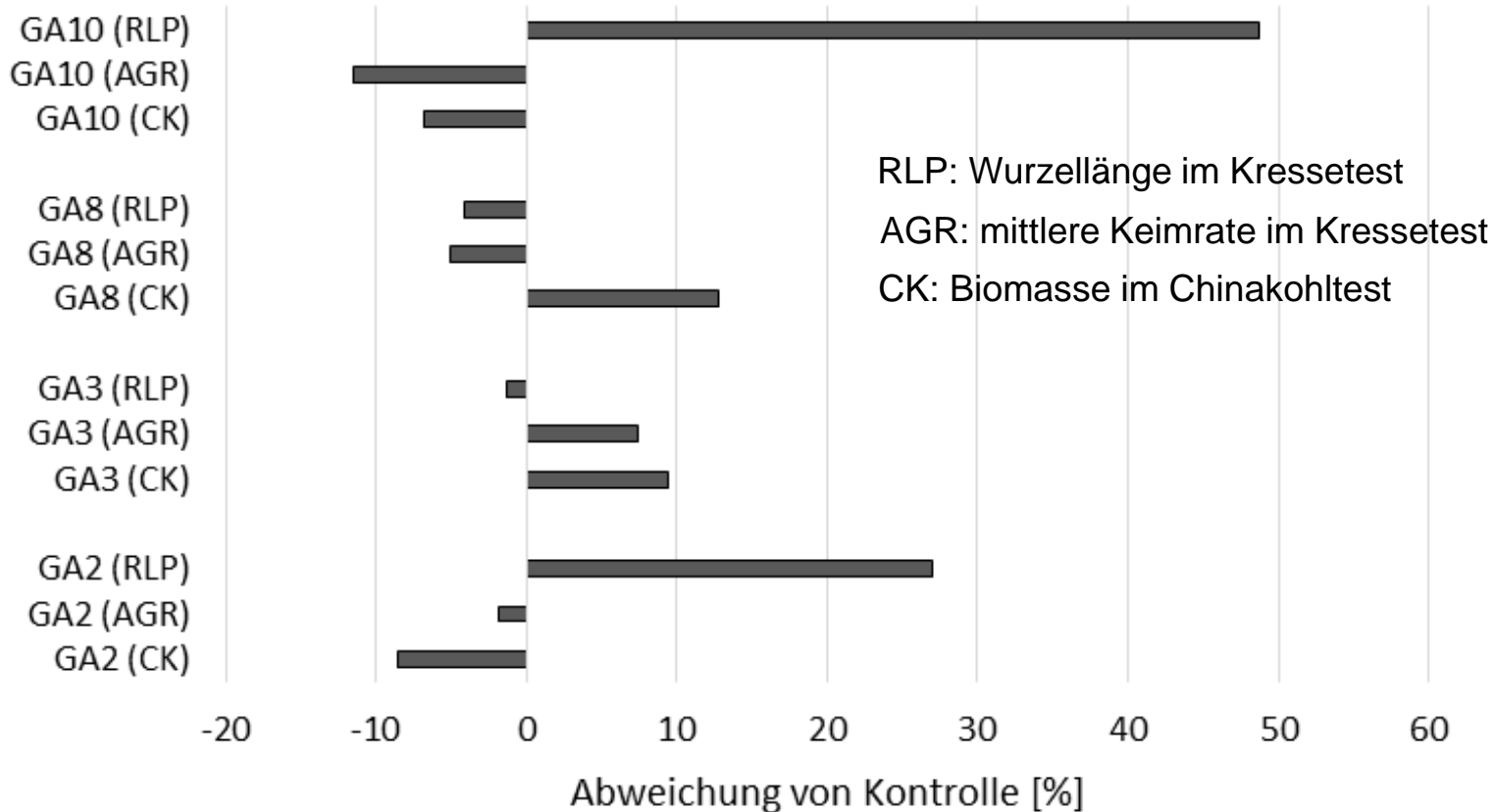


Abb.: Prozentuale Abweichung von Kompost mit Biokohle zu Kompost ohne Biokohle

Zwischenfazit:

- Temperatur während der Kompostierung höher mit BK
 - ➡ positive Wirkung auf Hygienisierung des Kompostes
- Positiver Einfluss der Biokohle auf WHK_{max} , Salzgehalt und Feuchtrohdichte
 - ➡ positiv hinsichtlich Anwendung für Kultursubstrate (gefordert: hohe Wasserspeicherfähigkeit, geringer Salzgehalt und geringe Dichte)
- org. Substanz wird durch Biokohle stabilisiert
 - ➡ Kohlenstoffspeicherung
- BK reduziert Mobilität und Freisetzung von Nitrat, Phosphor, Kalium
 - ➡ positiv hinsichtlich Auswaschung und Grundwasserschutz, aber problematisch für Nährstoffverfügbarkeit
- BK erhöht pH-Wert durch basisch wirksame Komponenten
 - ➡ problematisch für Nährstoffverfügbarkeit (durch Zugabe von Schwefel regulierbar)
- BK geringer Einfluss auf frühe Pflanzenentwicklung

