

Umsetzungshilfe des SUSKULT-Ansatzes

Kreislaufbasierte Agrarsysteme für die Stadt- und Raumplanung



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 Agrarsysteme
der Zukunft



Research

Inhalt

Impressum	3
1 Einführung	4
2 Die Grundlage: das Forschungsprojekt SUSKULT bei den Agrarsystemen der Zukunft	6
Der Rahmen: Urbane Landwirtschaft	8
Was ist neu? Hydroponische, kreislaufbasierte Agrarsysteme: Ein innovativer Ansatz für einen ressourceneffizienten Pflanzenanbau	9
Wer macht mit?	10
SUSKULT Szenarien: Blick in die Zukunft bis 2050	11
3 Strategische Maßnahmen zur Umsetzung kreislaufbasierter Agrarproduktionssysteme an Kläranlagen	12
Veränderung rechtlich-politischer Grundlagen	14
Neue Vertriebswege	14
Integration urbaner Landwirtschaft als etablierter Bestandteil nachhaltiger Stadtplanung	14
Akzeptanzsteigerung	15
Best-Practice Umsetzung des SUSKULT-Konzeptes	16
SUSKULT und Wasserlinsenprodukte	19
SUSKULT-Dünger für Hobbygärtner	21
SUSKULT für Nutzpflanzenanbau und Düngemittelproduktion	22
SUSKULT als Zwischennutzung für Gebäudeleerstand	23
4 Die Zukunft der Landwirtschaft? – Nachhaltige Innovationen und Gesellschaftstransformation durch SUSKULT	24
5 Literatur	26

Impressum

Herausgegeben vom

ILS Research gGmbH

Brüderweg 22 – 24, 44135 Dortmund

Telefon +49 (0)231 90 51-0
poststelle@ils-forschung.de
www.ils-research.de

Autor*innen

Ann-Kristin Steines
Annika Eisenberg
Prof. Dr.-Ing. Thomas Weith
Dr. Kathrin Specht
Marcel Haberland

Layout

Silke Pfeifer

Kartografie

Jutta Rönsch

Fotos

Titelseite; ILS, eigene Darstellung,
KI-generiert
Fraunhofer UMSICHT (S. 4)
Fraunhofer UMSICHT (S. 6)
eigene Darstellung/macrovector, pch.
vector, gstudioimage on Freepik (S. 7)
verändert nach Macrovector/Freepik (S. 7)
Rupert Oberhäuser (S. 7)
AdobeStock_341629512 (S. 8)
ILS, eigene Darstellung (S. 8)
ILS, eigene Darstellung (S. 9)
ILS, eigene Darstellung (S. 10)
ILS/A. Steines (S. 20)
AdobeStock_364350887 (S. 22)
35991643_@profile_xixinxing_
www.123rf.com_free-images (S. 23)
ILS, eigene Darstellung (S. 26)

<https://doi.org/10.58122/0h5h-kg92>

Dortmund, Oktober 2024

© ILS 2024, alle Rechte vorbehalten.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Das Projekt »**SUSKULT – Entwicklung eines nachhaltigen Kultivierungssystems für Nahrungsmittel resilienter Metropolregionen**« (FKZ 031B0728) wird im Rahmen der Fördermaßnahme »Agrarsysteme der Zukunft« im Rahmen der »Nationalen Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030« der Bundesregierung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

01

Einführung

Umsetzungshilfe des SUSKULT-Ansatzes



Forschungsprojekt SUSKULT: NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT FÜR DIE ZUKUNFT

Die Versorgung der wachsenden Bevölkerung mit nachhaltigen, lokalen und qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln stellt eine große Herausforderung dar.

Gleichzeitig stehen Agrar- und Ernährungssysteme vor Problemen wie begrenzte Ressourcen, der hohe Energieaufwand bei der Düngemittelproduktion sowie Lieferkettenproblematiken und massive Preissteigerungen aufgrund globaler Krisen. Mehr Regionalität und eine Kreislaufführung der eingesetzten Ressourcen sind zentrale Lösungsansätze. Die SUSKULT-Vision sieht die Integration von Agrarsystemen an Kläranlagen als die Möglichkeit an, Nährstoffe effizienter zu nutzen und die lokale, nachhaltige Lebensmittelproduktion zu fördern.

Die vorliegende Umsetzungshilfe bietet für die Raum- und Stadtentwicklung, die die Einrichtung von SUSKULT-Anlagen in ihren urbanen Räumen nutzen möchten, einen Einstieg. Sie dient als handlungsfördernde Anregung für die praktische Planung und Realisierung von Maßnahmen zur Förderung der SUSKULT-Vision sowie weiterer Ansätze hydroponischer (erdloser) urbaner Landwirtschaft.

Der Inhalt der Umsetzungshilfe umfasst eine Vielzahl von strategischen Ansätzen, Richtlinien und konkreten Schritten zur Realisierung, die auf eine nachhaltige und zukunftsfähige Entwicklung von Städten und Regionen abzielen. Die Umsetzungshilfe richtet sich in erster Linie an Stadtplaner*innen, Infrastrukturentwickler*innen, (Lokal-)Politiker*innen, Bürgerinitiativen und weitere interessierte Akteure im Bereich der Raum- und Stadtentwicklung. Die Umsetzungshilfe kann als Referenzwerk dienen, das sowohl inspirierende Ideen als auch konkrete Lösungsansätze bietet.

Der Katalog ist in mehrere Abschnitte gegliedert:

- Der **erste Abschnitt** (Kapitel 2) zeigt die Grundlagen der urbanen Landwirtschaft und der hydroponischen, kreislaufbasierten Agrarsysteme auf. Es folgt eine Kurzdarstellung der SUSKULT-Szenariostudie, auf deren Grundlage diese Orientierungshilfe basiert.
- Im **zweiten Abschnitt** (Kapitel 3) werden die strategischen Maßnahmen zur Umsetzung kreislaufbasierter Agrarproduktionssysteme an Kläranlagen anhand von fünf Handlungsfelder aufgezeigt. Anschließend werden die konkreten Umsetzungsschritte an fünf möglichen Szenarien (basierend auf der SUSKULT-Szenariostudie) beschrieben.
- Im abschließenden **dritten Abschnitt** (Kapitel 4) wird die Zukunftsfähigkeit der Landwirtschaft aufgezeigt und inwiefern nachhaltige Innovationen und eine Gesellschaftstransformation durch SUSKULT erreicht werden können.

Die in dieser Umsetzungshilfe beschriebenen Maßnahmen basieren auf den Ergebnissen der im Folgenden noch näher beschriebenen SUSKULT-Szenariostudie. Um die Transformation von Kläranlagen zu Nährstofflieferanten und Nahrungsmittelproduzenten in urbane Räume zu fördern, wurden gezielte Interviews mit Akteuren aus Wissenschaft und Praxis geführt. Ergänzt durch einen Stakeholder-Workshop wurden die Herausforderungen identifiziert und lösungsorientierte Handlungsmaßnahmen entwickelt. Die vorliegende Umsetzungshilfe wurde im Rahmen des SUSKULT-Projektes entwickelt und wird vom ILS inhaltlich verantwortet.

02

Die Grundlage

Das Forschungsprojekt SUSKULT bei den Agrarsystemen der Zukunft



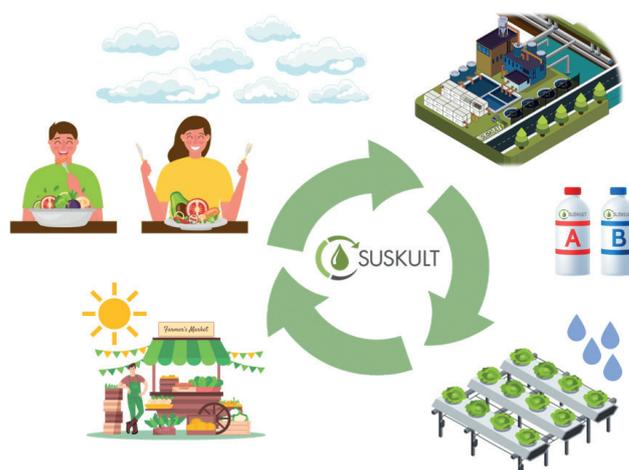
Die Grundlage:

DAS FORSCHUNGSPROJEKT SUSKULT BEI DEN AGRARSYSTEMEN DER ZUKUNFT

Das Verbundprojekt „SUSKULT – Entwicklung eines nachhaltigen Kultivierungssystems für Nahrungsmittel resilienter Metropolregionen“ widmet sich vor allem den Fragen, wie man Kreisläufe schließen, Ressourcenverschwendung minimieren und gleichzeitig Lebensmittel nachhaltig und urban produzieren kann.

