

Projektbericht

erstellt am 15.07.2013

für das Projekt

Vergleichende CO₂-Bilanzierung zwischen einer „konventionellen“ und einer „naturnahen“ Gartenvariante auf Basis einer Grobabschätzung für das Land Niederösterreich

erstellt durch

GrAT – Gruppe Angepasste Technologie

TU Wien

Wiedner Hauptstraße 8-10

1040 Wien

contact @ grat.at

Autoren:

DI Stefan Prokupek, Melanie Granig

im Auftrag des

Amts der niederösterreichischen Landesregierung

RU3 Abt. Umweltwirtschaft

Landhausplatz 1

3109 St. Pölten

Ansprechpartner: DI Peter Santner

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
1. Der Projektbericht	3
2. Die Bilanzierung	3
3. Die Auswertung	3
2. Einleitung	4
3. Grundlagenermittlung	5
1. Datengrundlagen für Bilanzierungskriterien	5
2. Definition „konventioneller“ Garten	5
3. Definition „naturnaher“ Garten	6
4. Bilanzierung	8
1. Angewandte Berechnungsmethode	8
2. Umfang der Bilanzierung und Ergebnisdarstellung	9
3. Kategorisierungsmodell	9
4. CO ₂ -Emissionen im Variantenvergleich	12
5. Gesamtergebnis der Modellvarianten im Vergleich	19
6. Hochrechnung der Ergebnisse auf Landesebene	20
5. Grobabschätzung für den Bereich „Grünräume“	20
6. Fazit	22
1. Relevanz der ermittelten Ergebnisse	22
2. Empfehlungen für eine weiterführende Bearbeitung des Themas	23
7. Literaturverzeichnis	24
8. Abbildungsverzeichnis	25
9. ANHANG	26

1. Zusammenfassung

1. Der Projektbericht

Der vorliegende Bericht beschäftigt sich mit dem direkten Vergleich zweier Varianten von privat genutzten Gartenanlagen hinsichtlich der durch die Art der Gestaltung, der Nutzung sowie der aktiven Bewirtschaftung entstehenden CO₂-Emissionen. Die beiden Varianten wurden hierfür einerseits als Bestandserhebung des aktuellen Standards, einem so genannten „konventionellen“ sowie einem dem gegenübergestellten, „naturnahen“ Modell konzipiert. Umsetzung fanden für die „naturnahe“ Variante vor allem Vorgaben aus der Programminitiative „Natur im Garten“ der Landesregierung Niederösterreich.

2. Die Bilanzierung

Wesentliche Inhalte der Projektergebnisse stellen die ermittelten CO₂-Emissionen der beiden Gartenvarianten dar. Ermittelt wurden diese Emissionen auf Basis verschiedener bestehenden Bilanzierungsmodelle unter hauptsächlichlicher Anlehnung an ein Modell zur Bilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe¹. Ergänzend wurden weitere Einflussfaktoren an das bestehende Datenmaterial angeglichen und kritisch hinsichtlich Relevanz überprüft. Abschließend wurden die ermittelten Emissionswerte auf die gesamte Gartenfläche des Landes Niederösterreich in Form einer Hochrechnung übertragen um das Einsparungspotential an CO₂-Emissionen auf Landesebene spezifizieren zu können. In Form einer Abschätzung wurden auch die öffentlichen Grünräume in Niederösterreich kurz behandelt.

3. Die Auswertung

Die Ergebnisse zeigen auf, dass die mögliche CO₂-Emissionsreduktion der „naturnahen“ Gartenvariante fast genauso hoch ist wie die freigesetzte Menge an CO₂ bei der „konventionellen“ Variante. Dies entspricht einer möglichen Einsparung in Höhe von 64.535,11 t CO₂-Äquivalent pro Jahr für Niederösterreich, sollten nur noch „naturnahe“ Gärten existieren. Eine deutliche Relevanz im Bezug auf die nationalen THG-Emissionen und damit eine direkte Einflussnahme auf die Kyoto-Zielvorgaben kann jedoch aufgrund der im Bericht ermittelten jährlichen Steigerungsfaktoren (Gesamtsteigerungsrate der bereits in den Gärten gebundenen CO₂-Anteile: 1,08%/Jahr) an zusätzlicher CO₂-Bindung nicht angenommen werden. Eine deutlich höhere Relevanz dieser Einflussgrößen könnte jedoch durch die Ermittlung des vollständigen ökologischen Profils, beispielsweise durch Anwendung des MIPS²-Konzepts dargestellt werden, da verschiedene Stoffströme innerhalb einer reinen CO₂-Bilanzierung nicht mit erfasst werden können.

Bei der Betrachtung der Grünanlagen ist im Gegensatz zur Bilanzierung der privaten Gärten in beiden Varianten von einer CO₂-Speicherung auszugehen, diese liegt jedoch bei der naturnahen Variante in etwa doppelt so hoch wie bei der konventionellen Variante.

¹ Bilanzierungsmodell PLANETE, Quelle: SOLAGRO, Frankreich

² Material Input pro Serviceeinheit

2. Einleitung

Betrachtet man die Klimaschutzziele Österreichs in Bezug auf die Vorgaben aus dem Kyoto-Protokoll von 1990, so muss festgehalten werden, dass die ermittelten THG-Emissionen (CO₂, CH₄, N₂O) deutlich über dem Durchschnitt der EU-Staaten liegen. Vor allem durch die verschärften Vorgaben seitens der Umsetzung des Kyoto-Protokolls innerhalb der EU (Einsparungen von 13% bis 2020 im Vergleich zu 1990³) und angesichts der ansonsten notwendigen Zertifikatszukäufe gilt es, mögliche CO₂-Emissionseinsparungen auch in bislang nur gering betrachteten Sektoren aufzuzeigen.

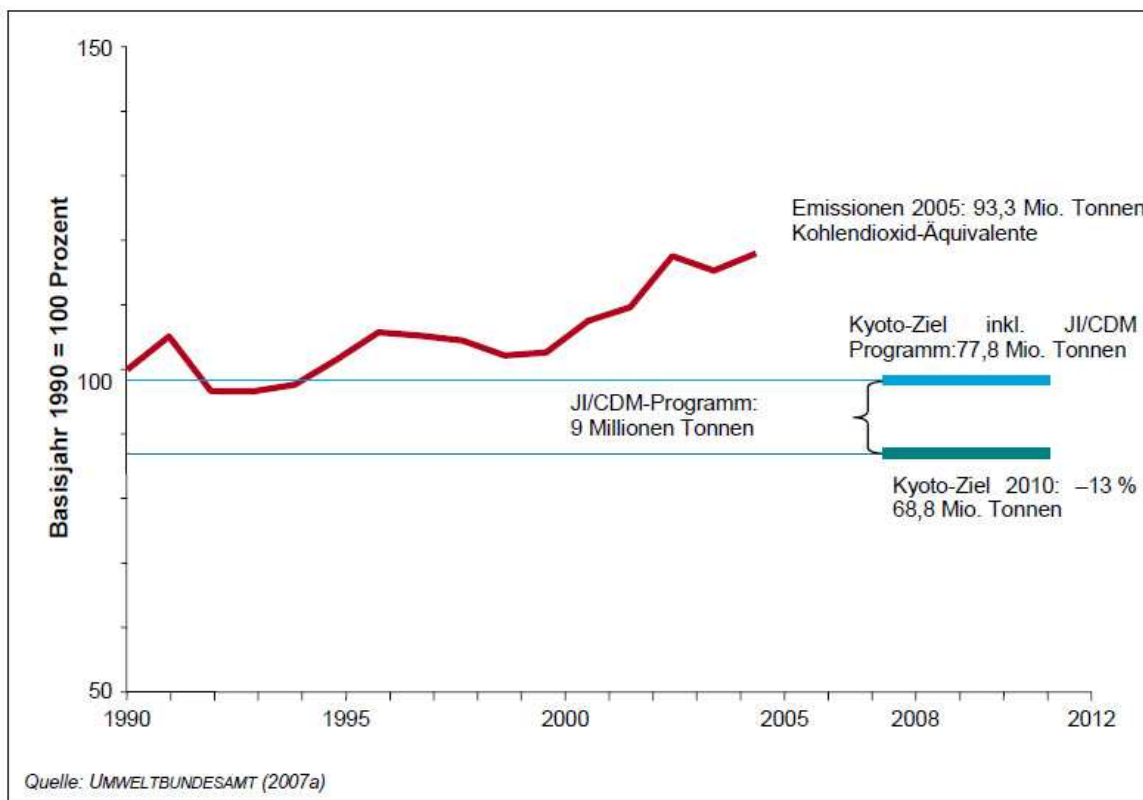


Abbildung 1 – Index-Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel (Quelle: Umweltbundesamt, Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005)

Solch einen Sektor stellen die privaten Gartenanlagen dar. Gegenüber der landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie den bewaldeten Gebieten gehört dieser Bereich zur am geringsten verdichteten Flächenkategorie mit dem höchsten Anteil an gebundenem Kohlenstoff in Form gewachsener Biomasse. Für eine Betrachtung der CO₂-Emissionen dieses Sektors müssen verschiedene Emissionskategorien definiert und die benötigten Datengrundlagen möglichst auf Basis regional verfügbarer Quellen erhoben werden.