Warmhauspflanzen

1. Substrat

Carica papaya
Coffea arabica

2. Substrat

Aglaonema commutata

Kalthauspflanzen

3. Substrat

Digitalis trojana
Nerium oleander
Geranium madeirense

4. Substrat

Ruschia rigida

Freilandpflanzen

5. Substrat

Salix
Populus
Paulownia tomentosa

6. Substrat

Silphium perfoliatum

Tab.: Beispielhafte Zusammensetzung (Vol.) eines Kultursubstrates (Substrat 1),

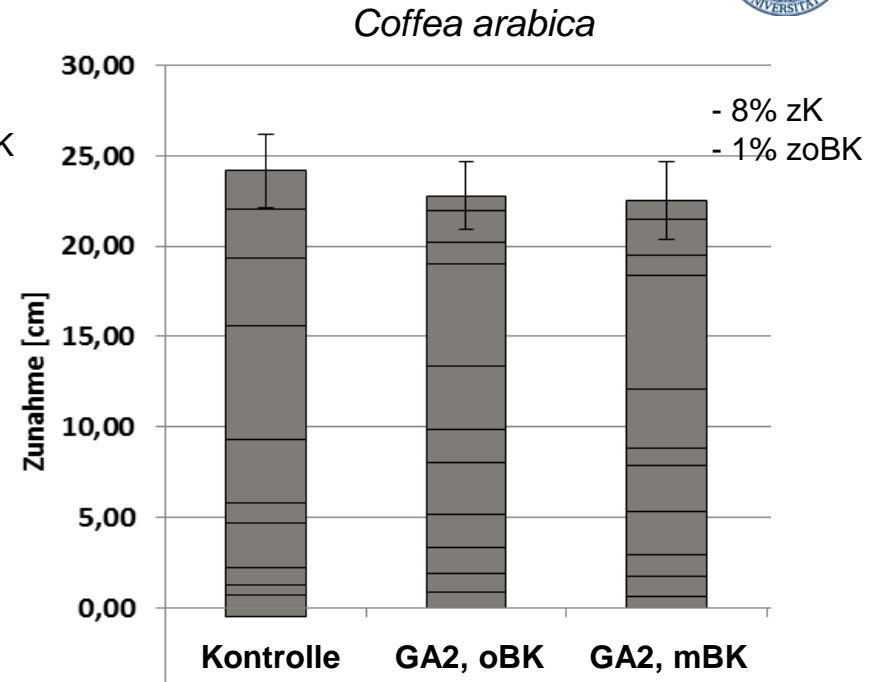
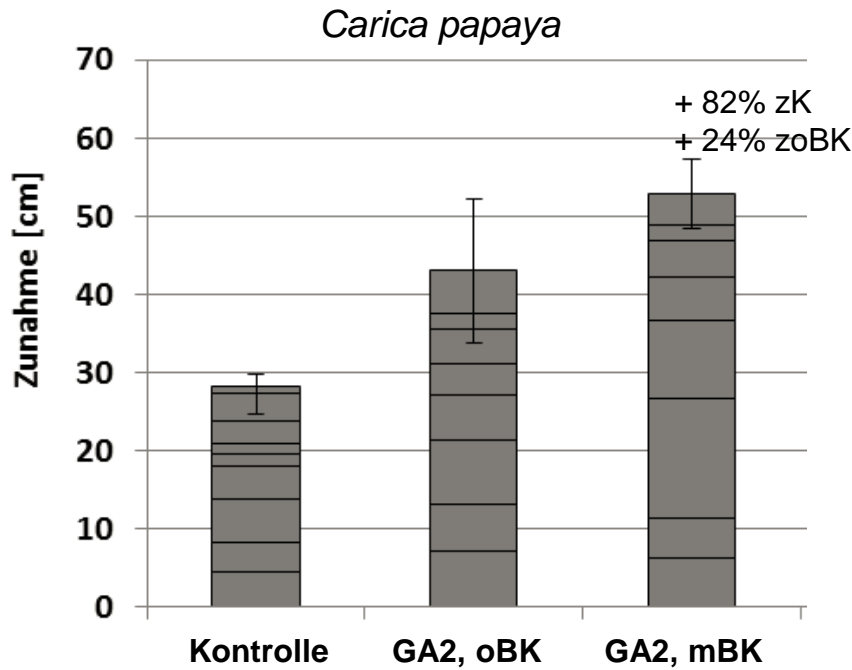
BKK: Biokohlekompost, rot: ersetzt/verringert durch BKK

1.Substrat für	BKK	Torf	Pinienrinde	Tonmehl	Xylit	Bims
Kontrolle/KS BG*		3	1,5	1,5	2	2
<i>Carica papaya</i>	3	2	1,5			2
<i>Coffea arabica</i>	3	2	1,5			2

* KS BG: Kultursubstrat Botanischer Garten

Düngung: in Kontrollen NPK-Dünger,

in Testsubstrat nur N-Düngung (Kompost ausreichend PK)



Tab.: Zusammensetzung (Vol.) Substratmischung, rot: ersetzt/verringert durch BG-Kompost (mit und ohne BK)

	BG-Kompost		Torf	Pinienrinde	Tonmehl	Xylit	Bims
	oBK	mBK					
Kontrolle			3	1,5	1,5	2	2
GA 2, oBK	3		2	1,5			2
GA 2, mBK		3	2	1,5			2