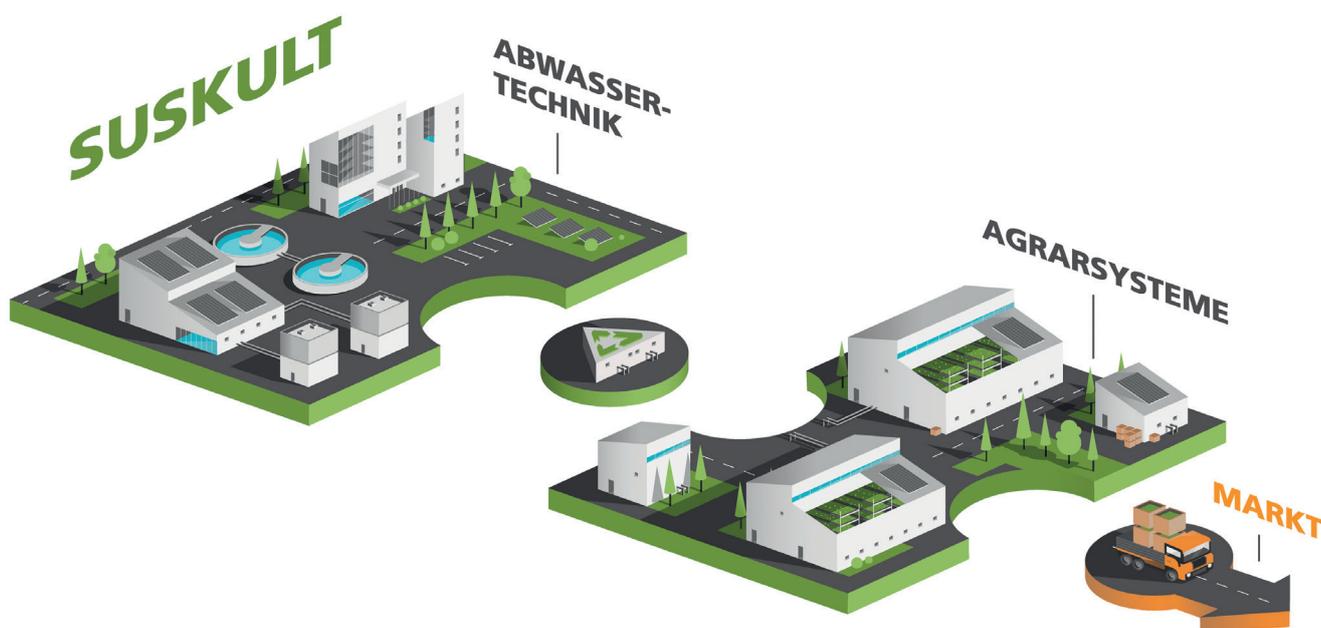
Die Kreislaufwirtschaft liefert hierzu wichtige Lösungsansätze. Die Landwirtschaft unter freiem Himmel, wie wir sie heute kennen, wird sich voraussichtlich vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen verändern und anpassen müssen. Im Forschungsverbund SUSKULT werden die Grundlagen für eine urbane und zirkuläre Agrarproduktion für das Jahr 2050 entwickelt. Mittels der Rückgewinnung von Ressourcen aus kommunalem Abwasser sowie der gezielten Kontrolle von Umweltbedingungen soll ein neuer Entwicklungspfad für die Landwirtschaft aufgezeigt werden, der insbesondere in urbanen Räumen realisierbar ist.

Im BMBF-Verbundprojekt SUSKULT untersuchen 15 Partner*innen aus Wissenschaft und Praxis, welchen Beitrag Kläranlagenstandorte in Kombination mit einer hydroponischen Pflanzenaufzucht für die urbane Produktion leisten können. Im Rahmen der SUSKULT-Vision werden innovative Systeme entwickelt, die Kläranlagen mit einem



Kreislaufwirtschaft im Rahmen der SUSKULT-Vision

landwirtschaftlichen Produktionssystem verknüpfen (siehe Abbildung 2). Die wesentlichen Ressourcen Wasser, Stickstoff, Phosphor, Kalium, CO₂ und Wärme sollen aus dem Betrieb einer „Kläranlage der Zukunft“ (NEWtrient®-Center) bezogen werden.



Der SUSKULT-Ansatz: Verknüpfung von Abwassertechnik mit innovativen Agrarsystemen

02 Der Rahmen

URBANE LANDWIRTSCHAFT

Urbane Landwirtschaft bezieht sich auf die Praxis des Anbaus von Nahrungsmitteln, der Aufzucht von Tieren und anderer landwirtschaftlicher Aktivitäten in städtischen oder stadähnlichen Gebieten. Im Gegensatz zur konventionellen Landwirtschaft, die typischerweise auf ländlichen Flächen stattfindet, findet die urbane Landwirtschaft auf begrenztem Raum innerhalb von Städten statt. Sie kann verschiedene Formen annehmen, wie zum Beispiel Gemeinschaftsgärten, Dachgärten, vertikale Landwirtschaftssysteme, Gewächshäuser oder Aquaponikanlagen (Deutscher Städtetag, 2021).

Die urbane Landwirtschaft dient dazu, den Zugang zu frischen Lebensmitteln in städtischen Gebieten zu verbessern. Sie trägt zur Ernährungssicherheit bei, indem sie lokale und nachhaltige Nahrungsquellen schafft und gleichzeitig die Transportwege verkürzt. Darüber hinaus bietet sie die Möglichkeit, Stadtbewohnenden Kenntnisse über

die Lebensmittelproduktion zu vermitteln, die Umwelt zu schützen, die biologische Vielfalt zu fördern und die Lebensqualität zu verbessern, indem sie Grünflächen schafft und gleichermaßen das städtische Mikroklima positiv beeinflusst. Urbane Landwirtschaft kann auch soziale und wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen, indem sie Gemeinschaften stärkt, soziale Interaktionen fördert und die lokale Wirtschaft unterstützt. Sie schafft Arbeitsplätze in der Lebensmittelproduktion, Bildungsmöglichkeiten und Freizeitaktivitäten für Ortsansässige und fördert die Integration von Menschen verschiedener Altersgruppen und kultureller Hintergründe (Eigenbrod/Gruda, 2015).

Insgesamt ist die urbane Landwirtschaft ein wichtiger Bestandteil einer nachhaltigen Raum- und Stadtentwicklung, da sie zur Schaffung lebenswerter und ressourcenschonender städtischer Umgebungen beiträgt.



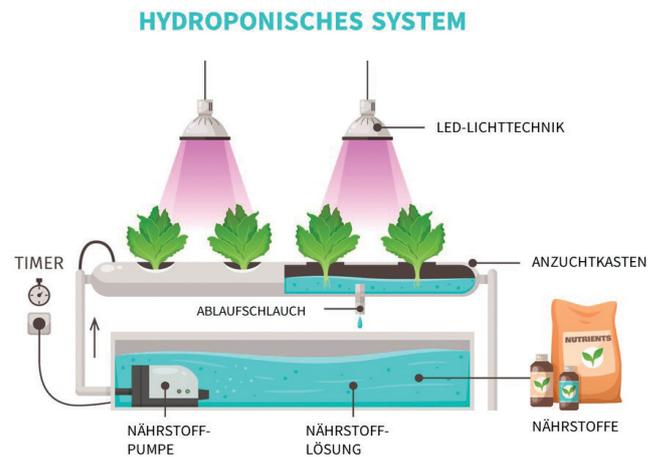
Was ist neu? Hydroponische, kreislaufbasierte Agrarsysteme: EIN INNOVATIVER ANSATZ FÜR EINEN RESSOURCENEFFIZIENTEN PFLANZENANBAU

Hydroponische Agrarsysteme sind innovative Anbausysteme, bei denen Pflanzen in einem wasserbasierten Nährstoffgemisch ohne Verwendung von Erde angebaut werden. In diesen Systemen werden die Pflanzenwurzeln in einer Substanz wie Kies, Perlit oder Kokosfasern platziert, die als Unterstützung dient, während das Nährstoffgemisch die erforderlichen Nährstoffe für das Pflanzenwachstum liefert (Richter/Kind, 2017).

Der Begriff „kreislaufbasiert“ bezieht sich auf die Art und Weise, wie das Wasser und die Nährstoffe im System zirkulieren. Das Wasser, das die Pflanzenwurzeln umgibt und die Nährstoffe enthält, wird in einem geschlossenen Kreislauf gehalten. Nachdem das Wasser-Nährstoff-Gemisch von den Pflanzen aufgenommen wurde, wird es gefiltert und recycelt, um es erneut dem Kreislauf zurückzuführen. Dies ermöglicht eine effiziente Nutzung von Wasser und Nährstoffen und reduziert den Bedarf an externen Ressourcen. Das Verbundforschungsprojekt SUSKULT erprobt die Rückgewinnung sämtlicher für die Nahrungsmittelproduktion notwendigen Nährstoffe aus dem Abwasser von Kläranlagen (Schulwitz et al., 2020).

In hydroponischen, kreislaufbasierten Agrarsystemen können verschiedene Technologien und Methoden eingesetzt werden. Dazu gehören beispielsweise das NFT-System (Nutrient Film Technique), bei dem ein flacher Film aus Nährstofflösung kontinuierlich über die Wurzeln der Pflanzen fließt oder das Tropfbewässerungssystem, bei dem die Nährstofflösung in regelmäßigen Abständen in die Wurzelzone der Pflanzen getropft wird (Keuter et al., 2021).

