



Martí
Rufí-Salís



Anna
Petit-Boix



Sina
Leipold



Kreislaufbewässerung, Struvitdünger & Recycelte Anlagen

Umweltfreundliche Kreislaufstrategien für die städtische Landwirtschaft



ERGEBNISSE IN KÜRZE

Auch die städtische Landwirtschaft hat ihren Anteil an Umweltbelastungen. Kreislaufstrategien wie die Nutzung von Regenwasser versprechen, diese Auswirkungen zu verringern, aber wir stellen fest, dass nicht alle Strategien ressourceneffizient und ökologisch wirksam sind.

Ausgehend von unserem Fallbeispiel einer mediterranen Tomatenkultur gehören folgende zu den umweltfreundlichsten und zirkulärsten Strategien für die urbane Landwirtschaft:

- ▶ **Verwendung von Struvit** anstelle von nicht erneuerbarem Phosphatdünger, um Gewässer zu schützen
- ▶ **Verwendung von recyceltem Stahl und Materialien** für die städtischen Agraranlagen zur Verringerung von Klimawandel, Toxizität und Gewässerverschmutzung
- ▶ **Einrichtung eines geschlossenen Bewässerungskreislaufs**, um Meere und Gewässer zu schützen. Wenn jedoch neue Infrastruktur erforderlich ist, könnte dies zu einem Anstieg des CO₂-Ausstoß führen.

Handlungsempfehlungen:

- ▶ Verbreiten Sie diese drei Strategien unter Stadtbauern und Stadtbäuerinnen
- ▶ Rüsten Sie Kläranlagen auf, um die Gewinnung von Struvit zu ermöglichen
- ▶ Fördern Sie das Recycling von Stahl und anderen umweltschädlichen Materialien
- ▶ Planen Sie Bewässerungssysteme mit geschlossenem Kreislauf aus recycelten Materialien



WARUM KREISLAUFSTRATEGIEN?

Fast alle Lebensmittel, die in Städten verbraucht werden, werden anderswo produziert. Diese globalen Lebensmittelströme führen zu Ressourcenabhängigkeit, einem erheblichen Verkehrsaufkommen und damit verbundener Umweltverschmutzung. Die urbane Landwirtschaft zielt darauf ab, Nachhaltigkeit und Resilienz zu stärken, indem sie die Lebensmittelproduktion zurück in die Städte holt. Dennoch bedarf es weiterer Orientierungshilfen, um **die Abfallerzeugung und den Nährstoffabbau durch die urbane Landwirtschaft zu verringern.**

Kreislaufkonzepte, d. h. die Nutzung von Abfällen als Ressource, angewandt auf städtische Ernährungssysteme, bieten **eine wirtschaftliche Lösung zur Verringerung dieser Belastungen** (Ferreira et al., 2018). Leider führen nicht alle Kreislaufstrategien zu Umweltvorteilen. Daher haben wir ausgewertet, welche Strategien zirkulär sind und am effektivsten zum Schutz der natürlichen Ökosysteme und der menschlichen Gesundheit beitragen.

UMWELTFREUNDLICHE UND ZIRKULÄRE STRATEGIEN BESTIMMEN - UNSER ANSATZ

Um effektive Anwendungen der städtischen Landwirtschaft zu ermöglichen, haben wir die besten Strategien und relevanten Teilsysteme mit einer **kombinierten Kreislauf- und Umweltbewertung** ermittelt.