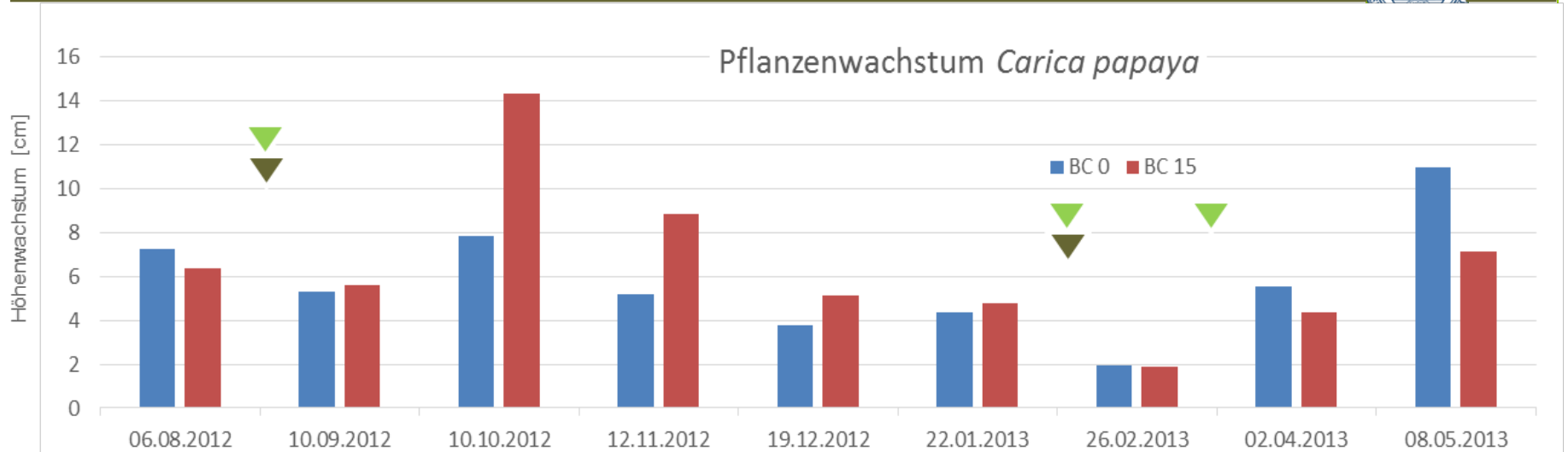


Abb.: Wachstumsphasen von *Carica papaya* im Biokohlesubstrat (BC 15) und Substrat ohne Biokohle (BC 0); ▼ gedüngt, ▼ umgetopft