In SUSKULT erfolgt die hydroponische Anbauweise in geschlossenen, kontrollierten Systemen. Dadurch ist die Lebensmittelproduktion weitestgehend von häufiger werdenden Extremwetterereignissen abgekoppelt.



Schema des hydroponischen Anbaus



02 Wer macht mit?

Die SUSKULT-Vision basiert auf Kooperationen von Akteuren, die bisher wenig Berührungspunkte miteinander hatten. Wissenschaftler*innen, Technologieexpert*innen, Vertretende der Abwasserwirtschaft und des Einzelhandels müssen zusammenkommen, um ihr Wissen und ihre Ressourcen zu bündeln und die Vision erfolgreich umzusetzen.

In diesen vielfältigen, dynamischen Partnerschaften wird deutlich, dass die Zukunft nachhaltiger Agrarwirtschaft auf Zusammenarbeit und Integration vieler unterschiedlicher Akteure angewiesen ist.



SUSKULT Szenarien:

BLICK IN DIE ZUKUNFT BIS 2050

In der SUSKULT-Studie wurde die sogenannte Backcasting-Methode angewendet, um herauszufinden, welche Schritte nötig sind, um die SUSKULT-Zielvision für das Jahr 2050 zu erreichen.

Gemeinsam mit Expert*innen und Beteiligten aus verschiedenen Bereichen der Wissenschaft und Praxis wurden ausgehend von einem wünschenswerten Ziel fünf verschiedene Szenarien zur Zielerreichung entwickelt und aus einer zukünftigen Perspektive beschrieben.

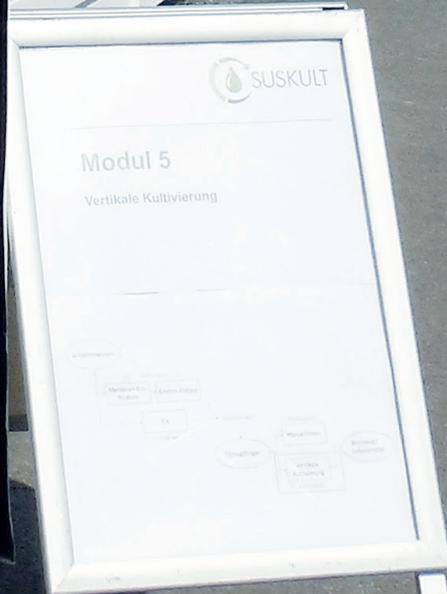
Die SUSKULT-Szenariostudie finden Sie sowohl in deutscher als auch englischer Sprache auf der SUSKULT-Website: www.suskult.de



03

Strategische Maßnahmen

zur Integration kreislaufbasierter
Agrarproduktionssysteme an Kläranlagen



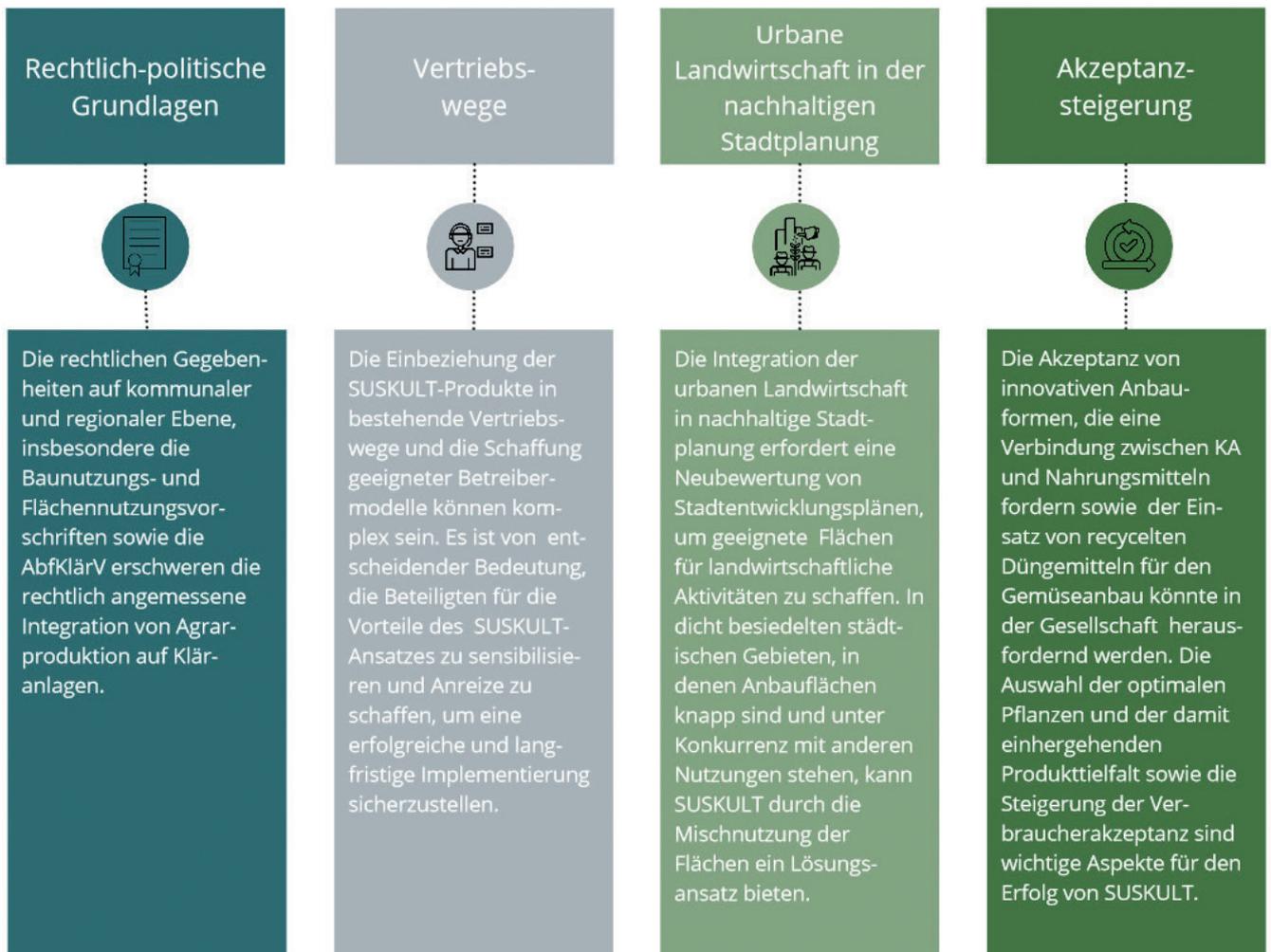
Strategische Maßnahmen

ZUR INTEGRATION KREISLAUFBASIERTER AGRARPRODUKTIONSSYSTEME AN KLÄRANLAGEN

Die dargestellten Schritte innerhalb dieser Umsetzungshilfe sind spezifisch für Agierende innerhalb der Raum- und Stadtentwicklung ausgelegt, einige erfordern jedoch auch eine interdisziplinäre Herangehensweise.

Im Folgenden werden Handlungsbedarfe aufgezeigt, die sich auf verschiedene Implementierungspfade des SUSKULT-Ansatzes beziehen.

Es sind:



Veränderung rechtlich-politischer Grundlagen

Die Komplexität der Gesetzgebung auf kommunaler Ebene erschwert die Entwicklung geeigneter rechtlicher Rahmenbedingungen für die Integration von Agrarproduktion auf Kläranlagen. Zudem erfordert die Koordinierung zwischen verschiedenen Behörden und Regierungsebenen, wie Umweltbehörden, Landwirtschaftsbehörden und Stadtplanungsämtern sowie die Beschaffung ausreichender finanzieller Mittel eine effektive Zusammenarbeit und Förderung. Die Einhaltung von planungsrechtlichen Rahmenbedingungen für die Agrarproduktion auf dafür ausgewiesenen Flächen stellt eine essentielle Herausforderung dar, die berücksichtigt werden muss, um die Vision erfolgreich umzusetzen. Vor allem in Bebauungs- und Flächennutzungsplänen bedarf es der Ermöglichung, Kläranlagenflächen für unterschiedliche Zwecke nutzen zu können. Des Weiteren sind Harmonisierungen der Rechtsbereiche erforderlich, um die Nutzung von Abwasserressourcen für die Agrarwirtschaft zu ermöglichen.

Neue Vertriebswege

Die Einführung neuer Ansätze wie der urbanen, kreislaufbasierten Agrarproduktion im Hightech-Sektor erfordert die regionale Zusammenarbeit und Koordination zwischen verschiedenen Akteuren, darunter Stadtverwaltung, Abwasserbetriebe, Landwirt*innen, Lebensmittelproduzierende sowie Lebensmitteleinzelhändler*innen. Die Entwicklung geeigneter Betreibermodelle und die Integration der SUSKULT-Produkte in bestehende Vertriebsstrukturen stellen eine komplexe Aufgabe dar. Die Schaffung von Anreizen und die Sensibilisierung sowohl der Vertreibenden als auch Betreibenden für die Vorteile des SUSKULT-Ansatzes sind daher entscheidend, um eine erfolgreiche und langfristige Umsetzung sicherzustellen. Es ist wichtig, klare Kooperationsmechanismen zu entwickeln und eine offene Kommunikation zwischen sämtlichen Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette zu fördern.