³ Umweltbundesamt Österreich, Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005, 2007

3. Grundlagenermittlung

1. Datengrundlagen für Bilanzierungskriterien

Die verwendeten Stammdaten zur Definition der Gartenvarianten stützen sich vor allem aus den statistischen Datenerhebungen, welche durch das Amt der niederösterreichischen Landesregierung beauftragt wurden und durch die Karmasin-Motivforschung GmbH in den Auflagen der Jahre 2006 und 2010 umgesetzt wurde. Hierbei wurden repräsentativ jeweils 400 Eigner von privaten Gartenanlagen mittels eines umfangreichen Fragebogens zu unterschiedlichen Themengebieten befragt. Die ausgewählten Grundstücke der beiden Erhebungsjahre (2006 und 2010) sind nicht deckungsgleich und wurden möglichst heterogen hinsichtlich ihrer Komponentenkonfigurationen sowie der Größe der Gartenflächen zusammengestellt.

Ergänzung fanden diese statistisch erhobenen Daten durch die Modellvariante des „naturnahen“ Gartens, welcher auf den Grundsätzen der Programminitiative „Natur im Garten“ der Niederösterreichischen Landesregierung beruht und in den nachfolgenden Abschnitten genauer definiert wird.

2. Definition „konventioneller“ Garten

Die Auswertung der Datenerhebungen ergab eine durchschnittliche Gartenfläche der untersuchten 400 niederösterreichischen Privatgrundstücke von 587,35 m².

Zu dieser Fläche gehören neben reinen Grünflächen (Rasen, Wiese) auch die sich im Garten befindliche Erschließung durch Wege sowie Blumenbeete, Gemüsegärten, Wasserflächen und Kompostierflächen. Flächeneingrenzende Landschaftselemente wie Sträucher, Hecken und Bäume werden ebenfalls hinzugezählt.

Gartenkomponenten:

- Großflächige Rasenflächen
- Laub- und Nadelbäume
- Hecken sowie einzelne Sträucher
- Kräuter- und Gemüsebeete
- Erschließungsflächen (Wege)
- Sonderstandorte wie kleinflächige Wasserflächen
- Kompostierung

Bewirtschaftungskriterien:

- Düngung erfolgt in begrenztem Ausmaß durch im eigenen Garten hergestellten Humus (Kompostierung von Gras) sowie durch Zuführung von externen Substraten (Pflanzerde, Torf, geringe Mengen an Stickstoffdünger)
- Nur der Grünschnitt von Rasen und Wiese verbleibt auf dem Grundstück und wird kompostiert, der Großteil (Hecken, Sträucher, Bäume) wird auf die nächstgelegene Kompostieranlage (bzw. Sammelstelle) geführt
- Hecken werden regelmäßig geschnitten (z.B. Thuja)
- Intensive maschinengestützte Gartenpflegemaßnahmen (Rasenmäher, Heckenscheren)

Die nachfolgende Abbildung 2 veranschaulicht in beispielhafter Weise eine typische Konfiguration nach dem „konventionellen“ Modell gemäß den gemittelten Flächenanteilen der einzelnen Komponenten (Bäume wurden hinsichtlich der belegten Grundfläche nur mit dem Stammquerschnitt gerechnet).

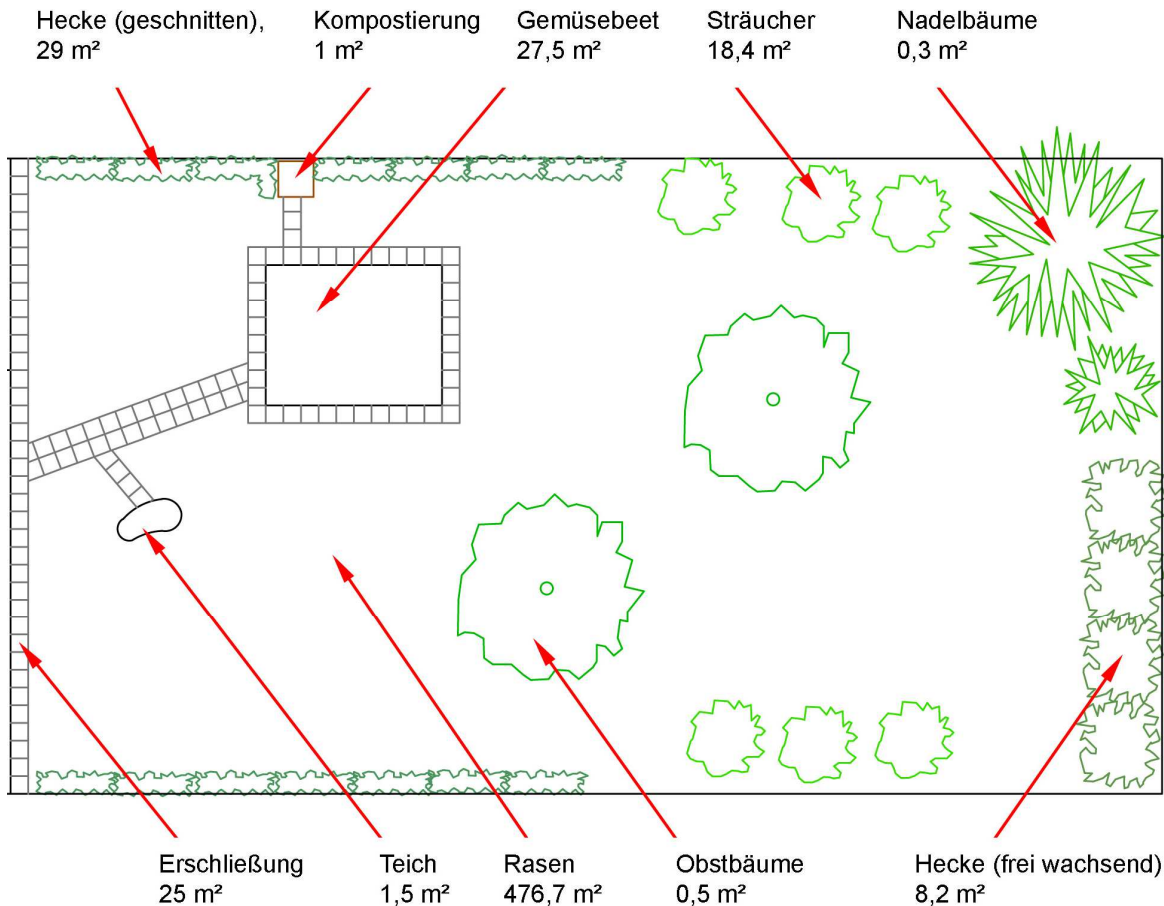


Abbildung 2 – Modellskizze „konventioneller“ Garten mit Flächenangaben der Komponenten

3. Definition „naturnaher“ Garten

Im Gegensatz zu der Definition des „konventionellen“ Gartens bietet das „naturnahe“ Modell (nach grundsätzlichen Vorgaben aus der Programminitiative „Natur im Garten“ des Landes Niederösterreich) zusätzliche spezifische Definitionskriterien. Die Unterscheidungen beziehen sich sowohl auf die verwendeten Gartenkomponenten wie auch auf die Bewirtschaftungsweise.

Gartenkomponenten:

- Wildstrauchhecken anstelle von geschnittenen Hecken (z.B. Thuja)
- Erhöhte Anzahl an Bäumen
- Wiese und Wiesenelemente
- Sonderstandorte wie Trockenmauern oder Wasserflächen
- Bedingtes Zulassen von Wildwuchs
- Bereiche in denen keine Pflegearbeit durchgeführt wird und Schnittreste, Steine, Altholz und Laub abgelagert werden
- Erweiterte Flächennutzung durch Gemüsebeete und Kräuter

- Verringerter Flächenanteil an Erschließungsflächen (Wege)
- Kompost

Bewirtschaftungskriterien:

- Grünschnitt (Rasen, Wiese, Hecken, Sträucher, Bäume) verbleibt im Garten
- Düngung erfolgt durch im eigenen Garten hergestellten Humus (Kompostierung von Grünschnitt)
- Gänzlicher Verzicht auf torfhaltige Pflanzerden
- Verringerter Anteil maschinengestützter Gartenpflegemaßnahmen (Rasenmäher)

In der nachfolgenden Abbildung 3 kann eine modelltypische Konfiguration nach dem Vorbild des „naturnahen“ Gartens gemäß den veranschlagten Flächenanteilen der einzelnen Komponenten ersehen werden (Bäume wurden hinsichtlich der belegten Grundfläche nur mit dem Stammquerschnitt gerechnet).