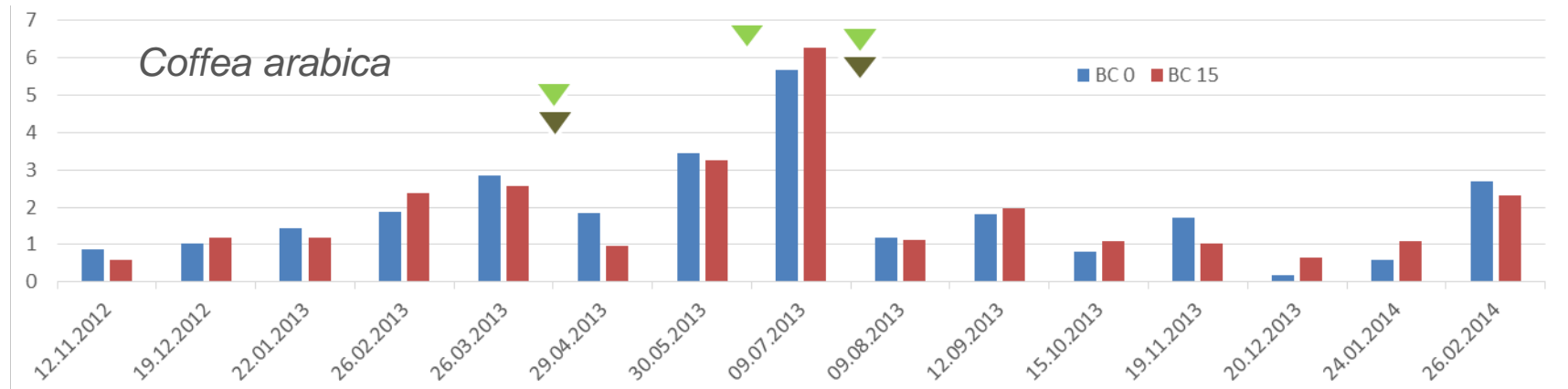
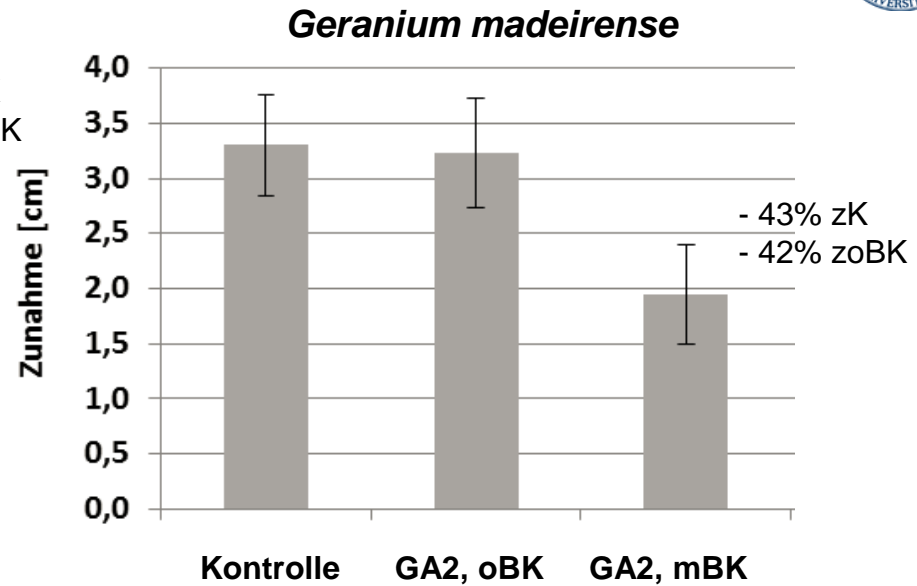
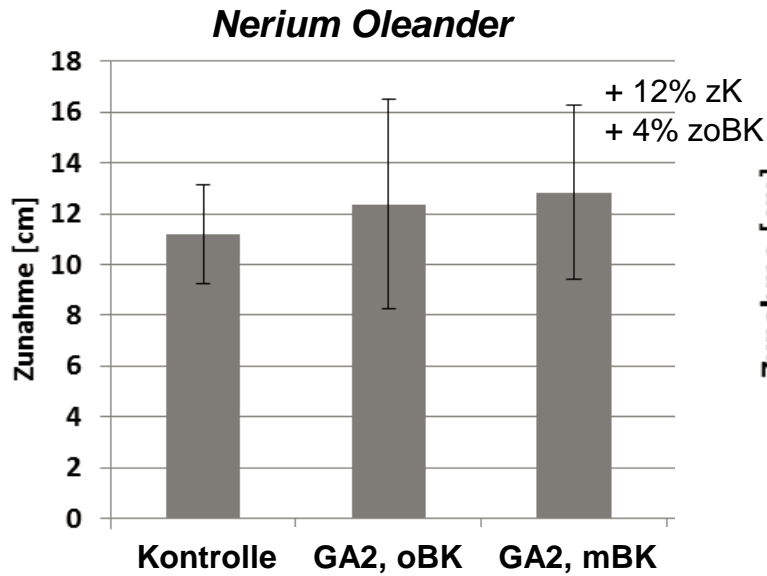
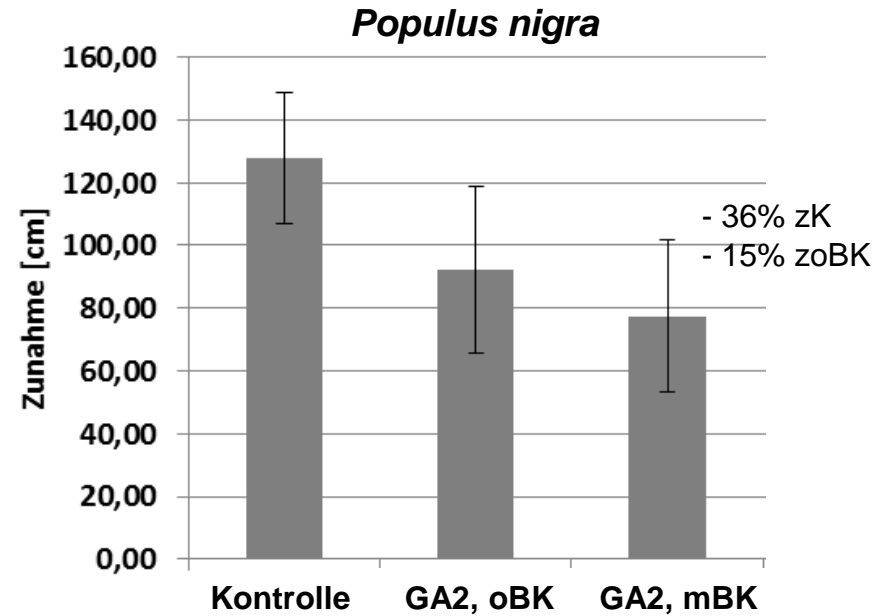
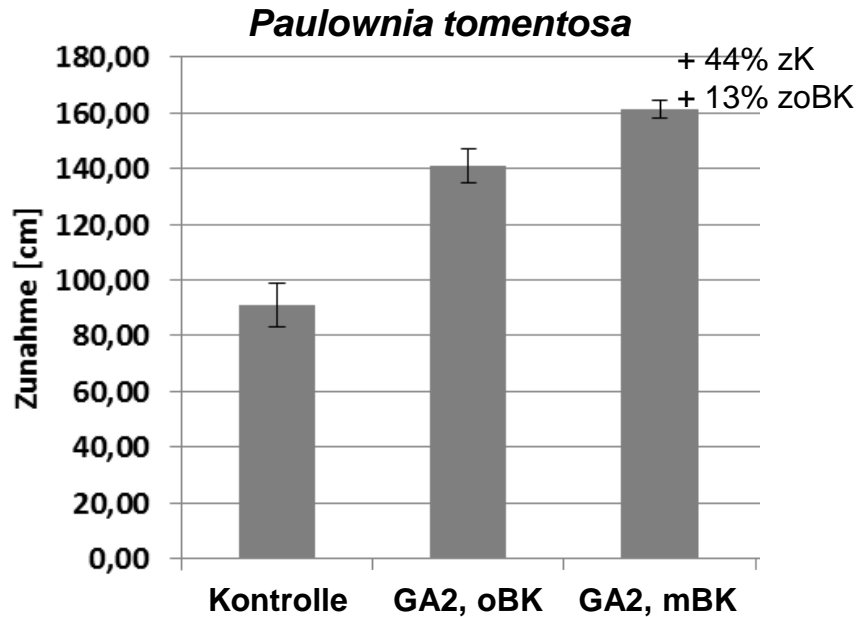


Abb.: Wachstumsphasen von *Coffea arabica* im Biokohlesubstrat (BC 15) und Substrat ohne Biokohle (BC 0); ▼ gedüngt, ▼ umgetopft



Tab.: Zusammensetzung (Vol.) Substratmischung, rot: ersetzt/verringert durch BG-Kompost (mit und ohne BK)