Integration urbaner Landwirtschaft als etablierter Bestandteil nachhaltiger Stadtplanung

Die verbindliche Integration von urbaner Landwirtschaft in nachhaltige Stadtplanungsdebatten und -konzepte erfordert eine umfassende Neubewertung von Stadtentwicklungsplänen und die Schaffung geeigneter Flächen für landwirtschaftliche Aktivitäten. Die begrenzte Verfügbarkeit von Anbauflächen in dicht besiedelten städtischen Gebieten und der Wettbewerb um begrenzte Ressourcen erschwert die

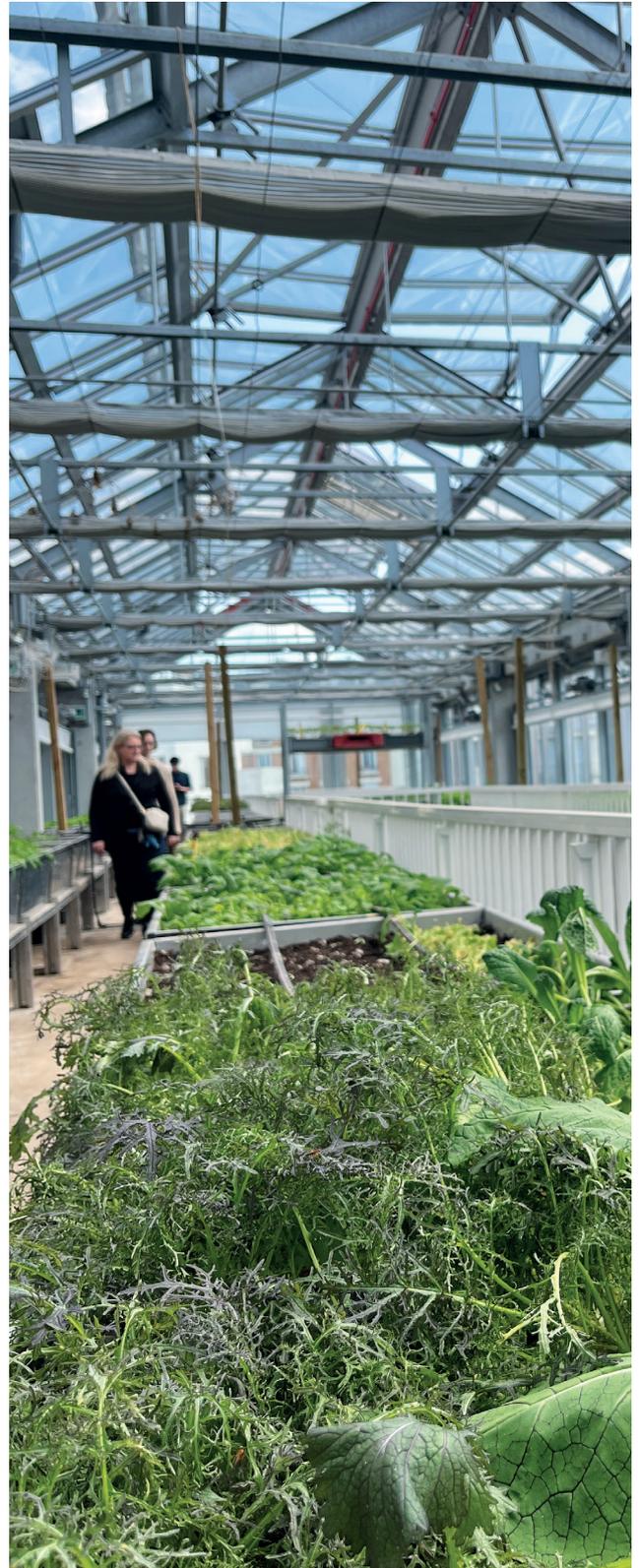


Integration von Agrarflächen in der Stadt. SUSKULT bietet eine Möglichkeit, dieser Flächenkonkurrenz mit Nutzungsmischung zu begegnen. Zudem könnte die Einbindung der lokalen Gemeinschaft in den Planungsprozess ein wichtiger und zu berücksichtigender Aspekt sein. Von Bedeutung ist zudem, den Dialog sowie die Zusammenarbeit zwischen Stadtplanenden, Kläranlagenbetreibenden, Landwirt*innen, Technologieanbieter*innen und der lokalen Bevölkerung zu fördern, um gemeinsame Strategien zu entwickeln, welche die vertikale, hydroponische Agrarproduktion auf Kläranlagen erfolgreich in nachhaltige Stadtplanungskonzepte integriert.

Akzeptanzsteigerung

Die fehlende Kenntnis und Sensibilisierung der Öffentlichkeit über die Vorteile und Potenziale der SUSKULT-Technologie einerseits sowie Vorurteile und Bedenken hinsichtlich der Verwendung von Abwasserressourcen in der Landwirtschaft andererseits werden mittels der Akzeptanzforschung im Projektverlauf eruiert, eine Risikokommunikation existiert bereits. Sowohl die Einbeziehung und Partizipation der lokalen Gemeinschaft, von Interessensvertretenden und politischen Entscheidungsträger*innen in den Planungsprozess als auch die Informationsverbreitung sind entscheidend, um ein stärkeres Verständnis für die Nachhaltigkeit und die Vorteile des SUSKULT-Ansatzes zu schaffen.

Eine gezielte Kommunikationsstrategie, die die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte des Projekts betont, kann dazu beitragen, die Akzeptanz sowie das Bewusstsein für die Bedeutung der urbanen Landwirtschaft zu steigern.



03 Best-Practice Umsetzung des SUSKULT-Konzeptes

WIE KANN DIE BESTMÖGLICHE REALISIERUNG VON SUSKULT AUF EINER KLÄRANLAGE AUSSEHEN?

Im Folgenden werden konkrete Umsetzungsschritte für verschiedene SUSKULT-Implementierungspfade aufgezeigt. Diese basieren auf der SUSKULT-Szenario-studie. Anhand eines Best-Practice-Szenarios für die Kläranlage Emschermündung in Dinslaken sowie vier Praxisbeispiele am Beispiel der Kläranlagen in Dortmund-Deusen, Hattingen, Bottrop und Schwerte werden handlungsfördernde Maßnahmen aufgezeigt, die Akteure der Stadt- und Raumentwicklung einen Einstieg geben, die praktische Planung und Realisierung des SUSKULT-Konzeptes umzusetzen.

Die zu NEWtrient®-Centern umgerüsteten Kläranlagen verfügen über innovative Technologien zur Nährstoffrückgewinnung und integrieren die Nahrungsmittelproduktion auf ihren Flächen in Form von Containern. Die Kläranlage ist städtebaulich integriert und umgeben von Wohn- und Gewerbegebieten. Mit einer Ausbaugröße von 2,4 Mio. Einwohnerwerten bietet die Kläranlage bestmögliches Potenzial, Nährstoffe rückzugewinnen und für den erdlosen Anbau von Gemüse in Form einer aufkonzentrierten Nährstofflösung einzusetzen.

Neben der Nährstoffrückgewinnung und Lebensmittelproduktion bietet ein neugebautes Besucherzentrum die Möglichkeit, das SUSKULT-Konzept zu erfahren und so die Akzeptanz der Bevölkerung zu erhöhen. Um die Hygiene- und Sicherheitsstandards einzuhalten, werden notwendige Vorkehrungen wie Einzäunungen von Klärbecken vorgenommen. Das Besucherzentrum dient ebenfalls als Bildungsstätte für Kreislaufwirtschaft mit zahlreichen Attraktionen und partizipativen Projekten für Groß und Klein. Auch Kooperationen mit Schulen mit regelmäßigen Ausflügen oder einem Tag der offenen Tür erhöhen die Akzeptanz und Transparenz der Anbauweise.

Schritte zur Umsetzung:

Integration in Abwasserbewirtschaftungspläne

Kommunen sollten die neuen gesetzlichen Anforderungen zur Nährstoffrückgewinnung in die bestehenden Abwasserbewirtschaftungspläne integrieren. Dies könnte durch die Anpassung der Kläranlagenbetriebsverordnungen erfolgen, um sicherzustellen, dass die Rückgewinnung von Stickstoff und weiteren Nährstoffen ein verbindlicher Bestandteil der Kläranlagenoperationen wird.

Ausweisung von Flächen für urbane Lebensmittelproduktion

Mit der Ausweisung spezieller Flächen für städtische Landwirtschaft, vertikale Farmen und andere urbane Produktionsstätten in städtischen Gebieten sollten Städte und Kommunen die Flächennutzungspläne anpassen. Dadurch wird der planerische Genehmigungsprozess bei der Verwirklichung urbaner Agrarsysteme insbesondere für Start-Ups und innovative Projekte erleichtert.

Vereinfachung der Genehmigungsverfahren

Die Genehmigungsverfahren für die Errichtung innovativer, urbaner Lebensmittelproduktionsstätten sollten vereinfacht und der bürokratische Aufwand verringert werden, um Projekte effizienter umsetzen zu können. Dies könnte durch die Einführung von Schnellverfahren oder durch die Schaffung eines zentralen Genehmigungsbüros geschehen, das speziell auf die Bedürfnisse innovativer Lebensmittelproduktion ausgerichtet ist.