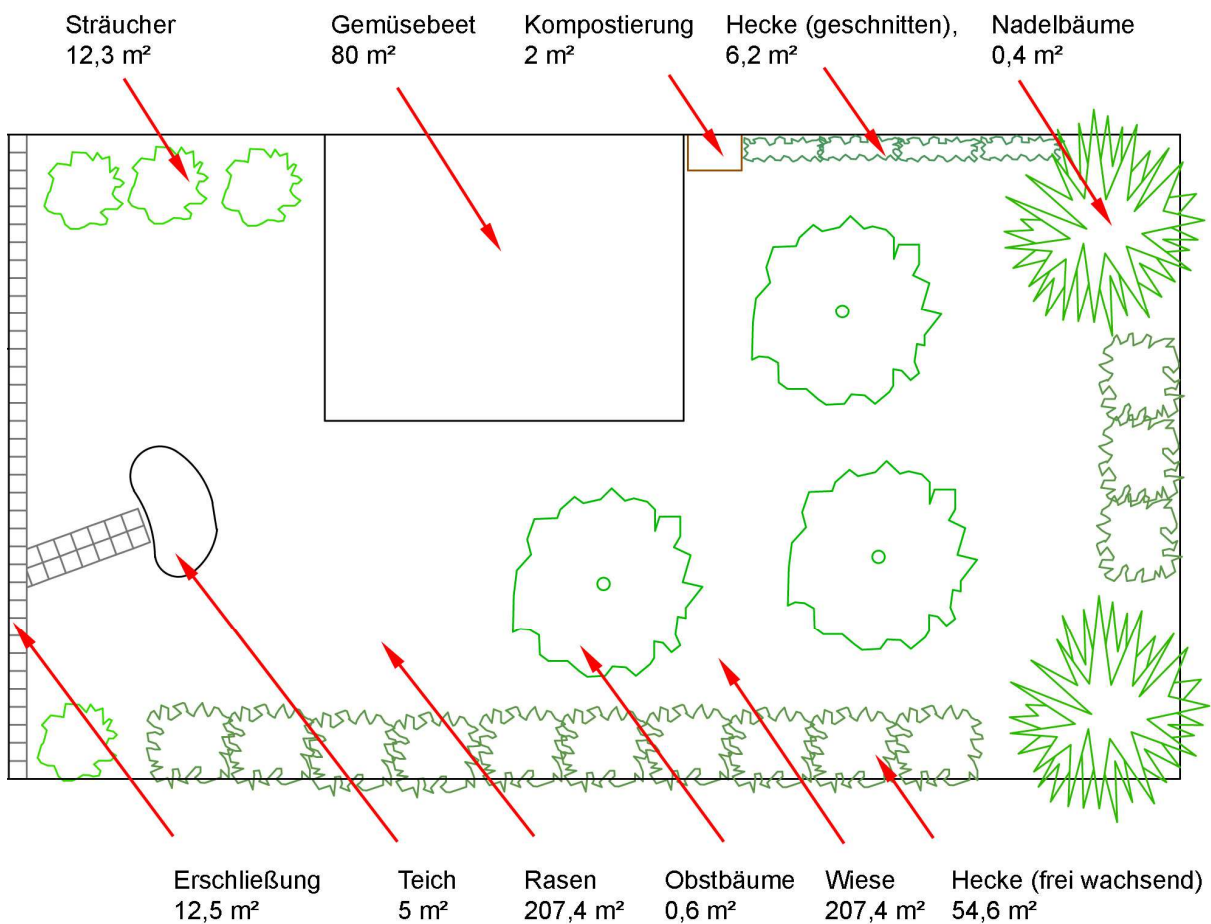


Abbildung 3 - Modellskizze „naturnaher“ Garten mit Flächenangaben der Komponenten

4. Bilanzierung

1. Angewandte Berechnungsmethode

Ausgehend vom Berechnungstool PLANETE⁴ (Energieanalyse des landwirtschaftlichen Betriebs und Schätzung der THG-Emissionen, Urheber: SOLAGRO, Toulouse, Frankreich) wurde eine Adaptierung vorgenommen, um die Anwendbarkeit zur Bilanzierung der CO₂-Emissionen im Bereich privater Gartenflächen in Niederösterreich durchführen zu können.

Diese grundlegende Datenerhebungs- und Bilanzierungsmethode musste hierbei jedoch in vielen Bereichen angepasst und ergänzt werden, um das spezifische Emissionsprofil gemäß der Projektzielsetzung zu ermitteln. Ebenso wurden bestimmte Abschnitte des Tools aufgrund fehlender Relevanz für die gewünschten Projektergebnisse nicht berücksichtigt (z.B. N₂O und CH₄-Emissionen, nur im landwirtschaftlichen Betrieb aufgrund intensiver Düngung und Weidebetrieb⁵ relevant).

Ergänzt wurde das Bilanzierungsmodell PLANETE durch folgende spezifische Unterkategorien:

- Erfassung der CO₂-Emissionen durch extern zugeführte Substrate (Substrate in extern zugeführter Pflanzerde, Torf und Stickstoffdüngern, Kat. 3)
- Emissionen durch direkt eingesetzte Energie (Treibstoff: Rasenmäher, Kat. 4, Treibstoff Grünschnittabtransporte & Anfahrt Häcksler, Kat. 4)

Die Bilanzierung der einzelnen Faktoren erfolgte gemäß der zuvor definierten Flächenanteile für den konventionellen sowie den naturnahen Garten. Die verwendeten Basisdaten speisen sich fast vollständig aus dem SOLAGRO-Datenpool. Einzelne Werte wurden zusätzlich ermittelt, hierbei wurden folgende Quellen und Instrumente verwendet:

- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, Jahresbericht 2007
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, „Humusbilanz nach Cross-Compliance für den Betrieb“
- Landwirtschaftskammer Niederösterreich, DI Josef Springer
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen, 2009

Bilanzierungskategorien, welche nachweislich a) unerheblich hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Gesamtemissionsmenge sind und b) bezüglich der Datenquellen lediglich als Schätzwert vorliegen, wurden nicht in die Bilanzierung aufgenommen. Ein entsprechender Hinweis auf solche Kategorien findet sich jeweils im entsprechenden Abschnitt der Bilanzierung.

⁴ BOCHU, Jean-Luc, Abschlussbericht, 2004

⁵ SIA-Spezial – Kolloquium „Klimawandel und Landwirtschaft“, 2007

2. Umfang der Bilanzierung und Ergebnisdarstellung

Zur Durchführung der Bilanzierung in Form der beauftragten Grobabschätzung wurden die folgenden Parameter gemeinsam mit dem Auftraggeber hinsichtlich des beabsichtigten Umfangs definiert:

- Emissionen durch Gestaltung und Errichtung der Gartenanlage werden nicht berücksichtigt
- Der untersuchte Zykluszeitraum der Bilanzierung entspricht einem Kalenderjahr
- Die Definition des „konventionellen“ Modells wird aus Durchschnittswerten der Datenerhebungen des Landes NÖ (2004 und 2009) ermittelt
- Die Definition des „naturnahen“ Modells erfolgt durch den Auftraggeber mit Konsultation durch den Auftragnehmer
- Die Auswertung wird im direkten Vergleich der beiden Modelle dargestellt sowie auf die statistisch ermittelten Daten für die Gesamtflächen (privater Gärten) des Landes Niederösterreich hochgerechnet
- Adaptierung finden die Basisdaten der Bilanzierung für die öffentlichen Grünräume und Parkanlagen in Niederösterreich, welche exemplarisch anhand eines Beispiels ebenfalls einer Grobabschätzung unterzogen werden.

3. Kategorisierungsmodell

Basierend auf dem PLANETE-Bilanzierungstool wurde die Kategorisierung prinzipiell in Anlehnung an die Bilanzierung eines landwirtschaftlichen Betriebs vorgenommen.

Individuelle Anpassungen in mehreren Kategorien waren hierbei notwendig und sind in der unten aufgeführten Darstellung anhand ihrer Quellen gesondert vermerkt.

Kat.Nr.	Kategoriebezeichnung	Quelle	Anpassungen / Quelle
1	CO ₂ -Speicher	PLANETE	
2	Biomassezuwachs	PLANETE	
3	Humusbilanz	PLANETE	IPCC 2007, BLLW, IFEU
4	Direkt eingesetzte Energie	PLANETE	IPCC 2007, Kompostieranlagen NÖ

Abbildung 4 – Kategorien der Bilanzierung auf Basis des PLANETE-Bilanzierungstools

Innerhalb der in Abbildung 4 genannten Hauptkategorien gibt es die nachfolgend aufgeführten Unterpunkte, die mit den jeweils verwendeten Berechnungswerten dargestellt werden. Die dargestellten CO₂-Äquivalentswerte entsprechen den ermittelten Emissionen, daher entsprechen negative Zahlenwerte einer CO₂-Bindung und damit einer Speicherung.

Kategorie 1 – CO₂-Speicher

Definition: Langfristig gebundenes CO₂, welches in der gewachsenen Biomasse (verholzte sowie grüne Anteile), sowie den Wurzeln und auch im umgebenden Erdboden (der Humusschicht) bislang gespeichert wurde.

Diese Werte werden getrennt in die Bilanzierungsergebnisse aufgenommen, da es sich nicht um konkrete Veränderungen innerhalb des Untersuchungszeitraums handelt.

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq/m ²
Baumartige LE > 5m Höhe	Obstbäume (überschirmte Fläche)	-11,010
	Nadelbäume (überschirmte Fläche)	-11,010
Strauchartige LE 1 - 5m Höhe	Hecke geschnitten	-34,498
	Hecke frei wachsend	-34,498
	Sträucher frei wachsend	-34,498
Krautige, niedrige LE < 1m	Rasen, Wiese	-25,690
Einjährige Kulturen (landw. Nutzung)	Gemüsegarten	-14,680

Abbildung 5 – Kategorie 1 „CO₂-Speicher“ - CO₂-Äquivalentswerte

Kategorie 2 – Biomassezuwachs

Zusätzlich gebundenes CO₂, welches über das im betrachteten Zeitraum (Jahreszyklus) durch Zuwachs im grünen und verholzten Bereich gespeichert wurde, jedoch fast immer durch Bewirtschaftungsmaßnahmen (Zuschnitt) relativiert wird. Der jeweils erfasste Grünschnitt wird gemäß den ermittelten Szenarien beider Modellvarianten unterschiedlich in die Bilanzierung mit aufgenommen. Die Bewertung des Gemüsegartens wurde lediglich in Kategorie 3 „Humusbilanz“ beachtet, da der Zuwachs in jedem Fall aus den betrachteten Stoffkreisläufen entfernt wird.