	BG-Kompost		externer Kompost	Torf	Sand	Lavagrus	Bims
	oBK	mBK					
Kontrolle			6	6	2	2	1
GA 2, oBK	8			4	2	2	1
GA 2, mBK		8		4	2	2	1



Tab.: Zusammensetzung (Vol.) Substratmischung
rot: ersetzt durch BG-Kompost (mit und ohne BK)

	BG-Kompost		externer Kompost	Torf
	oBK	mBK		
Kontrolle			2	3
GA 2, oBK	2			3
GA 2, mBK		2		3



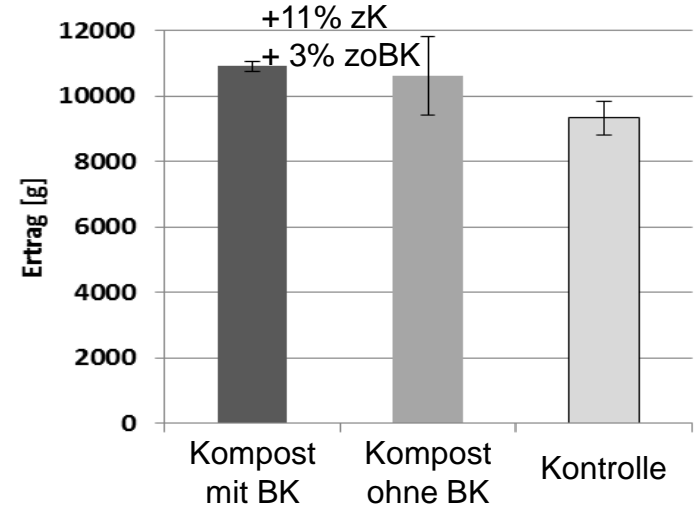
Parzellenversuche mit Erdbeeren und Kartoffeln



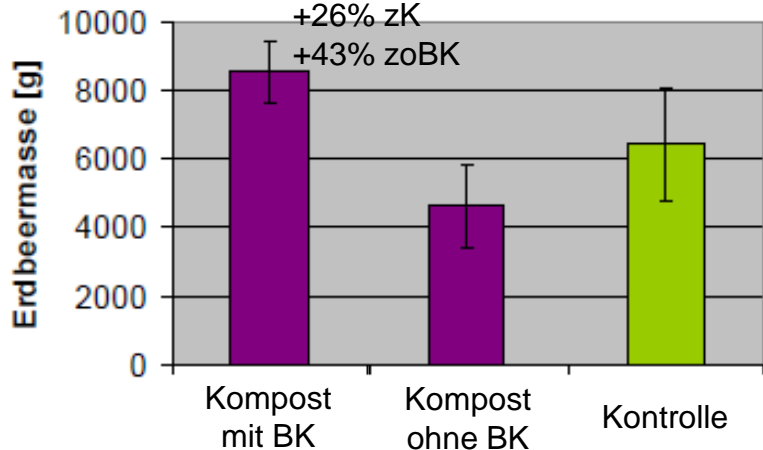
Abb.: Ansicht Parzellenversuche

- Einmischung von 10L BKK /m² in lehmigen Sandboden.
- N-Düngung mit Hornspäne (91g/m² bzw. 910 kg/ ha)

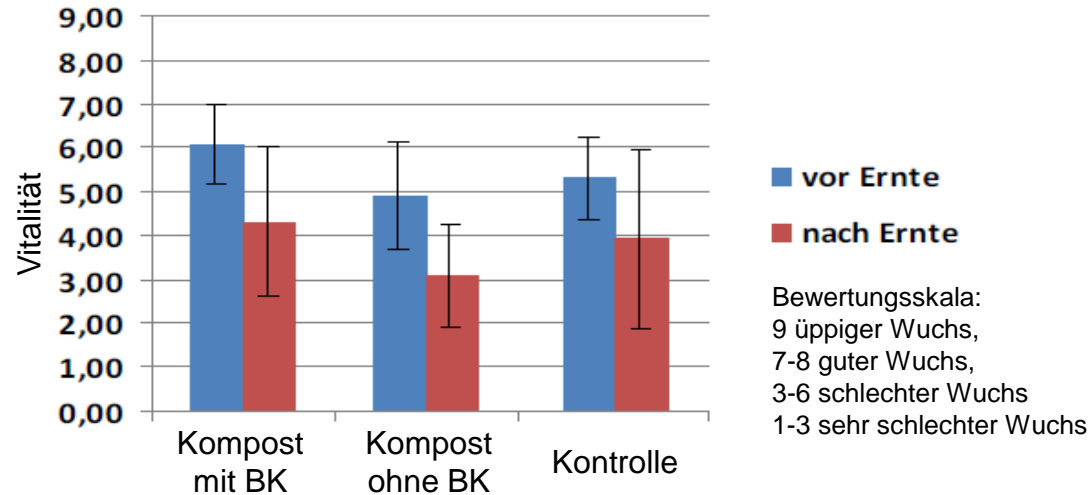
Ertrag Kartoffeln (n=3)



Ertrag Erdbeere *Elsanta* (n=3) 2013



Vitalität Erdbeere *Elsanta* (n=3) 2013



Zucchini in
purem Kompost
mit und ohne
Biokohle
(n=3)