Lockerung von Nutzungsbeschränkungen für Kläranlagenflächen

Die Lockerung von Nutzungsbeschränkungen ist ein Weg, um eine vielseitigere Nutzung von Kläranlagenflächen zu ermöglichen, bspw. eine Erleichterung der Besuchsrechte für Kläranlagen. Eine Überarbeitung und Verringerung der baurechtlichen Abstandsvorschriften sind dazu ebenfalls erforderlich. Konkret können bauliche Maßnahmen wie eine weitgehende Einhausung oder Abluftbehandlung der Abwasserbehandlungsanlagen dazu führen, dass die baurechtlichen Abstandsfestlegungen reduziert werden. Dies ermöglicht eine multifunktionale Nutzung dieser Flächen wie bspw. die Zulassung zusätzlicher Nutzungen wie Bildungs- und Forschungsaktivitäten oder kleine Gewerbebetriebe.

Berücksichtigung von Freiräumen und ungenutzten Flächen

Auf Basis einer Potenzialflächenanalyse der ungenutzten Flächen auf Kläranlagen sollten Städte Nutzungskonzepte entwickeln, die die Integration der SUSKULT-Anbaumethode und anderer ökologisch vorteilhafter Nutzungen ermöglichen. Dies könnte die Planung von urbanen Gärten, vertikalen Farmen oder Forschungsstationen umfassen. Zudem müssen die Flächennutzungspläne aktualisiert und eine weitreichendere Nutzung der Freiflächen ermöglicht werden.

Transformation von Abwasserbetrieben zu Marktteilnehmenden

Die Umwandlung von Abwasserbetrieben in aktive Marktteilnehmer durch die Integration der SUSKULT-Technologien und die Nutzung von Kläranlagen als Standorte für vertikale, hydroponische Agrarsysteme sollte vorangetrieben werden. Es bedarf der Entwicklung detaillierter Nutzungskonzepte für Kläranlagen, die die Integration von vertikalen und hydroponischen Agrarsystemen berücksichtigen. Zudem sollte die Integration von Kläranlagen als urbane Agrarstandorte in die städtebaulichen Planungen aufgenommen werden.

Verständnis für Kreislaufwirtschaft aufbauen

Umfassende Informationskampagnen seitens der Stadt oder Kommune kann die Vorteile der Produkte aus der Kreislaufwirtschaft und die Bedeutung von Ressourcenschonung und Abfallvermeidung hervorheben. Diese Kampagnen könnten in verschiedenen Medienkanälen wie Social Media, Printmedien, Radio und Fernsehen umgesetzt werden. Kommunen sollten zudem lokale Projekte, die auf Kreislaufwirtschaft ausgerichtet sind, unterstützen und fördern. Dies könnte durch finanzielle Zuschüsse, Anerkennungen oder durch die Bereitstellung von Ressourcen und Infrastruktur geschehen.

Förderung der Öffentlichkeitsarbeit

Um die Akzeptanz und das Verständnis der Öffentlichkeit für die SUSKULT-Vision und die damit verbundenen Technologien zu erhöhen, sollten umfassende Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen umgesetzt werden, die von der kommunalen Verwaltung unterstützt werden könnten.

- Entwicklung virtueller Rundgänge und die Organisation von „Tagen der offenen Tür“, bei denen die Menschen die Anlagen vor Ort besichtigen können. Das NEWtrient®-Center wird als modernes Informationszentrum umfangreiche Bildungsangebote zur städtischen Kreislaufwirtschaft anbieten.
- Kooperationen mit Schulen sollen Exkursionen ermöglichen und Lehrmaterialien zur Kreislaufwirtschaft in den Unterricht integrieren.
- Veranstaltungen wie Messen, Infoveranstaltung, Werbekampagnen und Medienangebote zur Demonstration der Produktsicherheit und -qualität können das Vertrauen der Konsumierenden stärken.

Errichtung eines Besucherzentrums

Mit der Errichtung eines Besucherzentrums kann eine Informations- und Bildungsplattform für die Öffentlichkeit, Schulen, Universitäten, Fachleute und politischen Entscheidungsträger*innen geschaffen werden. Das Zentrum soll die Funktionsweise, Vorteile und Innovationskraft der SUSKULT-Technologien und die nachhaltige Nahrungsmittelproduktion anschaulich darstellen und zur Akzeptanzsteigerung beitragen. Dazu müssen Nutzungsbeschränkungen auf Kläranlagenflächen aufgelockert werden.

Kooperationen verschiedener Akteure fördern

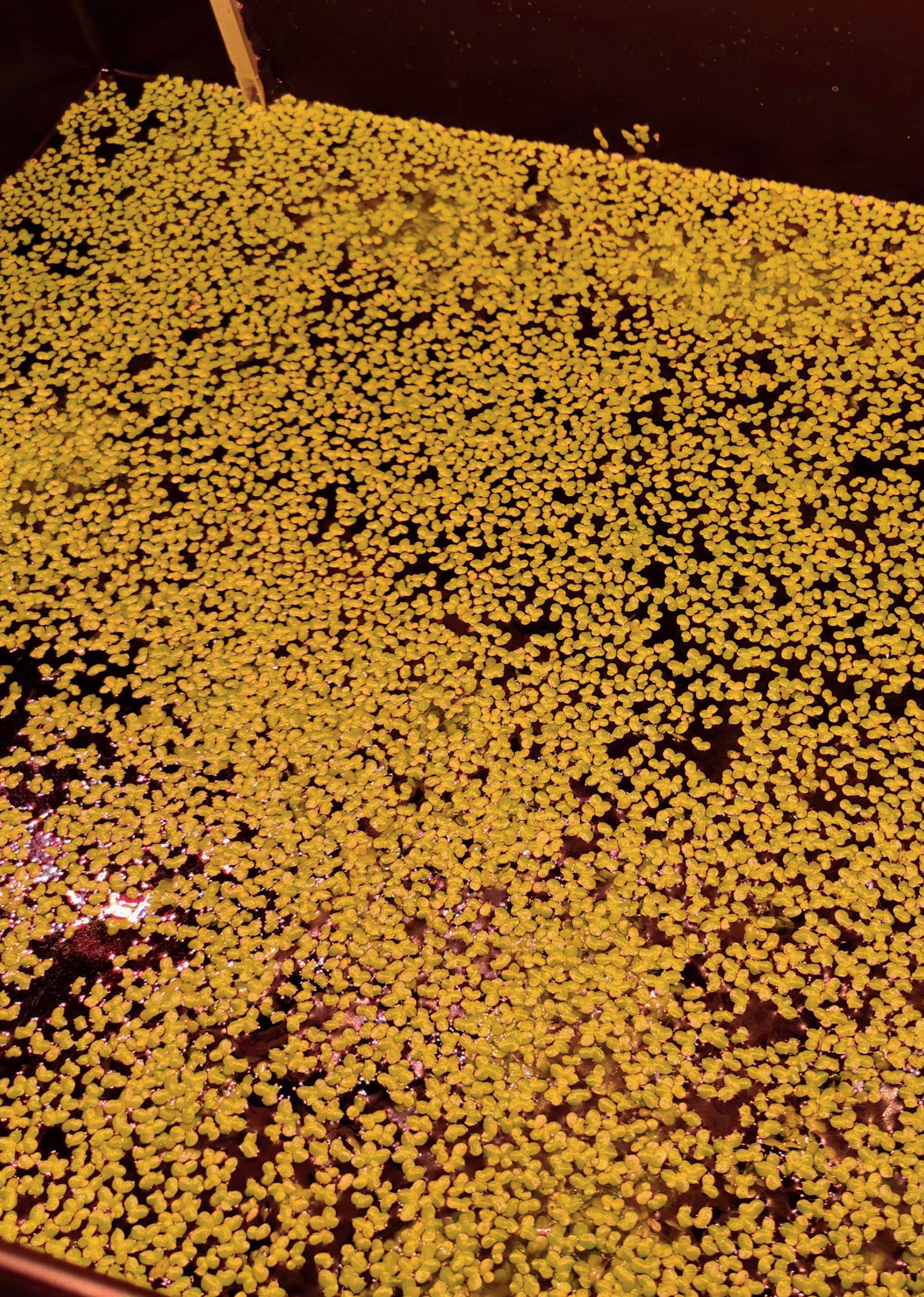
Um Kooperationen zu fördern, muss eine enge Zusammenarbeit zwischen der Abwasserwirtschaft und der Agrarpolitik etabliert werden, um gemeinsame Ziele und Strategien zu entwickeln. Darüber hinaus sollten die Gesellschaft, Landwirt*innen und Ernährungsräte aktiv in die Projekte eingebunden werden, um ihre Perspektiven und Fachkenntnisse zu nutzen. Die Verwirklichung von Stadt-Land-Kooperationen ist entscheidend, um nachhaltige Landwirtschaftsprojekte zu gewährleisten und Synergien zwischen urbanen und ländlichen Räumen zu nutzen.