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq/m ²
Baumartige LE > 5m Höhe	Obstbäume (überschirmte Fläche)	-0,143
	Nadelbäume (überschirmte Fläche)	-0,143
Strauchartige LE 1 - 5m Höhe	Hecke geschnitten	-0,107
	Hecke frei wachsend	-0,107
	Sträucher frei wachsend	-0,107
Krautige, niedrige LE < 1m	Rasen, Wiese	-0,014

Abbildung 6 – Kategorie 2 „Biomassezuwachs“ – CO₂-Äquivalentswerte

Kategorie 3 – Humusbilanz

Die Bilanzierung der Humusbilanz wurde durch das externe Tool „Humusbilanz-Methode nach den Vorgaben von Cross-Compliance“⁶ erstellt. Zusätzlich wurde die Humusbildung im gesamten Gartenbereich auf Basis der PLANETE-Berechnungsergebnisse integriert. Extern zugeführte Substrate (Humusmischungen, reine Torfprodukte) wurden gesondert auf Basis der gemittelten Umfragewerte gerechnet. Die Frucht Kategorien I bis III wurden zu gleichen Teilen auf die angenommene Gesamtfläche des jeweiligen Gemüsegartens verteilt.

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq/m ²
Humuszehrung der angebauten Früchte	Fruchtkategorie I – Kohlgemüse ⁷	0,279
	Fruchtkategorie II – Wurzelgemüse ⁸	0,206
	Fruchtkategorie III – Salate und Krautgemüse ⁹	0,103
Humusbildung	Gesamtflächen ohne Wasserfläche und Wege	-0,003
Zuführung von Humus (extern)	Pflanz- und Aussaaterde aus Torf ¹⁰ (auf Gesamtfläche)	0,043
	Kokosfasern (auf Gesamtfläche)	-0,005
	Stickstoffdünger (auf Gesamtfläche)	0,023

Abbildung 7 – Kategorie 3 „Humusbilanz“ - CO₂-Äquivalentswerte

⁶ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, 2006

⁷ Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Gurke, Kürbis, Porree, Rotkohl, Stabtomate, Stangensellerie, Weißkohl, Wirsing, Zucchini, Zuckermelone

⁸ Aubergine, Chicoree, Goldlack, Kamille, Knoblauch, Möhre, Meerrettich, Paprika, Pastinak, Ringelblume, Schöllkraut, Schwarzwurzel, Zuckermais

⁹ Bergbohnenkraut, Bibernelle, Bohnenkraut, Borretsch, Dill, Dost, Eibisch, Eichblattsalat, Eisbergsalat, Endivie, Engelwurz, Erdbeeren, Estragon, Faserpflanzen, Feldsalat, Fenchel, Goldrute, Grünerbse, Grünkohl, Johanniskraut, Kohlrabi, Kopfsalat, Kümmel, Liebstöckel, Majoran, Mangold, Mutterkraut, Ölfüchte, Petersilie, Pfefferminze, Radicchio, Radies, Rettich, Rote Rübe, Salbei, Schafgarbe, Schnittlauch, Spinat, Stangenbohne, Thymian, Zitronenmelisse, Zwiebel

¹⁰ Ergänzende Bilanzierung des CO₂-Profils durch Torfgewinnung wurde in die Bilanzierung mit aufgenommen, hierbei wird ein Gesamtwert ermittelt aus a) Freigesetzten Emissionen durch Torfabbau und b) CO₂-Bindung durch Humuszuführung, Quelle: Studie „Moore im Klimawandel“, 2010

Kategorie 4 – Direkt eingesetzte Energie

Gemäß der PLANETE-Bilanzierung wurden die Treibstoffverbräuche der durch die Umfragen eruierten Bewirtschaftungsmaschinen (Rasenmäher) ermittelt. Aufgrund der nur unzureichenden Datenverfügbarkeit wurde das Häckseln des Grünschnitts aus der Bilanzierung exkludiert, da auch die vorgenommenen Schätzungen hierzu keine Relevanz dieser Werte vermuten ließen.

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq/m ²
Direkte Emissionen vor Ort	Treibstoff Rasenmäher	0,028
Direkte Emissionen im Umland	Treibstoff Grünschnitt-Transporte zur Kompostieranlage	0,001
	Treibstoff Lebensmittel-Transporte (zusätzlich zum Eigenanbau)	0,018

Abbildung 8 – Kategorie 4 „Direkt eingesetzte Energie“ - CO₂-Äquivalentswerte

4. CO₂-Emissionen im Variantenvergleich

Nachfolgend werden anhand der bereits vorgestellten Kategorien die Bilanzierungsergebnisse der beiden Modellvarianten direkt gegenübergestellt. Die Ergebnisse beziehen sich jeweils auf die für die Unterkategorie zuvor ermittelten Flächenanteile.

Einleitend zum Variantenvergleich soll die nachfolgende Abbildung eine Übersicht zu den einzelnen Materialflüssen (Stoffströmen) geben, also die Kreisläufe zwischen Garten und Umwelt angesichts der relevanten Kriterien veranschaulichen. Die jeweilige Größenordnung für konventionelle oder „naturnahe“ Variante ist der Abbildung jedoch nicht zu entnehmen.

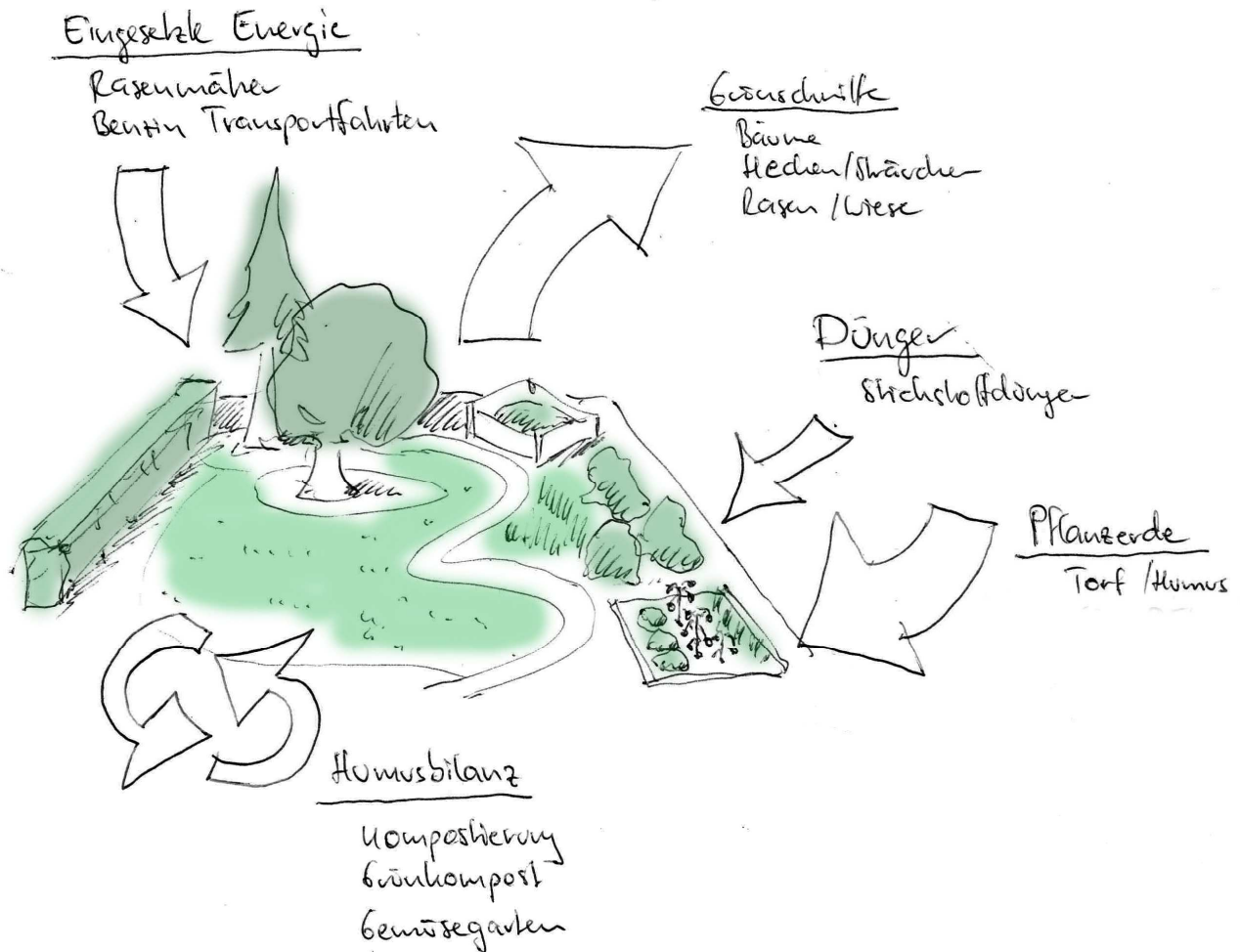


Abbildung 9 – Materialflüsse im jährlichen Betrieb eines privaten Gartens

Die Bilanzierungsdetails mit genauer Angabe der Berechnungsdaten können zur weiteren Einsicht den in der Anlage beigefügten Tabellen entnommen werden.