Abb: Zucchini-Versuch 2013



Abb: Hochbeete Ende 2013

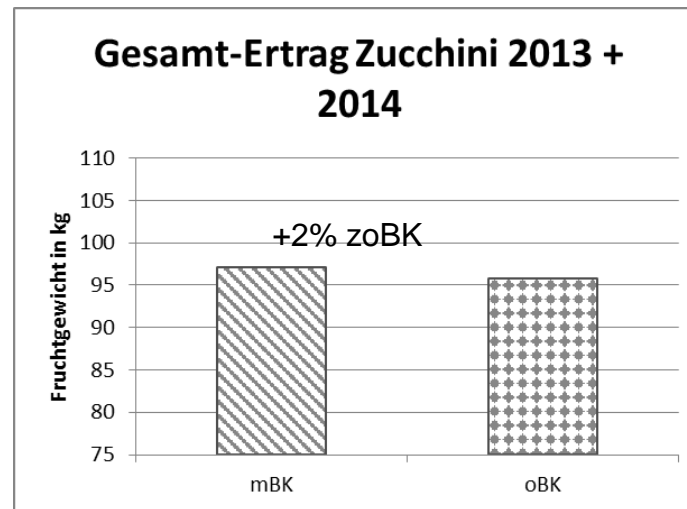
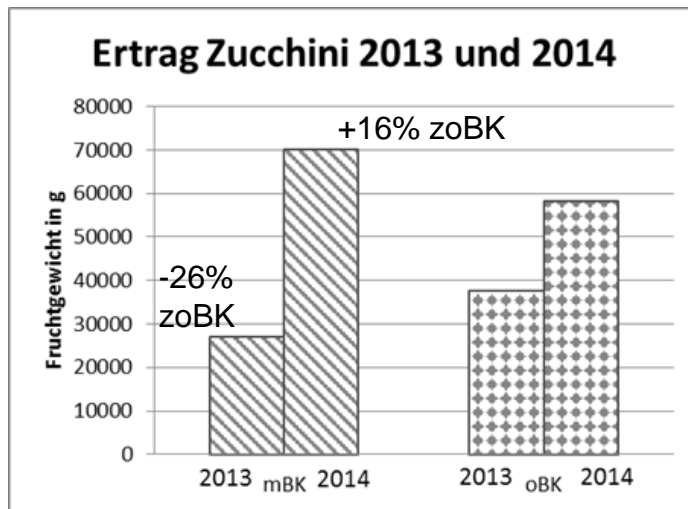
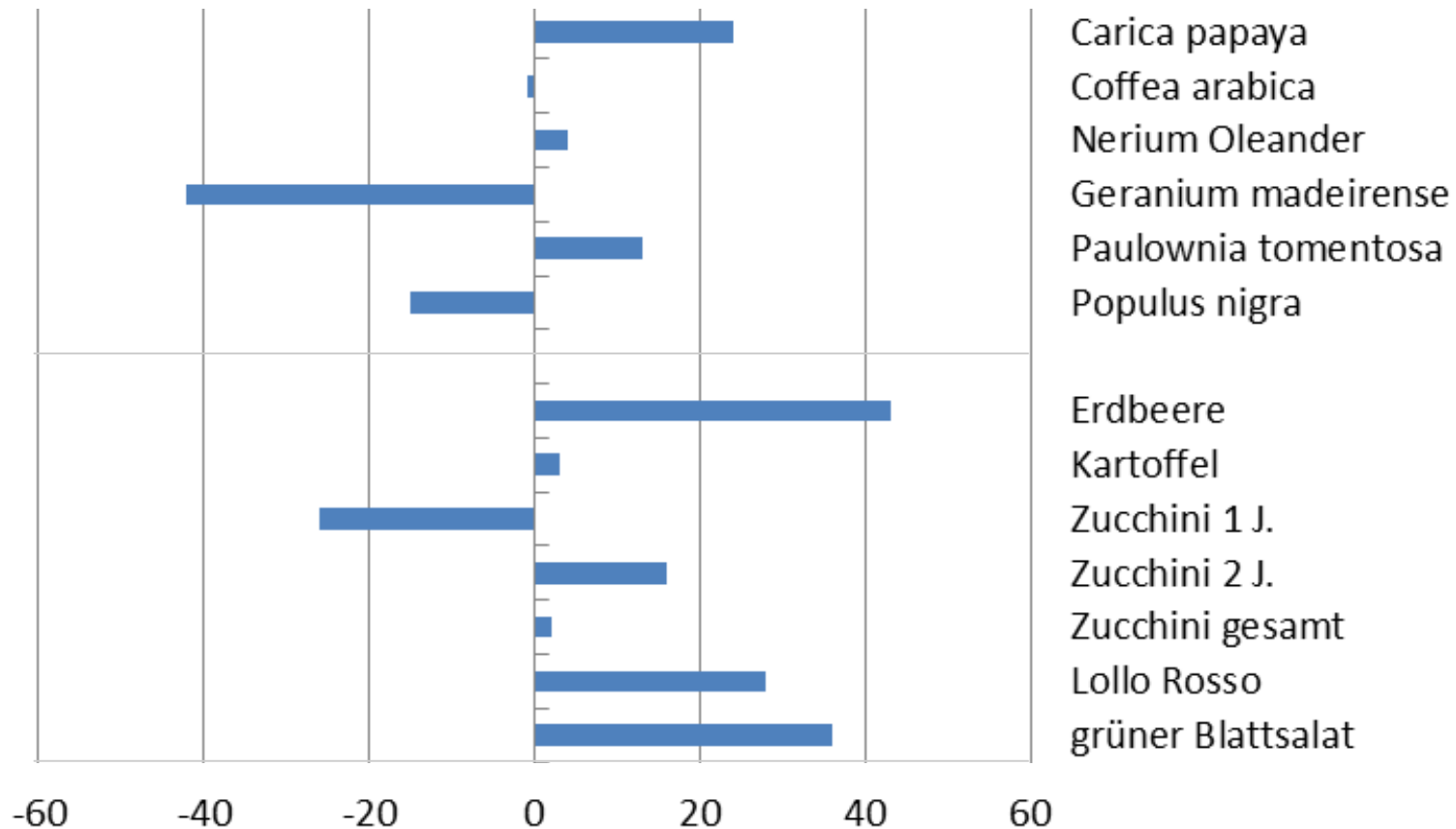