Integration der neuen Anbaumethode in agrarwirtschaftlich-technische Ausbildungsberufe

Städte und Kommunen können Partnerschaften mit berufsbildenden Schulen, Fachhochschulen und Universitäten initiieren, um spezielle Lehrpläne für die SUSKULT-Anbaumethode zu entwickeln. Diese Kooperationen könnten darauf abzielen, Module oder komplette Ausbildungsgänge anzubieten, die sich auf nachhaltige, ressourcenschonende Anbaumethoden und Kreislaufwirtschaft konzentrieren.

Es könnten auch spezielle Ausbildungszentren für die SUSKULT-Anbaumethode errichtet werden, in denen theoretisches Wissen und praktische Fähigkeiten vermittelt werden.

Diese Zentren könnten als Demonstrationbetriebe fungieren, in denen Auszubildende und Fachkräfte direkt vor Ort lernen und arbeiten können. Kommunen könnten auf Landes- und Bundesebene Lobbyarbeit betreiben, um die SUSKULT-Anbaumethode als offiziell anerkannten Bestandteil agrarwirtschaftlich-technischer Ausbildungsberufe zu etablieren. Dies könnte langfristig zu einer höheren Akzeptanz und Verbreitung dieser Technologie führen.



SUSKULT und Wasserlinsenprodukte

Wie kann man mit SUSKULT den Bedürfnissen unterschiedlicher Ernährungsweisen der Bevölkerung gerecht werden?

In Kommunen mit positiven Bevölkerungsentwicklungen bietet SUSKULT für großstädtisch typische Anlagen die Möglichkeit, den verschiedenen Ernährungsweisen gerecht zu werden, insbesondere durch alternative Proteinquellen. Wasserlinsen sind eine proteinreiche, schnell wachsende und nachhaltige Quelle. Jedoch ist ihre Verwendung als Lebensmittel in Europa durch die Novel Food-Verordnung mit umfangreichen und teuren Untersuchungen geregelt. In Asien hingegen werden Wasserlinsenprodukte traditionell verzehrt und gelten zudem als Superfood.

Mit der Zulassung von Wasserlinsen als Nahrungsmittel kann in NEWtrient®-Centern in wachsenden Großstädten eine große Menge an Wasserlinsenproteinen produziert werden. In Kooperationen mit Start-Ups können die Verarbeitung und der Vertrieb der nachhaltigen und proteinreichen Wasserlinsen erfolgreich umgesetzt werden.

Am Beispiel der KA in Dortmund-Deusen bietet die Nähe zum Deusenberg und dem „Zukunftsgarten“ der Internationalen Gartenausstellung Metropole Ruhr (IGA) 2027 zusätzlich die Möglichkeit, die dort produzierten Wasserlinsenprodukte direkt über Verkaufsautomaten oder Street-Food-Läden zu verkaufen.

Schritte zur Umsetzung:

Kooperation mit Start-Up-Unternehmen

Um potenzielle Start-Ups für die Kooperation zu identifizieren, sollten dafür geeignete Wirtschaftsdatenbanken und Netzwerke genutzt und analysiert werden. Die Kontaktaufnahme über Ernährungsräte kann hilfreich sein, um Partnerschaften zu entwickeln.

Die Bereitstellung von Fördermitteln, Zuschüssen und finanziellen Anreizen für Start-Ups, die innovative Lösungen im Bereich Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Lebensmittelproduktion entwickeln, stärkt und baut langfristige Kooperationen auf. Hierbei ist es essentiell, dass Städte für innovative Projekte aufgeschlossen sind und eine finanzielle Unterstützung ermöglichen.

Ausweisung von urbanen Produktions- und Innovationszentren

Städte könnten spezielle Zonen für die Produktion und Verarbeitung von innovativen Lebensmitteln, wie Wasserlinsenprodukte, einrichten, die in städtischen Entwicklungsplänen als „Food Innovation Hubs“ oder „urbanes Agrar- und Lebensmittelproduktionsquartiere“ definiert werden. Diese Hubs könnten kleine und mittlere Unternehmen, Start-Ups und Forschungseinrichtungen beherbergen, die sich auf die Verarbeitung und Optimierung von Wasserlinsenprodukten spezialisiert haben.

Direktverkauf über Verkaufsautomaten, Belieferung von Street-Food-Läden sowie Vertrieb in umliegenden Supermärkten

Es sollen direktvermarktende Modelle etabliert werden, die durch ein Siegel der Kreislaufwirtschaft und ein Regionalitätssiegel die Herkunft und Nachhaltigkeit der Produkte betonen, um so die Transparenz zu fördern. Die Stadt- und Raumplanung kann geeignete Standorte für Verkaufsautomaten identifizieren, die leicht zugänglich und gut frequentiert sind. Die Genehmigungsprozesse für die Aufstellung von Automaten sollten vereinfacht und beschleunigt werden, um die Verbreitung zu erleichtern.

Um Street-Food-Läden zu fördern, die nachhaltige Produkte anbieten, sind städtische Vorschriften für mobile Verkaufsstände anzupassen. Dies könnte reduzierte Gebühren für Stände umfassen, die Produkte mit dem Siegel für Kreislaufwirtschaft und Regionalität verkaufen sowie vereinfachte Genehmigungsprozesse.

Anpassung an kulturelle Ernährungsgewohnheiten

Die Verarbeitung der SUSKULT-Wasserlinsen zu Nahrungsmitteln und der Verkauf von Wasserlinsenprodukten bieten die Möglichkeit, Produkte für unterschiedliche kulturelle Ernährungsgewohnheiten anzubieten. Die Stadtplanung kann mit dem Entwickeln kommunaler Ernährungsstrategien dazu beitragen, innovative und gesunde Lebensmittel wie Wasserlinsenprodukte zu fördern. Maßnahmen zur Förderung der lokalen Produktion, der Ernährungsbildung und der Verbesserung des Zugangs zu gesunden, nachhaltigen Nahrungsmitteln sind dabei essentiell.

Anpassung der Lebensmittelvorschriften

Die Stadtverwaltung muss sich für die Anpassung lokaler Lebensmittelvorschriften einsetzen, um den Verkauf von angeereicherten Wasserlinsenprodukten zu erleichtern. Dies könnte durch die Unterstützung bei der Zertifizierung und der Anpassung an lokale Ernährungsgewohnheiten geschehen, sodass die Produkte den modernen Standards für gesunde Ernährung entsprechen.

Anbindung der Kläranlage an das regionale Radwegenetz

Die Stadt- und Raumplanung sollte gezielt neue Radwege planen, die die SUSKULT-Anlage direkt mit bestehenden Freizeit- und Industrierouten verbinden und somit Teil eines größeren regionalen Freizeit- und Tourismuskonzepts sein. Diese neue Anbindung könnte in das städtische Radverkehrskonzept integriert werden, das sowohl Pendler*innen als auch Freizeittourist*innen eine sichere und attraktive Verbindung zur Anlage bietet und bspw. als thematische Routen, wie „Nachhaltigkeits- und Umweltbildungstouren“ positioniert werden.



SUSKULT-Dünger für Hobbygärtner

Wie können mit Trennsystemen Ressourcen effizient genutzt und SUSKULT von Hobbygärtnern eingesetzt werden?

Pilotprojekte zu Trennsystemen können das Potenzial von effizienter Ressourcennutzung aufzeigen. Mit der Installation eines Trennsystems – Trennung des Leitungs- und Kanalsystems, bspw. in einem Neubaugebiet – kann das niedrig belastete Regenwasser direkt gesammelt werden. Der Schmutzwasserkanal kann dementsprechend kleiner dimensioniert werden. Moderne Sanitärsysteme ermöglichen die Stoffstromtrennung bereits im Haushalt: Das niedrig belastete Grauwasser wird als Toiletenspülung wiederverwendet, das Schwarzwasser wird zu einer nahegelegenen Behandlungsanlage geleitet.

Das zunehmende Interesse der Bevölkerung am eigenen Anbau von Obst und Gemüse forciert die Bereitstellung eines „SUSKULT Production Kit“. Hobbygärtner können damit das dezentral aufgefangene Regenwasser zur Bewässerung nutzen und die notwendige SUSKULT-Nährstofflösung an umliegenden Kläranlagen oder Gartencentern abfüllen lassen. Überschüssig produziertes Gemüse wird z. B. an die „Tafel“ gespendet.