Kategorie 1 – CO₂-Speicher – „Konventionelle“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Baumartige LE > 5m Höhe	Obstbäume (überschirmte Fläche)	-345,714
	Nadelbäume (überschirmte Fläche)	-221,257
Strauchartige LE 1 - 5m Höhe	Hecke geschnitten	-1.002,070
	Hecke frei wachsend	-282,635

	Sträucher frei wachsend	-633,728
Krautige, niedrige LE < 1m	Rasen, Wiese	-12.246,423
Einjährige Kulturen (landw. Nutzung)	Gemüsegarten	-404,287
Ergebnis Kategorie 1		-15.136,115

Abbildung 10 – Ergebnis Kategorie 1 – Konventionelle Gartenvariante

Kategorie 1 – CO₂-Speicher – „Naturnahe“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Baumartige LE > 5m Höhe	Obstbäume (überschirmte Fläche)	-518,571
	Nadelbäume (überschirmte Fläche)	-276,571
Strauchartige LE 1 - 5m Höhe	Hecke geschnitten	-212,508
	Hecke frei wachsend	-1.883,591
	Sträucher frei wachsend	-422,601
Krautige, niedrige LE < 1m	Rasen, Wiese	-10.657,240
Einjährige Kulturen (landw. Nutzung)	Gemüsegarten	-1.174,400
Ergebnis Kategorie 1		-15.145,481

Abbildung 11 – Ergebnis Kategorie 1 – Naturnahe Gartenvariante

Um die Bilanzierungsergebnisse dieser Kategorie bewertbar zu machen, muss auf die Unterschiede in der Flächennutzung hinsichtlich der Gartenkomponenten eingegangen werden. Die Flächenanteile der versiegelten Flächen (Erschließung, Wasserflächen), welche nicht in die Speicherung mit aufgenommen wurden, nehmen hierbei keinen relevanten Einfluss auf das Ergebnis. Wesentlich ist vielmehr, dass sich die Kombination der Gartenelemente in beiden Varianten bei unterschiedlich starken Ausprägungen einzelner Komponenten dennoch bezüglich des Gesamtergebnisses auf annähernd gleichem Niveau befindet. Dies legt nahe, dass durch eine heterogene Gartenanlage mit möglichst vielfältiger Streuung der Komponenten stets von positiven Werten bezüglich der ständigen CO₂-Speicherung ausgegangen werden kann.

Kategorie 2 – Biomassezuwachs – „Konventionelle“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Baumartige LE > 5m Höhe	Obstbäume (überschirmte Fläche)	-16,479
	Nadelbäume (überschirmte Fläche)	-10,547
Strauchartige LE 1 - 5m Höhe	Hecke geschnitten	-11,407
	Hecke frei wachsend	-3,217
	Sträucher frei wachsend	-7,214
Krautige, niedrige LE < 1m	Rasen, Wiese	-24,493
Zwischenergebnis		-73,356
Abtransport des Grünschnitts	Grünschnitt der baumartigen & strauchartigen LE zu 100%	48,863
Ergebnis Kategorie 2		-24,493

Abbildung 12 – Ergebnis Kategorie 2 – Konventionelle Gartenvariante

Kategorie 2 – Biomassezuwachs – „Naturnahe“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Baumartige LE > 5m Höhe	Obstbäume (überschirmte Fläche)	-24,719
	Nadelbäume (überschirmte Fläche)	-13,183
Strauchartige LE 1 - 5m Höhe	Hecke geschnitten	-2,419
	Hecke frei wachsend	-21,441
	Sträucher frei wachsend	-4,810
Krautige, niedrige LE < 1m	Rasen, Wiese	-21,314
Zwischenergebnis		-87,887
Abtransport des Grünschnitts	Kein Abtransport, Grünschnitt wird auf Grundstück gehäckselt	0,000
Ergebnis Kategorie 2		-87,887

Abbildung 13 – Ergebnis Kategorie 2 – Naturnahe Gartenvariante

Die unterschiedliche Vorgehensweise bezüglich der Verwendung der Biomasse aus dem Grünschnitt erzeugt ein deutliches Ungleichgewicht in dieser Kategorie. Durch die gemäß den Umfragen bestätigte Zuführung des Grünschnitts aus Bäumen, Hecken und Sträuchern zu den nächstgelegenen Kompostieranlagen wird in der konventionellen Variante dem System effektiv gebundenes CO₂ entzogen und muss als emissionsfördernder Faktor in der Bilanzierung erfasst werden. Wichtig für diese Kategorie ist ebenfalls, dass für den Zuwachs lediglich die Pflanzenkulturen erfasst wurden, da in Kategorie 3 „Humusbilanz“ gesondert auf die Humusbildung innerhalb der Gartenfläche eingegangen wird. Weiterhin werden die CO₂-Emissionen, die durch den Abtransport des Grünschnitts beziehungsweise durch die Anlieferung eines Häckslers für die naturnahe Variante verursacht werden, ebenfalls gesondert in Kategorie 4 „Direkt eingesetzte Energie“ behandelt.

Kategorie 3 – Humusbilanz – „Konventionelle“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Humuszehrung der angebauten Früchte	Fruchtkategorie I – Kohlgemüse	2,560
	Fruchtkategorie II – Wurzelgemüse	1,887
	Fruchtkategorie III – Salate und Krautgemüse	0,943
Humusbildung	Gesamtflächen ohne Wasserfläche und Wege	-1,570
Zuführung von Humus (extern)	Aussaat- / Pflanzerde aus Torf (Gesamtprofil inkl. CO ₂ -Emissionen durch Torfabbau)	64,150
	Kokosfasern (auf Gesamtfläche)	-2,661
	Stickstoffdünger (Gesamtprofil lt. Statistischen Daten Land NÖ / Garten)	10,680
Ergebnis Kategorie 3		70,609

Abbildung 14 – Ergebnis Kategorie 3 – Konventionelle Gartenvariante

Kategorie 3 – Humusbilanz – „Naturnahe“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Humuszehrung der angebauten Früchte	Fruchtkategorie I – Kohlgemüse	7,439
	Fruchtkategorie II – Wurzelgemüse	5,481
	Fruchtkategorie III – Salate und Krautgemüse	2,740
Humusbildung	Gesamtflächen ohne Wasserfläche und Wege	-1,596
Zuführung von Humus (extern)	Aussat- und Pflanzeerde aus Torf (Gesamtprofil inkl. CO ₂ -Emissionen durch Torfabbau)	0,000
	Kokosfasern (auf Gesamtfläche)	-2,661
	Stickstoffdünger	0,000
Ergebnis Kategorie 3		-4,260

Abbildung 15 – Ergebnis Kategorie 3 – Naturnahe Gartenvariante

Im Vergleich zwischen den beiden Varianten wird vor allem durch die vorwiegend extern zugeführten Humusanteile in der konventionellen Variante eine verstärkte CO₂-Bindung erreicht. Die Auswertung der statistischen Daten sowie aktuelle Recherchen ergaben, dass konventionelle Pflanz- und Aussaaterde noch immer einen Torfanteil zwischen 92 und 100% aufweist. Der Einsatz von Stickstoffdüngern (vorwiegend für Blumenbeete und Rasenflächen) ist trotz verhältnismäßig geringer Mengen ebenfalls einer der größten Faktoren innerhalb dieser Kategorie.

Bei der naturnahen Variante kann durch den in Kategorie 2 nicht aus dem System entfernten Grünschnitt (entspricht Grünkompost) nach erfolgter Kompostierung direkt als Humuszufuhr gegengerechnet werden. Wesentlich für die naturnahe Variante ist neben diesem Faktor weiterhin der gänzliche Verzicht auf Torfprodukte, wobei insgesamt lediglich ein geringer Anteil an Substraten für die Pflanzeerde extern zugeführt wird (in der Regel lediglich max. 30% Volumenanteil der benötigten Humusmenge in Form von Kokosfasern). Die Humuszehrung, welche in der naturnahen Variante durch den deutlich größeren Flächenanteil des Gemüsegartens höhere Emissionen an CO₂ verursacht, sollte in Zusammenhang mit den in Kategorie 4 dargestellten zusätzlichen Emissionen durch extern zugeführte Lebensmittel (unter der Annahme dass beide Nutzergruppen denselben Verbrauch besitzen) gesehen werden.