Abb.: links: Zucchini-Ertrag pro Jahr in 2013 und 2014 (n=3), (mBK-mit Biokohle; oBK-ohne Biokohle (15%), rechts: Gesamtertrag 2013 + 2014

Zusammenfassung: Einfluss BK auf das Pflanzenwachstum/Ertrag



- **Einfluss der Biokohle** auf den Kompostierprozess **positiv**
- **Biokohlekomposte** sind insgesamt **von guter Qualität** und **halten** die Wertebereiche für Kompost sowie die **Qualitätskriterien für Substratkompost der BGK ein**
- **reduzierte Nährstofffreisetzung** (Auswaschung)
- Einfluss der Biokohle auf **Pflanzenwachstum und Ertrag meist positiv**
- **Einsparung von Düngemittel** möglich
- **Substitution von Torf**



- effektive Verwertung von Rest- und Abfallstoffen
- Schließung lokaler Stoffkreisläufe
- Vermeidung von Kohlenstoff- und Nährstoffverlusten
- Verringerung von Emissionen (CO₂, THG, ...)

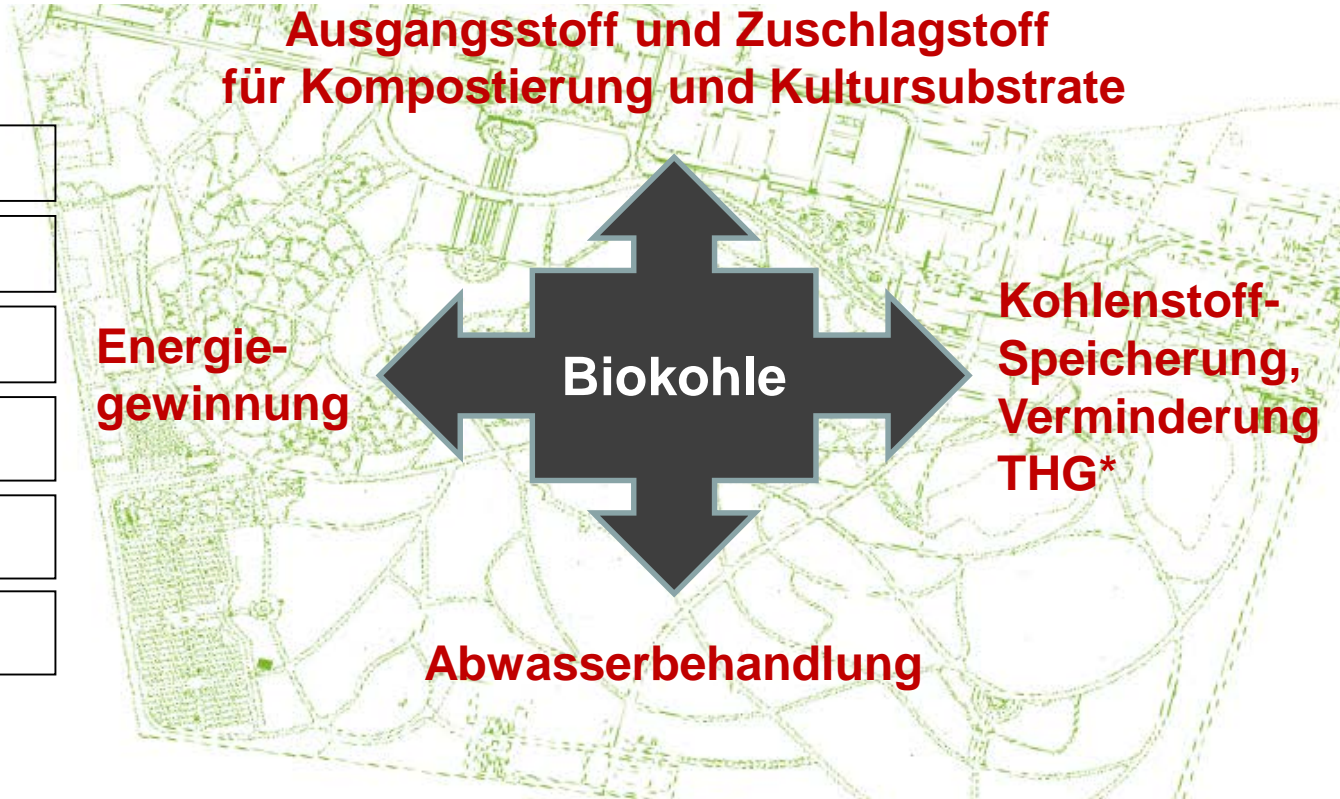
Betrachtung des Gesamtsystems

Input

Output

- Torf
- Kompost
- Dünger
- CO₂
- Wasser
- Energie

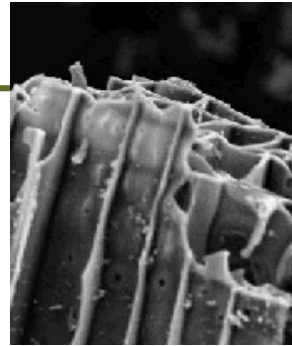
- Abwasser
- pfl. Reststoffe
- CO₂
- CH₄
- N₂O
- NH₃