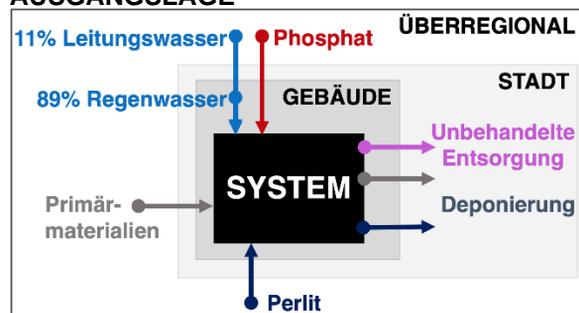
Herkömmliche Ansätze zur Bewertung der Kreislauffähigkeit von Produktionssystemen wie Circulytics der Ellen MacArthur Foundation (EMF) gehen davon aus, dass materielle Zirkularität¹ gleichbedeutend mit Umweltnutzen ist. **Bei landwirtschaftlichen Systemen reicht die Zirkularität allein jedoch nicht aus**, um die umweltfreundlichste Alternative zu bestimmen, da die große Menge an benötigtem Wasser die Auswirkungen von leichteren Inputs wie Düngemitteln verdeckt.

Unser **Life Cycle Assessment Linear Flow Indikator** (LCA-LFI) identifiziert eindeutig die besten Strategien zur Steigerung des Umweltnutzens und der Kreislauffähigkeit. Der Indikator kombiniert EMFs LFI mit den Wirkungskategorien einer konventionellen Ökobilanz. Ein niedriger Wert weist also auf die beste Alternative in Bezug auf Umwelt und Kreislaufwirtschaft hin.

Mit LCA-LFI vergleichen wir Strategien anhand von 4 Wirkungskategorien: **Treibhausgasausstoß, Meeresverschmutzung, Gewässerverschmutzung und Toxizität.**

Abbildung 1 zeigt die Strategien, die wir an einer existierenden Rooftop-Tomatenkultur im Mittelmeerraum verglichen haben.

AUSGANGSLAGE



STRATEGIEN

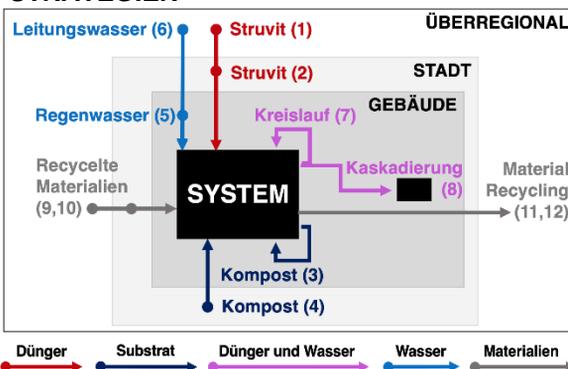


Abb. 1: Ausgangslage und evaluierte Strategien.

¹ Materielle Zirkularität beschreibt eine Skala auf der 100% einem geschlossenen System ohne Materialeintrag und Abfälle entspricht, d.h. alle Abfälle werden als Ressourcen wiederverwendet.



WELCHE STRATEGIEN SIND AM WIRKSAMSTEN?