Kategorie 4 – Direkt eingesetzte Energie – „Konventionelle“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Direkte Emissionen vor Ort	Treibstoff Rasenmäher	13,572
Direkte Emissionen im Umland	Treibstoff Grünschnitt-Transporte zur Kompostieranlage	0,430
	Treibstoff Lebensmittel-Transporte (zusätzlich zum Eigenanbau)	15,900
Ergebnis Kategorie 4		32,922

Abbildung 16 – Ergebnis Kategorie 4 – Konventionelle Gartenvariante

Kategorie 4 – Direkt eingesetzte Energie – „Naturnahe“ Gartenvariante

Hauptkategorie	Unterkategorie	kg CO ₂ -eq
Direkte Emissionen vor Ort	Treibstoff Rasenmäher	6,786
Direkte Emissionen im Umland	Treibstoff Anlieferung Häcksler zum Grundstück	0,061
	Treibstoff Lebensmittel-Transporte (zusätzlich zum Eigenanbau)	0,000
Ergebnis Kategorie 4		6,847

Abbildung 17 – Ergebnis Kategorie 4 – Naturnahe Gartenvariante

Die Unterschiede bei der direkt eingesetzten Energie, welche in der Bilanzierung der Gartenvarianten zum größten Teil CO₂-Emissionen mittels Treibstoffverbrennung verursacht, finden sich vor allem in der wesentlich geringeren maschinell unterstützten Bewirtschaftungsweise der naturnahen Variante. Während der durch die geringere Rasenfläche ebenfalls geringere Einsatz des Rasenmähers den Hauptanteil an den verursachten Emissionen ausmacht, wird im naturnahen Garten der Wiesenanteil fast ausschließlich rein manuell (z.B. mit einer Sense) gemäht. Die Emissionsanteile für elektrisch betriebene Heckenscheren wurden überschlägig ermittelt und aufgrund zu geringer Relevanz nicht weiter berücksichtigt. Die zusätzlichen Emissionen durch die Grünschnitttransporte vom Grundstück zur Kompostieranlage sowie durch die Anlieferung der Häckselmaschine auf das betreffende Grundstück wurden auf Basis der statistischen Daten gemäß den ermittelten Entfernungen sowie des gesamten Grünschnittaufkommens durch Privatgärten bilanziert.

5. Gesamtergebnis der Modellvarianten im Vergleich

Nachfolgend veranschaulicht Abbildung 18 die Ergebnisse der Bilanzierung auf Basis der einzelnen Kategorien. Kategorie 1 „CO₂-Speicher“ wird hierbei nicht zur Gesamtbilanz hinzugerechnet, da es sich um einen konstanten Wert handelt, der sich aus der Errichtung der Gartenanlage (Pflanzung von Landschaftselementen) errechnet und nicht mittelfristig in die Jahresbilanzierung gezählt werden kann. Zu beachten ist hierbei jedoch das Größenverhältnis im Bezug auf die Jahresbilanz.

Kategorie	Konventionelle Variante [kg CO ₂ -eq]	Naturnahe Variante [kg CO ₂ -eq]
1 – CO ₂ -Speicher	-15.136,12	-15.145,48
2 – Biomassezuwachs	-24,49	-87,89
3 – Humusbilanz	70,60	-4,26
4 – Direkt eingesetzte Energie	32,92	6,85
Gesamtergebnis (Kategorie 2-4)	79,03	-85,30

Abbildung 18 – Gesamtergebnisse der Varianten „Garten“ im Vergleich

Die nachfolgende Abbildung 19 zeigt diese Ergebnisse in Form eines Säulendiagramms und ermöglicht so die Erfassung besonders relevanter Unterschiede hinsichtlich der Kategorienauswertung (Einheiten in kg CO₂-Äquivalent).

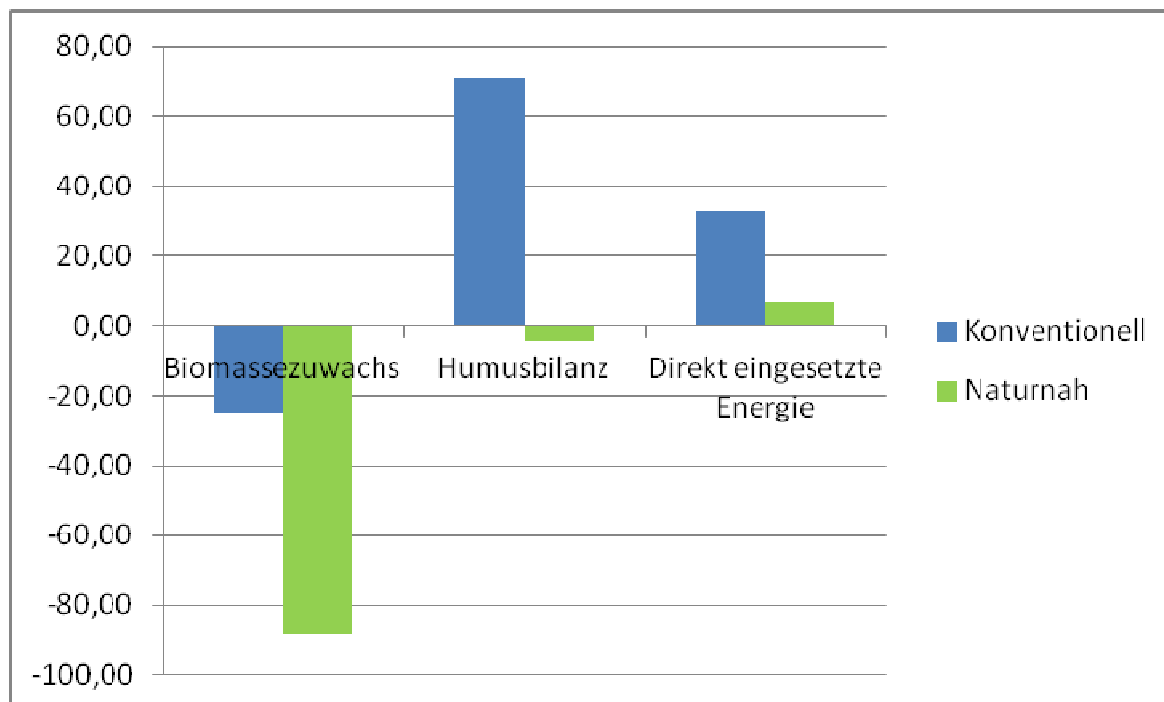


Abbildung 19 – Bilanzierungsergebnisse nach Kategorien

6. Hochrechnung der Ergebnisse auf Landesebene

Basierend auf den Bilanzierungsergebnissen der beiden Gartenvarianten kann ein exemplarischer Vergleich der möglichen Einsparungen der CO₂-Emissionen durch Anwendung der statistischen Daten für das Land Niederösterreich durchgeführt werden. Die Hochrechnung stützt sich hierbei auf die Annahme, dass 100% der ermittelten Gartenflächen der jeweiligen Gartenvariante angehören und somit ein direkter Vergleich bezüglich der CO₂-Einsparungen vorgenommen werden kann.

Landesfläche Niederösterreich:	1.918.626 ha ¹¹
Gartenflächen Niederösterreich:	22.609 ha ¹²

Dies entspricht einem Anteil der Gartenflächen von 1,18% an der Gesamtfläche. Zum Vergleich: Der Anteil der Waldfläche in Niederösterreich an der Gesamtfläche liegt bei 39,00%.

Basierend auf den ermittelten Gartenflächen können folgende Bilanzierungswerte für die beiden untersuchten Gartenvarianten angenommen werden:

1. Konventionelle Variante:	31.036,71 t CO ₂ -Äquivalent Emission
2. Naturnahe Variante:	33.498,38 t CO ₂ -Äquivalent Speicherung

Pro Jahr könnten also in Niederösterreich insgesamt 64.535,11 t CO₂-Äquivalent zusätzlich eingespart werden, soweit alle Gartenanlagen dem Typus des naturnahen Gartens entsprechen und bislang sämtliche Anlagen dem konventionellen Typus entsprochen hätten.

Betrachtet man die Werte, welche aus Kategorie 1 „CO₂-Speicher“ ebenfalls auf Landesebene mittels der Hochrechnung ermittelt werden können, so lässt sich daraus das jährliche Steigerungspotential hinsichtlich zusätzlicher CO₂-Einsparung durch Speicherung innerhalb der Gärten bilanzieren.

1. Konventionelle Variante (CO ₂ -Speicher):	5.944.421,56 t CO ₂ -Äquivalent
1. Naturnahe Variante (CO ₂ -Speicher):	5.948.099,81 t CO ₂ -Äquivalent

Das jeweilige Steigerungspotential lautet demnach:

1. Konventionelle Variante:	+ 0,52 % zusätzliche CO ₂ -Emission / Jahr
2. Naturnahe Variante:	+ 0,56 % zusätzliche CO ₂ -Speicherung / Jahr

Das entspräche einer Größenordnung von etwa 0,6 Mio. t CO₂-Äquivalent in zehn Jahren.

5. Grobabschätzung für den Bereich „Grünräume“

Nachfolgend werden die für den Bereich der privaten Gärten in Niederösterreich ermittelten CO₂-Werte anhand eines konkreten Beispiels für den Bereich „öffentliche Grünräume und Parkanlagen“ adaptiert. Es wird darauf hingewiesen, dass das konkrete Beispiel als „repräsentativer Vertreter eines typischen öffentlichen Grünraums“ vom Auftraggeber vorgegeben wurde. Aufgrund der

¹¹ Lt. Webseite der Niederösterreichischen Landesregierung, abgerufen am 02.04.2011

¹² Siehe JEZIK, 2001

fehlenden statischen Daten kann daher keine Aussage über die tatsächliche Signifikanz der Ergebnisse gemacht werden.