*Die in Hattingen gegründete Urban Roofing Agriculture Initiative (URAI) zielt darauf ab, potenzielle Dachflächen zu bewirtschaften, die von Eigentümer*innen zur Verfügung gestellt werden, aber nicht selbst bewirtschaftet werden wollen oder können. Fachangestellte werden für die Bewirtschaftung eingesetzt und Personal speziell für den SUSKULT-Gemüseanbau geschult und ausgebildet. URAI soll das Potenzial für die Produktion in urbanen Räumen aufzeigen und die nachhaltige Stadtentwicklung fördern.*

Schritte zur Umsetzung:

Pilotprojekte als Modellquartiere

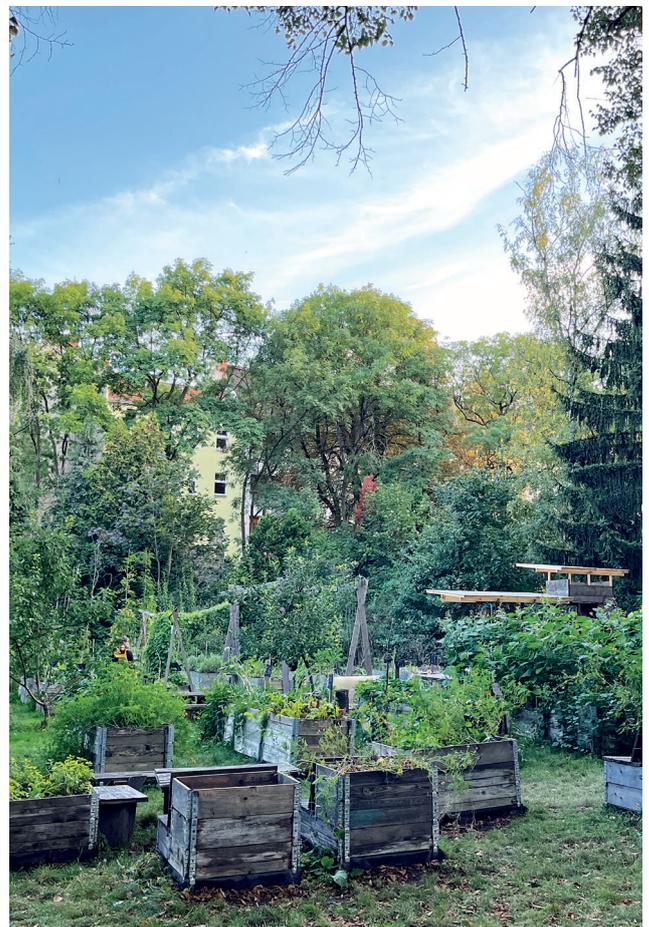
Im Rahmen von Pilotprojekten sollten Modellquartiere entwickelt werden, die als Vorreiter für zukunftsfähige, kreislaforientierte Stadtentwicklung dienen.

Diese Quartiere könnten nicht nur als Wohnraum, sondern auch als Demonstrations- und Lernorte für die Bürger*innen fungieren, um die Akzeptanz und das Verständnis für kreislaufbasierte Anbausysteme, wie den SUSKULT-Ansatz, zu fördern.

Vertrieb des „SUSKULT Production Kit“

Der Vertrieb des „SUSKULT Production Kit“ umfasst verschiedene Kits für Hobbygärtner*innen, darunter auch das „SUSKULT Refill Kit“. Mit diesem Kit können Hobbygärtner*innen ein kleines vertikales Anbausystem in ihrem Garten oder auf dem Flachdach installieren, welches Regenwasser auffängt und direkt für die Gemüseproduktion einsetzt.

Das „Refill Kit“ kann in Gartencentern mit der SUSKULT-Nährstofflösung aufgefüllt werden. Die Stadtplanung kann aktiv Standorte für Verkaufsautomaten des „SUSKULT Production und Refill Kit“ identifizieren und diese in der Nähe von öffentlichen Verkehrsknotenpunkten, Parks, Gemeinschaftsgärten und anderen stark frequentierten Orten einplanen. Dabei sollten Genehmigungsprozesse für das Aufstellen solcher Automaten vereinfacht und beschleunigt werden, um die Verbreitung zu erleichtern. Städtische Gärtnereien und Grünflächenämter können in den Vertrieb der Kits eingebunden werden, indem sie Verkaufsstellen in ihren Einrichtungen einrichten.



03 SUSKULT für Nutzpflanzenanbau und Düngemittelproduktion

Wie können Kläranlagen mit SUSKULT als Düngemittelproduzent eingesetzt werden?

Die umgerüsteten Kläranlagen können sich auch nur auf die Düngemittelproduktion fokussieren. Die Kläranlage in Bottrop mit ihrer Ausbaugröße von 1,34 Mio. Einwohnerwerten, anliegendem Hafen und ihrer zentralen Anlage zur Klärschlammbehandlung kann als perfekter Standort für die Nährstoffrückgewinnung dienen. Hier kann man sich bestens auf die Produktion und den Vertrieb des SUSKULT-Flüssigdüngers konzentrieren.

Ein nahegelegenes Biogaskraftwerk bietet zudem das Potenzial, das NEWtrient®-Center für den Anbau von Nutzpflanzen mit hoher Biomasseproduktivität zu nutzen, indem frei gewordene Flächen ehemaliger Industrieanlagen genutzt werden.

Schritte zur Umsetzung:

Neue Vertriebswege ermitteln

Vertriebsnetze für die SUSKULT-Produkte sollten aufgebaut und optimiert werden. Dies erfordert eine Identifizierung geeigneter Absatzmärkte und die Entwicklung von Marketingstrategien, um das Interesse der Landwirt*innen zu wecken und den Vertrieb effizient zu gestalten. Die Stadt- und Raumplanung kann eine Marktanalyse durchführen, um potenzielle Absatzmärkte für SUSKULT-Produkte zu identifizieren. Dies könnte eine Kartierung von bestehenden Märkten, Verbraucherknotenpunkten, Einkaufszentren und Gewerbegebieten umfassen, in denen eine Nachfrage nach nachhaltigen und regionalen Produkten besteht.

Städte könnten regelmäßig Veranstaltungen und Messen organisieren, die sich auf nachhaltige Landwirtschaft und regionale Produkte konzentrieren. Diese Events verschaffen SUSKULT-Produkten eine hohe Sichtbarkeit und wecken die Aufmerksamkeit von Verbraucher*innen und landwirtschaftlichen Interessensgruppen.

Anreize für den SUSKULT Flüssig- oder Feststoffdünger

Die SUSKULT-Anlagen können auch ausschließlich für die Produktion von Düngemitteln eingesetzt werden. Eine Preisstabilität und nachhaltige Finanzierung ist entscheidend, um die Projekte langfristig zu unterstützen und die Stabilität gegenüber konventionellen Düngemittel-Lieferketten zu gewährleisten. Der SUSKULT-Dünger muss gegenüber herkömmlichen Düngemitteln mit seinen Vorteilen ausgezeichnet und für

Agrarwirt*innen attraktiv gemacht werden. Städte könnten Anreize schaffen, die den Einsatz von SUSKULT-Düngemitteln gegenüber konventionellen Düngemitteln fördern. Dies könnte in Form von Subventionen, Steuererleichterungen oder durch besondere Auszeichnungen für landwirtschaftliche Betriebe geschehen, die auf nachhaltige Düngemittel umsteigen.

Verankerung des SUSKULT-Düngers in lokalen Nachhaltigkeitsplänen

Die Förderung von nachhaltigen Düngemitteln könnte fest in den städtischen Nachhaltigkeits- und Umweltstrategien verankert werden. Die Stadtplanung könnte konkrete Ziele und Maßnahmen formulieren, um den Einsatz von SUSKULT-Düngemitteln in der Region zu steigern und so einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und zur Verringerung der Abhängigkeit von konventionellen Düngemitteln zu leisten.



SUSKULT als Zwischennutzung für Gebäudeleerstand

Wie können Leerstände für den Gemüseanbau genutzt werden?

Die Umrüstung der Kläranlage wie in Schwerte zu einem NEWtrient®-Center bietet nicht nur eine nachhaltige und global unabhängige Lösung der Phosphorversorgung in der Landwirtschaft durch die Rückgewinnung von Phosphor aus Abwasser. Das SUSKULT-Anbausystem bietet zudem die Chance, leerstehende Büro-, Gewerbe- oder Industriegebäude für die Nahrungsmittelproduktion zu nutzen. Durch die zunehmende Digitalisierung und veränderte Nutzungstrends haben flexible Bürokonzepte und vermehrte Homeoffice-Angebote in vielen Bereichen Einzug gehalten.

Der damit einhergehende Leerstand kann für die vertikale Nahrungsmittelproduktion auch als Zwischennutzungsoption genutzt werden. Auch das Potenzial von Flachdächern kann für die Gemüseproduktion ausgeschöpft werden.

Schritte zur Umsetzung:

SUSKULT als Zwischennutzung in leerstehenden Gebäuden

Die SUSKULT-Anbauweise bietet großes Potenzial für die Zwischennutzung von leerstehenden Gebäuden und die Revitalisierung von Brachflächen. Leere Bürogebäude können für den Anbau genutzt werden, wobei vereinfachte Genehmigungsverfahren für solche Zwischennutzungen erforderlich sind. Flexible Container-Ansätze erleichtern die Umsetzung. Städte müssen spezielle Nutzungskonzepte entwickeln, die gezielt die Umnutzung von Leerständen für den Gemüseanbau mit dem SUSKULT-Ansatz fördern. Es müssen Förderprogramme eingerichtet werden, die Investitionen in urbane Landwirtschaftsprojekte subventionieren, und damit die Nutzung brachliegender Flächen aktiv unterstützen.