* Anwendung von Biokohle führt zur Verringerung von Lachgas und Ammoniakemissionen (Kammann et al., 2013; Hua et al., 2011; Chen et al., 2010; Libra et al., 2010; Spokas und Reicosky, 2009)



Abbildung: Biokohle als Ausgangs und Zuschlagstoffe für die Kultursubstratherstellung (verändert nach IVG, 2014)



Dank an unsere Projektpartner:

Botanischer Garten
und Botanisches Museum
Berlin-Dahlem



Gesellschaft für Handwerk Technik + Innovation GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Für die Finanzierung des Forschungsvorhabens TerraBoGa danken wir der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt des Landes Berlin und der Europäischen Union. TerraBoGa wird im Rahmen des Umweltentlastungsprogramms II (UEP II) aus Mitteln des Landes Berlin und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) unter dem Förderkennzeichen 11260 UEP II/2 gefördert.



Arbeitsgruppe Geoökologie

Herstellung und Anwendung von Biokohlekomposten kann bedeuten:

- effektive Verwertung von Rest- und Abfallstoffen
- aktiver Beitrag zur Nachhaltigkeit (CO₂, THG, ...)
- Vermeidung von Kohlenstoff- und Nährstoffverlusten
- Schließung kleiner Stoffkreisläufe

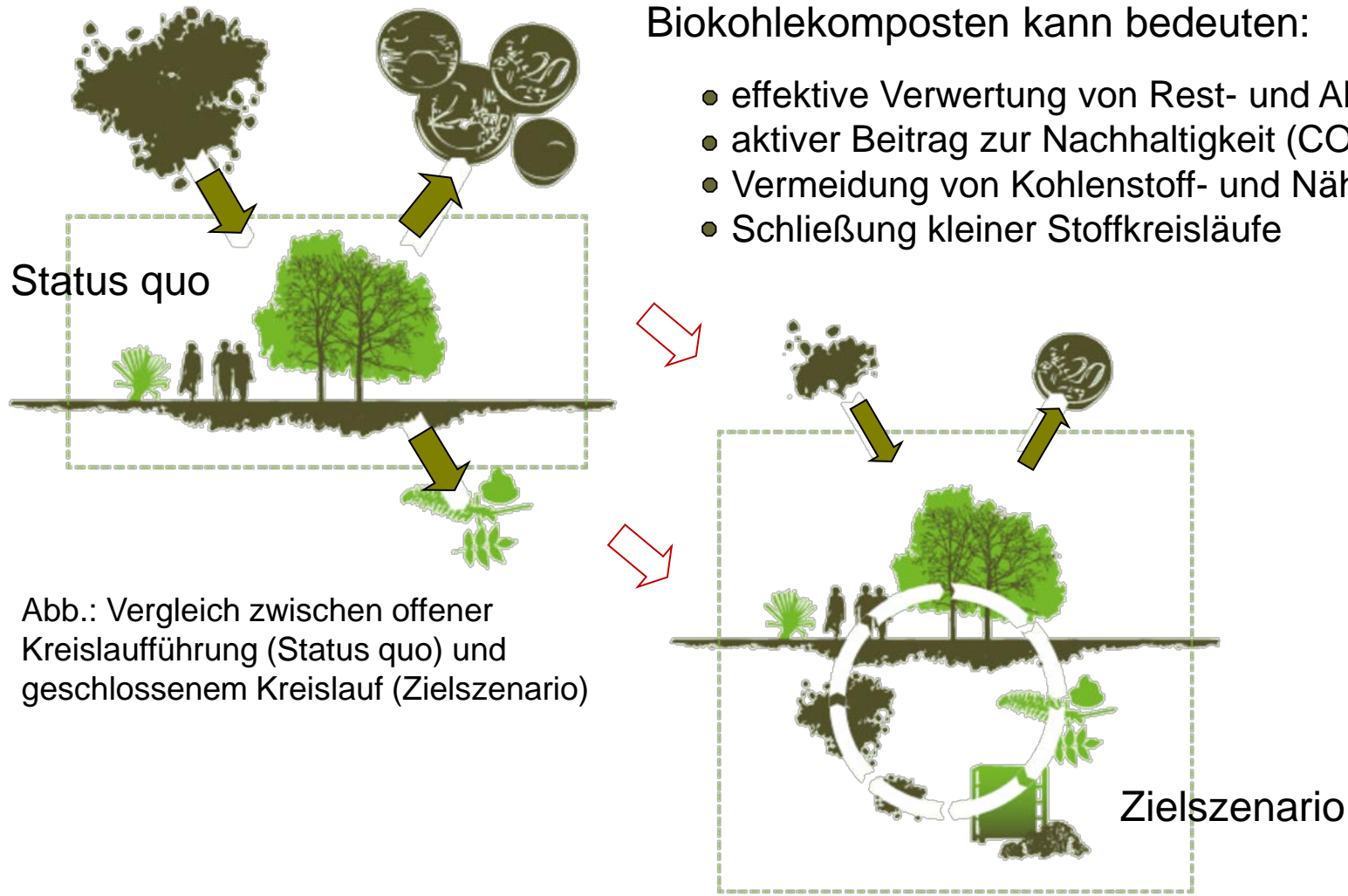


Abb.: Vergleich zwischen offener Kreislaufführung (Status quo) und geschlossenem Kreislauf (Zielszenario)