Die ausgewählte öffentliche Grünfläche ist ein ca. 16.000 m² großer Park und befindet sich in Wolkersdorf und dient hinsichtlich der realen Kennwerte als Vorbild für die konventionelle Variante. Zur Unterscheidung zwischen konventioneller und naturnaher Variante wurden nur geringe Komponenten anhand ihres Flächenanteils sowie die Pflege- und Erhaltungsstrategie angepasst.

Anhand der nachfolgenden Tabelle können die der Bilanzierung zugrundeliegenden Kategorien für eine konventionelle und eine naturnahe Umsetzung von öffentlichen Grünräumen und Parkanlagen anhand ihrer Flächenaufteilung eingesehen werden.

Kategorie	Konventionell Anzahl / Fläche [m ²]	Naturnah Anzahl / Fläche [m ²]
Obstbäume (Kronendurchmesser ca. 5m)	25 / 350,0	25 / 350,0
Nadelbäume (Kronendurchmesser ca. 4m)	50 / 700,0	50 / 700,0
Hecken, geschnitten	150,0	150,0
Hecken, frei wachsend	200,0	200,0
Sträucher, frei wachsend	200,0	300,0
Rasenfläche	13.350,0	13.000,0
Blumen / Wiese	600,0	850,0
Wege	1.000,0	1.000,0
Spielplatz (Rindenmulch)	500,0	500,0
Gesamtfläche (ohne überschirmte Flächen)	16.000,0	16.000,0

Abbildung 20 – Struktur und Flächenaufteilung der Parkanlage Wolkersdorf¹³

Die dargestellte „naturnahe“ Variante unterscheidet sich vor allem durch den größeren Anteil an Blumenbeeten und Wiesen von der konventionellen Variante. Ebenfalls flächenmäßig deutlicher vertreten sind frei wachsende Sträucher. Die verbleibende Rasenfläche wird durch diese Faktoren etwas verringert.

Bezüglich der Bearbeitungsintensität sowie den Stoffkreislaufstrategien gilt für die naturnahe Variante ein möglichst hoher Anteil des auf dem Grundstück verbleibenden Schnittguts, wobei Grünschnitt von Rasen- und Wiesenflächen direkt eingemulcht wird. Lediglich Baumschnitt (Äste, größere Zweige) werden zur Sammelstelle geführt, der Rest vor Ort kompostiert und somit für den Humuskreislauf direkt wieder bereitgestellt ohne dass zusätzliche Energie für den Materialtransport

¹³ Daten lt. Stadtamt Wolkersdorf, Stand 08/2011

aufgewendet werden müsste. Weiterhin wird die Rasenfläche der „naturnahen“ Variante nur halb so oft gemäht wie die konventionelle.

Unter Verwendung der zuvor für den Bereich „Garten“ ermittelten CO₂-Kennwerte ergibt sich somit für den Bereich „Grünraum“ folgendes Ergebnisprofil, welches anhand des Variantenvergleichs nachfolgend dargestellt wird.

Kategorie	Konventionelle Variante [kg CO ₂ -eq]	Naturnahe Variante [kg CO ₂ -eq]
1 – CO ₂ -Speicher	-382.303,90	-402.268,70
2 – Biomassezuwachs	-711,61	-1.366,12
3 – Humusbilanz	-456,40	-59,23
4 – Direkt eingesetzte Energie	407,87	185,89
Gesamtergebnis (Kategorie 2-4)	-760,14	-1.239,46

Abbildung 21 – Gesamtergebnisse „Grünraum“ im Variantenvergleich

Im Vergleich zur Bilanzierung des Bereichs „Garten“ weisen beide Varianten eine Speicherung von Kohlendioxid auf, die jedoch unterschiedlich stark ins Gewicht fällt. Der größere Anteil an Wiesen, sowie Strauch- und Baumbewuchs im Verhältnis zur geringeren Rasenfläche zeigt bei der „naturnahen“ Variante positive Auswirkung auf die CO₂-Bilanz. Der weitestgehende Verzicht auf torfbasierte Humuserden sowie der flächenanteilig niedrige Stickstoffdüngerbedarf aufgrund der großen Rasen- und Wiesenflächen können als Begründung hierfür angesehen werden.

6. Fazit

1. Relevanz der ermittelten Ergebnisse

Bei der Bearbeitung der Bilanzierungsergebnisse konnten vor allem im Vergleich zu den untersuchten Bilanzierungsbeispielen aus dem Bereich der Landwirtschaft folgender Sachverhalt festgestellt werden: Sowohl im konventionellen wie auch im naturnahen Gartenmodell wird der Biomassezuwachs auf ein gleichmäßiges Level zurückgekürzt, der sich auch über die Jahre hinweg nicht merklich verändert. Lediglich im Bereich der großen Landschaftselemente (vorwiegend Bäume) kann durch das Wachstum in die Höhe ein langfristig steigender Anteil an gebundenem CO₂ festgehalten werden.

Durch die größeren Anteile an Gemüseflächen bei der naturnahen Variante kann durch die direkte CO₂-Bilanzierung nur in eingeschränktem Maße die globale Auswirkung auf die CO₂-Produktion erfasst werden. Dies liegt daran, dass nur über eine Betrachtung des gesamten Nahrungsversorgungszyklus der GartennutzerInnen mit Beachtung der entweder im Garten angebauten oder extern zugekauften Nahrungsmittel eine signifikante Aussage über die

„Einsparung“ an CO₂ durch das garteneigene Gemüsebeet getroffen werden kann. Vor allem an diesem Beispiel zeigt sich, dass eine Erweiterung der Betrachtungs- und Bilanzierungsmethode in Betracht gezogen werden sollte um ein signifikantes Urteil zur ökologischen Bewertung der Varianten im Sinne eines umfassenden Klimaschutzprogramms fällen zu können.

Der Bereich der Humuserden ist im besonderen nur schwer zu bewerten. Die korrekte Bilanzierung von torfbasierten Aussaat- und Pflanzgerden wie sie handelsüblich bezogen werden können umfasst die CO₂-Werte der Abbauphase aufgrund der vorliegenden, äußerst präzisen Kennwerte aus bestehenden Studien. Im Vergleich hierzu ist die lokale beziehungsweise regionale Kompostierung in öffentlichen Kompostieranlagen nur unzureichend erfasst, stellt jedoch ganz eindeutig die vorteilhaftere Variante aufgrund des geringeren Eingriffs in bestehende Ökosysteme dar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die ermittelten Werte äußerst aussagekräftig die beiden Varianten unterscheidbar und bewertbar machen. Die Bereiche „Humusbilanz“ und „Direkte und indirekte Energie“ sind aufgrund der sehr unterschiedlichen Bearbeitungs- und Nutzungsstrategien der Gartenbesitzer die entscheidenden Kriterien, mit welchen eine positive Entwicklung im Bereich der CO₂-Emissionsreduzierung gesteuert werden könnte.

2. Empfehlungen für eine weiterführende Bearbeitung des Themas

Die Betrachtung der CO₂-Emissionen der beiden Gartenvarianten kann sicherlich in Teilbereichen zum Vergleich mit anderen Emissionskategorien herangezogen werden. Eine umfassende Analyse und Bewertung kann jedoch nur durch erweiterte Bilanzierungstools wie beispielsweise im MIPS-Konzept¹⁴ enthalten, erfolgreich durchgeführt werden.

Eine derart spezifische Betrachtung sämtlicher auftretender Stoffströme, vor allem auch anhand des Ressourcenbedarfs, welche beispielsweise auch in Form des „ökologischen Fußabdrucks“ oder des „ökologischen Rucksacks“ abgebildet werden können, stellen eine notwendige Maßnahme dar, um das Potential der „naturnahen“ Gartenvariante in vollem Umfang darstellbar und quantifizierbar zu machen.

¹⁴ MIPS – Material Input pro Serviceeinheit

7. Literaturverzeichnis

BOCHU Jean-Luc, MAYRHOFER Peter, THG-Bilanz in der Landwirtschaft adaptiert für Niederösterreich (NÖ), Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Landentwicklung – LF6, 2004-2010

FREUDENSCHUSS Alexandra, Arbeiten zur Evaluierung von ÖPUL-Massnahmen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit, Umweltbundesamt Österreich, 2010

GUGELE, Bernd, Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005, Umweltbundesamt Österreich, 2007

JEZIK, Karoline, Gärten und Grünanlagen in Niederösterreich – Bestand und Bewirtschaftung, Perspektiven naturnaher Gestaltung und Pflege, Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung RU4, 2001

KARMASIN, Sophie, Natur im Garten 2010, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2010

KARMASIN, Sophie, Natur im Garten 2006, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2006

NIEDERMAIR Markus, PLATTNER Gerald, Moore im Klimawandel, Österreichische Bundesforste AG – Kompetenzfeld Natur- und Umweltschutz, 2010

REINHARDT, Guido, Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2009

RIPPEL, Rudolf, Humusbilanz nach Cross-Compliance für den Betrieb, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, 2010

SPRINGER Josef, Landwirtschaft und Treibhausgase – Ein Überblick, Landwirtschaftskammer Niederösterreich, 2010

<http://www.ipcc.ch/> - Intergovernmental Panel on Climate Change, abgerufen am 1.4.2011, 14.00 Uhr

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Index-Verlauf der österreichischen Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Kyoto-Ziel (Quelle: Umweltbundesamt, Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 1990-2005).....	4
Abbildung 2 – Modellskizze „konventioneller“ Garten mit Flächenangaben der Komponenten.....	6
Abbildung 3 - Modellskizze „naturnaher“ Garten mit Flächenangaben der Komponenten	7
Abbildung 4 – Kategorien der Bilanzierung auf Basis des PLANETE-Bilanzierungstools	9
Abbildung 5 – Kategorie 1 „CO ₂ -Speicher“ - CO ₂ -Äquivalentswerte	10
Abbildung 6 – Kategorie 2 „Biomassezuwachs“ – CO ₂ -Äquivalentswerte.....	10
Abbildung 7 – Kategorie 3 „Humusbilanz“ - CO ₂ -Äquivalentswerte	11
Abbildung 8 – Kategorie 4 „Direkt eingesetzte Energie“ - CO ₂ -Äquivalentswerte	12
Abbildung 9 – Materialflüsse im jährlichen Betrieb eines privaten Gartens.....	13
Abbildung 9 – Ergebnis Kategorie 1 – Konventionelle Gartenvariante	14
Abbildung 10 – Ergebnis Kategorie 1 – Naturnahe Gartenvariante	14
Abbildung 11 – Ergebnis Kategorie 2 – Konventionelle Gartenvariante	15
Abbildung 12 – Ergebnis Kategorie 2 – Naturnahe Gartenvariante	15
Abbildung 13 – Ergebnis Kategorie 3 – Konventionelle Gartenvariante	16
Abbildung 14 – Ergebnis Kategorie 3 – Naturnahe Gartenvariante	17
Abbildung 15 – Ergebnis Kategorie 4 – Konventionelle Gartenvariante	18
Abbildung 16 – Ergebnis Kategorie 4 – Naturnahe Gartenvariante	18
Abbildung 17 – Gesamtergebnisse der Varianten „Garten“ im Vergleich	19
Abbildung 18 – Bilanzierungsergebnisse nach Kategorien.....	19
Abbildung 19 – Struktur und Flächenaufteilung der Parkanlage Wolkersdorf	21
Abbildung 20 – Gesamtergebnisse „Grünraum“ im Variantenvergleich	22

Alle Abbildungen sind (soweit nicht anders vermerkt) durch die GrAT im Rahmen dieses Projektberichts erstellt worden und stützen sich inhaltlich auf die angegebenen Datenquellen.

9. ANHANG

Anhang 1 – Konventionelles Gartenmodell

Kriterium	Einheit	kg CO ₂ -Äquivalent
Kategorie 1 - CO₂ - Speicher		
Obstbäume überschirmte fläche	31,40 m ²	-345,71
Nadelbäume	20,10 m ²	-221,26
Hecken geschnitten	29,05 m ²	-1002,07
Hecken frei wachsend	8,19 m ²	-282,64
Sträucher frei wachsend	18,37 m ²	-633,73
Rasen / Wiesen	476,70 m ²	-12246,42
Gemüsegarten	27,54 m ²	-404,29
Ergebnis Kategorie 1		-15136,11
Kategorie 2 - CO₂ - Biomassezuwachs		
Obstbäume überschirmte fläche	31,40 m ²	-16,48
Nadelbäume	20,10 m ²	-10,55
Hecken geschnitten	29,05 m ²	-11,41
Hecken frei wachsend	8,19 m ²	-3,22
Sträucher frei wachsend	18,37 m ²	-7,21
Rasen / Wiesen	476,70 m ²	-24,49
Zwischenergebnis		-73,36
Ausfuhr Grünschnitt der baumartigen & strauchartigen LE zu 100% (außer Rasen / Wiesen)	292,82 kg	48,86
Ergebnis Kategorie 2		-24,49
Kategorie 3 - CO₂ - Humusbilanz		
Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Gurke, Kürbis, Porree, Rotkohl, Stabtomate, Stangensellerie, Weißkohl, Wirsing, Zucchini, Zuckermelone	9,18 m ²	2,56
Aubergine, Chicoree, Goldlack, Kamille, Knoblauch, Möhre, Meerrettich, Paprika, Pastinak, Ringelblume, Schöllkraut, Schwarzwurzel, Zuckermais	9,18 m ²	1,89

Bergbohnenkraut, Bibernelle, Bohnenkraut, Borretsch, Dill, Dost, Eibisch, Eichblattsalat, Eisbergsalat, Endivie, Engelwurz, Erdbeeren, Estragon, Faserpflanzen, Feldsalat, Fenchel, Goldrute, Grünerbse, Grünkohl, Johanniskraut, Kohlrabi, Kopfsalat, Kümmel, Liebstöckel, Majoran, Mangold, Mutterkraut, Ölfrüchte, Petersilie, Pfefferminze, Radicchio, Radies, Rettich, Rote Rübe, Salbei, Schafgarbe, Schnittlauch, Spinat, Stangenbohne, Thymian, Zitronenmelisse, Zwiebel	9,18 m ²	0,94
Zwischenergebnis		5,39
Gesamtflächen ohne Wasserfläche und Wege	560,85 m ²	-1,57
Blumen- und Pflanzeerde (Anteil Kokosfasern)	42,24 l	-2,66
Torf (Gesamtprofil inkl. CO ₂ -Emissionen durch Torfabbau	0,18 m ³	64,15
Stickstoffdünger		10,68
Ergebnis Kategorie 3		70,60
Kategorie 4 - CO₂ - Direkt eingesetzte Energie		
Treibstoff Rasenmäher (verbrauch im Jahr)	5,85 l	13,57
Treibstoff Grünschnitt-Transport 10x Jahr zur Sammelstelle	20,00 km	3,02
Treibstoff Grünschnitt- Transport zur Kompostieranlage	0,50 km	0,43
Benzinverbrauch Transport Lebensmittel (zusätzlich zum Eigenanbau, basierend auf zusätzlicher Anzahl der Einheiten)	172,10 Stück	15,90
Ergebnis Kategorie 4		32,92
Gesamtergebnis		79,03

Anhang 2 – Naturnahes Gartenmodell

	Einheit	kg CO ₂ - Äquivalent
Kategorie 1 - CO₂ - Speicher		
Obstbäume überschirmte fläche	47,10 m ²	-518,57
Nadelbäume	25,12 m ²	-276,57
Hecken geschnitten	6,16 m ²	-212,51
Hecken frei wachsend	54,60 m ²	-1883,59
Sträucher frei wachsend	12,25 m ²	-422,60
Rasen / Wiesen	414,84 m ²	-10657,24
Gemüsegarten	80,00 m ²	-1174,40
Ergebnis Kategorie 1		-15145,48
Kategorie 2 - CO₂ - Biomassezuwachs		
Obstbäume überschirmte fläche	47,10 m ²	-24,72
Nadelbäume	25,12 m ²	-13,18
Hecken geschnitten	6,16 m ²	-2,42
Hecken frei wachsend	54,60 m ²	-21,44
Sträucher frei wachsend	12,25 m ²	-4,81
Rasen / Wiesen	414,84 m ²	-21,31
Zwischenergebnis		-87,89
100% verbleibt auf Grundstück	292,82 kg	0,00
Ergebnis Kategorie 2		-87,89
Kategorie 3 - CO₂ - Humusbilanz		
Blumenkohl, Brokkoli, Chinakohl, Gurke, Kürbis, Porree, Rotkohl, Stabtomate, Stangensellerie, Weißkohl, Wirsing, Zucchini, Zuckermelone	26,67 m ²	7,44
Aubergine, Chicoree, Goldlack, Kamille, Knoblauch, Möhre, Meerrettich, Paprika, Pastinak, Ringelblume, Schöllkraut, Schwarzwurzel, Zuckermais	26,67 m ²	5,48
Bergbohnenkraut, Bibernelle, Bohnenkraut, Borretsch, Dill, Dost, Eibisch, Eichblattsalat, Eisbergsalat, Endivie, Engelwurz, Erdbeeren, Estragon, Faserpflanzen, Feldsalat, Fenchel, Goldrute, Grünerbse, Grünkohl, Johanniskraut, Kohlrabi, Kopfsalat, Kümmel, Liebstöckel, Majoran, Mangold, Mutterkraut, Ölfüchte, Petersilie, Pfefferminze, Radicchio, Radies, Rettich, Rote Rübe, Salbei, Schafgarbe, Schnittlauch, Spinat, Stangenbohne, Thymian, Zitronenmelisse, Zwiebel	26,67 m ²	2,74
Zwischenergebnis		15,66
Gesamtflächen ohne Wasserfläche und Wege	569,85 m ²	-1,60

Blumen- und Pflanzerde (Anteil Kokosfasern)	42,24 l	-2,66
Torf (Gesamtprofil inkl. CO ₂ -Emissionen durch Torfabbau)	-	0,00

Ergebnis Kategorie 3		-4,26
-----------------------------	--	--------------

Kategorie 4 - CO₂ - Direkt eingesetzte Energie

Treibstoff Rasenmäher (verbrauch im Jahr)	2,93 l	6,79
Treibstoff Grünschnitt-Transport 10x Jahr zur Sammelstelle		
Treibstoff Anlieferung Häcksler zum Grundstück	0,12 km	0,06
Benzinverbrauch Transport Lebensmittel (zusätzlich zum Eigenanbau, basierend auf zusätzliche Anzahl der Einheiten)	-	0,00

Ergebnis Kategorie 4		6,85
-----------------------------	--	-------------

-85,30