Flachdachnutzung für SUSKULT-Anbauweise

Bauvorschriften und Nutzungsgenehmigungen müssen dahingehend angepasst werden, dass sie die multifunktionale Nutzung von Flachdächern wie bspw. für Begrünung, Gemüseanbau und Solarenergienutzung erleichtern. Dies könnte z. B. die Vereinfachung von Auflagen zur Dachbegrünung und die Klärung von Haftungsfragen beinhalten. Ein Beschluss zur Flachdachnutzungspflicht für öffentliche und gewerbliche Gebäude würde die Nutzung dieser Flächen für eine multifunktionale Nutzung fördern. Die Errichtung von Gewächs-

hausanlagen auf Supermarktdächern, wie es bereits auf dem REWE-Supermarkt in Wiesbaden-Erbenheim umgesetzt ist, bieten Möglichkeiten, die Bevölkerung mit den Vorteilen lokaler Lebensmittelproduktion vertraut zu machen.

Identifikation und Kartierung von Leerständen und geeigneten Flachdächer

Die Stadtverwaltung sollte ein umfassendes Register leerstehender Gebäude und geeigneter Flachdächer in der Innenstadt führen. Mithilfe von GIS-Tools können diese Flächen systematisch aufgezeigt und auf ihre Eignung für Begrünungsmaßnahmen, Solarenergie oder Gemüseanbau geprüft werden. Diese Kartierung sollte öffentlich zugänglich gemacht werden, um potenziellen Nutzer*innen eine einfache Zugänglichkeit zu ermöglichen.

Integration in die Stadtentwicklungsplanung

In städtebaulichen Entwicklungsplänen müssen Flächen für urbane Anbauformen und Dachgärten als fester Bestandteil integriert werden. Dabei könnten bestimmte Gebiete als Vorzugszonen für solche Projekte ausgewiesen werden. Im Rahmen von Bebauungsplänen können Anforderungen definiert werden, die bei Neubauten die Begrünung und Nutzung von Flachdächern für bspw. Solaranlagen oder Agrarproduktion vorsehen.



04

Die Zukunft der Landwirtschaft?

Nachhaltige Innovationen und Gesellschaftstransformation durch SUSKULT



Die Zukunft der Landwirtschaft?

NACHHALTIGE INNOVATIONEN UND GESELLSCHAFTSTRANSFORMATION DURCH SUSKULT

Das SUSKULT-System ist eine manifestierte Vision zur Förderung der nachhaltigen Landwirtschaft und eine gesellschaftliche Transformation dar. Das Vorhaben deckt eine breite Palette von technologischen, pflanzenbaulichen, normativen und systemischen Aspekten ab, die alle darauf ausgerichtet sind, eine innovative, effiziente und ressourcenschonende Landwirtschaft zu etablieren.

Im Fokus stehen die Rückgewinnung von Nährstoffen aus Abwasser, die Entwicklung von neuen Düngemitteln und die Sicherung der Lebensmittelqualität durch ein strenges Hygienemanagement. Gleichzeitig berücksichtigt das Projekt normative Aspekte wie gesellschaftliche Zielkonflikte, Risiko-

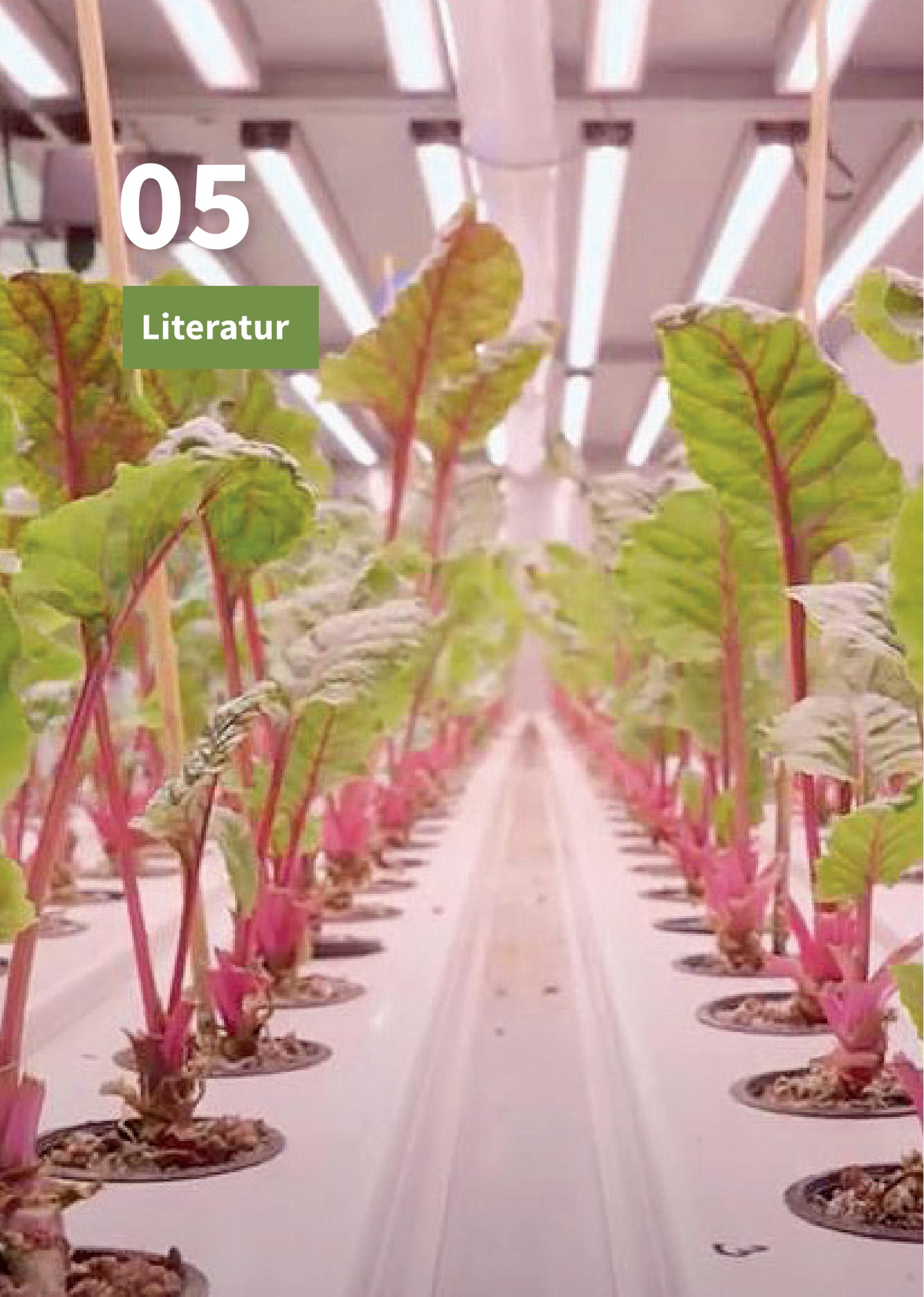
management und die Entwicklung politischer Strategien zur Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft. Darüber hinaus werden systemische Anforderungen erfüllt, indem Synergien in Logistik und Ressourcennutzung identifiziert und Strategien zur Steigerung der Klimaresilienz entwickelt werden.

Insgesamt zielt SUSKULT darauf ab, nicht nur technologische Innovationen zu fördern, sondern auch gesellschaftliche Veränderungen voranzutreiben, um eine nachhaltige und effiziente Landwirtschaft in Deutschland zu etablieren. Es handelt sich um eine wegweisende Initiative, die das Potenzial hat, die Art und Weise, wie wir Nahrungsmittel produzieren und Ressourcen nutzen, grundlegend zu verändern.



05

Literatur



Literatur

- ¹ **Deutscher Städtetag (2021):** Urbane Landwirtschaft. Positionspapier des Deutschen Städtetags. Berlin/Köln. <https://www.staedtetag.de/files/dst/docs/Publikationen/Positionspapiere/2021/positionspapier-urbane-landwirtschaft-2021.pdf>.
- ² **Eigenbrod, Christine; Gruda, Nazim (2015):** Urban vegetable for food security in cities. A review. In: *Agronomy for Sustainable Development* 35, 2, 483–498. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0273-y>.
- ³ **Richter, Stephan; Kind, Sonja (2017):** Geschlossene hydroponische Agrarsysteme. Themenkurzprofil Nr. 17. TAB Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin.
- ⁴ **Schulwitz, Martin; Reimer, Mario; Steines, Ann-Kristin (2020):** 40 Tonnen Tomaten von der Kläranlage. Das Agrarsystem der Zukunft kommt ganz ohne Erde aus und nutzt im Sinne der Kreislaufwirtschaft die Nährstoffe aus häuslichem Abwasser. In: *Transforming Cities* 5, 4, 78–81.
- ⁵ **Keuter, Volkmar; Deck, Sebastian; Giesenkamp, Heidi; Gonglach, Denise; Katayama, Victor Takazi; Liesegang, Sica; Petersen, Finn; Schwindenhammer, Sandra; Steinmetz, Heidrun; Ulbrich, Andreas (2021b):** Significance and Vision of Nutrient Recovery for Sustainable City Food Systems in Germany by 2050. In: *Sustainability* 13, 19, 10772. <https://doi.org/10.3390/su131910772>.



Umsetzungshilfe des SUSKULT-Ansatzes

Kreislaufbasierte Agrarsysteme für
die Stadt- und Raumplanung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