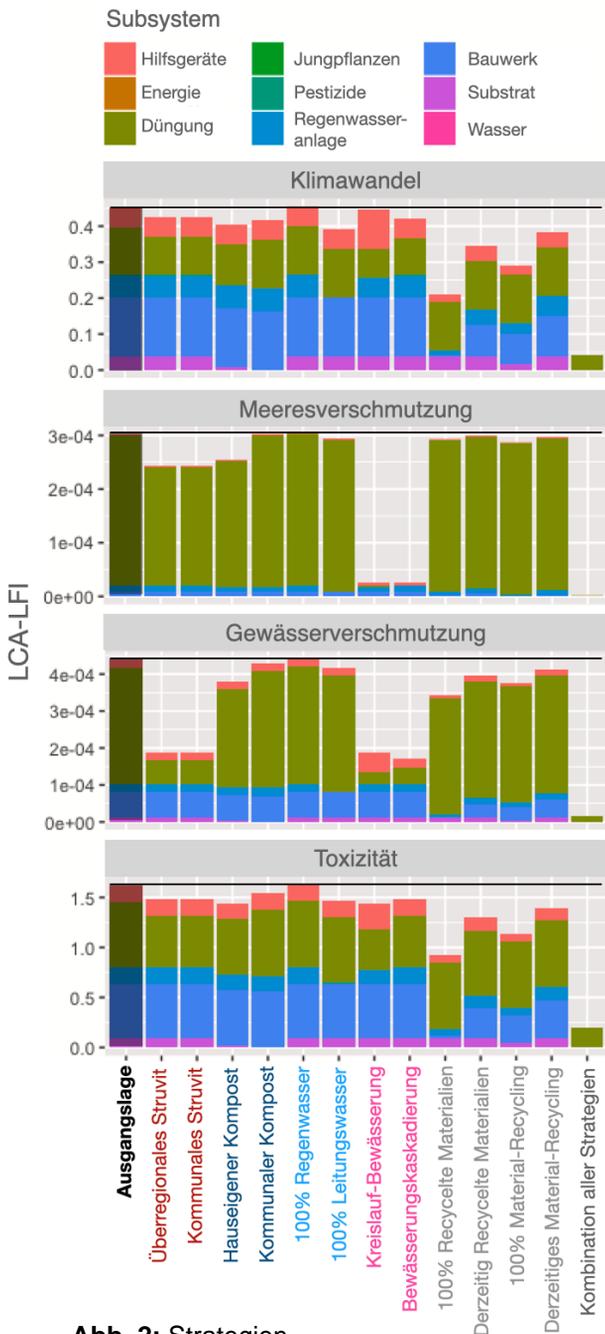


Abb. 2: Strategien anhand von materieller Zirkularität gewichtet nach verschiedenen Umweltbelastungen.

Unsere Analyse zeigt, dass nur manche Strategien dazu beitragen, die Linearität und Umweltauswirkungen der städtischen Landwirtschaft zu verringern (Abbildung 2). Bekannte Kreislaufstrategien wie Regenwassernutzung oder Kompostierung schneiden nicht gut ab, obwohl sie einen hohen Grad an materieller Zirkularität aufweisen. **Wir empfehlen eine Kombination der folgenden Strategien:**

STRUVIDÜNGER

Die Verwendung von Struvit aus einer nahe gelegenen Kläranlage als Alternative zu Phosphatdüngern **halbiert die Auswirkungen auf die Gewässerverschmutzung**, ohne zu Lasten anderer Umweltauswirkungen zu gehen. Die Kreislaufnutzung **vermeidet außerdem die Erschöpfung knapper Phosphatressourcen**.

RECYCELTE ANLAGEN

Die Verwendung von Recyclingstahl und -materialien bei der Herstellung von Anlagen für die urbane Landwirtschaft, wie z. B. Hydrokultur-Geräten oder Gewächshäusern, **verringert den CO₂-Ausstoß, die Toxizität und die Gewässerverschmutzung**.

KREISLAUFBEWÄSSERUNG

Die Wiederverwendung von Nährstoffen vor Ort durch ein Bewässerungssystem mit geschlossenem Kreislauf (oder durch die Weiterleitung von nährstoffreichem Abwasser an andere, weniger anspruchsvolle Kulturen) **reduziert die Auswirkungen auf die Süß- und Meerwasserverschmutzung um mehr als die Hälfte**. Sie **erhöht jedoch die energiebedingten CO₂-Emissionen**, wenn eine neue Anlage installiert werden muss.

EINSCHRÄNKUNGEN

Obwohl unsere Ergebnisse für die urbane Landwirtschaft von Bedeutung sind, gelten die folgenden Einschränkungen:

- ▶ Alle Szenarien basieren auf den Gegebenheiten einer mediterranen Tomatenkultur.
- ▶ Potenzielle Auswirkungen der Bereitstellung neuer Infrastrukturen für die Gewinnung von Struvit und für die Weiterleitung von nährstoffreichem Wasser an andere Kulturen sind in der Bewertung nicht berücksichtigt.



WAS KÖNNEN SIE TUN? - UNSERE EMPFEHLUNGEN

STADTBAUERN

Als städtische Landwirt*innen und entsprechende Verbände können Sie direkt zum Schutz von Meeren, Gewässern und Klima, sowie zur Vermeidung von Schadstoffen beitragen, indem Sie die folgenden Strategien in Ihrer Rooftop-Farm umsetzen:

- ▶ Verwenden Sie **Struvit als Phosphordünger**
- ▶ Verwenden Sie vorhandene Schläuche, Behälter und Pumpen für ein **geschlossenes Bewässerungssystem** oder kooperieren Sie mit nahegelegenen Landwirtschaftsbetrieben, um Ihr **nährstoffreiches Wasser in Kaskaden zu leiten**.
- ▶ Installieren Sie **recycelte** Hydrokulturanlagen, Bewässerungssysteme und Gewächshäuser.
- ▶ Erzählen Sie anderen von Ihren Erfahrungen mit diesen Strategien!

In vielen Fällen machen recycelte Materialien und Struvitdünger durch das Umgehen von steigenden Preisen knapper Rohstoffe Ihre Stadtfarm sogar erschwinglicher.

STADTWERKE

Struvit kann unangenehm sein, wenn es Ihre Rohre verstopft, aber wenn es aus dem Abwasser gewonnen wird, kann es zu einem wertvollen Dünger für die Lebensmittelproduktion werden. Vor allem, da die weltweiten Phosphatreserven zur Neige gehen (Steffen et al., 2015), ist die Ausstattung Ihrer örtlichen Kläranlage mit einer verbesserten **biologischen Phosphorentfernung und einem Modul zur Struvitrückgewinnung** eine Investition in die Zukunft.



HERSTELLER & NATIONALE INDUSTRIEPOLITIK

Um den Klimawandel einzudämmen und Menschen und Ökosysteme vor giftigen Schadstoffen zu schützen, ist das Recycling von umweltschädlichen Materialien wie Stahl unerlässlich. Um den Einsatz von recycelten Materialien in der städtischen Agrarinfrastruktur zu erhöhen sollten:

- ▶ Anbieter von Geräten und Anlagen für die urbane Landwirtschaft **Produkten aus recycelten Materialien den Vorzug geben**.
- ▶ Architekt*innen Dachkulturanlagen aus **recycelten Materialien einplanen**, insbesondere im Hinblick auf Kreislaufbewässerung
- ▶ Die nationale Industriepolitik **Anreize für das Recycling von Stahl** schaffen, da dieser Werkstoff die größten Auswirkungen auf den CO₂-Ausstoß und die Toxizität hat.



WEITERE INFORMATIONEN & QUELLEN

Wissenschaftliche Grundlage:

“Combining LCA and circularity assessment in complex production systems: the case of urban agriculture” (2021) von M. Rufi-Salís, A. Petit-Boix, G. Villalba, X. Gabarrell & S. Leipold. Zugang: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105359>

Potential von Kreislaufstrategien für die urbane Landwirtschaft:

Ferreira et al. (2018). Urban agriculture, a tool towards more resilient urban communities?. <https://doi.org/10.1016/J.COESH.2018.06.004>.

Weltweite Phosphaterschöpfung:

Steffen et al. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Alle Bilder der Fallstudie von Fertilecity.com

Zitiervorschlag: Kopp, M. & Luo, A. (2021). Wirksame Kreislaufstrategien für eine umweltfreundliche urbane Landwirtschaft. Circular Economy Serie, 5.

Die **Circular Economy Serie** präsentiert Forschungsergebnisse der Forschungsgruppe "Circulus - Chancen und Herausforderungen des Übergangs zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft". Die Forschenden entwickeln ein umfassendes Verständnis möglicher Pfade zu einer Kreislaufwirtschaft in Deutschland und Europa. Dazu kombinieren sie sozial-, umwelt- und ingenieurwissenschaftliche Perspektiven, um die ökologischen und sozioökonomischen Folgen der Kreislaufwirtschaft in verschiedenen Sektoren zu analysieren.

Kontakt:

Martí Rufi-Salís

Institute of Environmental Sciences and Technology, Universitat Autònoma de Barcelona

marti.rufi@uab.cat

Circulus Projekt

<https://www.transition.uni-freiburg.de>

<https://circulusresearch.medium.com>

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung