



Universität für Bodenkultur Wien  
 Department für Wirtschafts- und  
 Sozialwissenschaften

# BioHub4all

## Kooperative Nutzung landwirtschaftlicher Lagerflächen zur Konsolidierung von Bio-Lebensmittellieferungen

*Finanziert bzw. gefördert im Rahmen des Programms "Mobilität der Zukunft" durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie*

### Benutzerhandbuch Softwaredemonstrator



Das Projekt BioHub4all beschäftigte sich u.a. mit der Entwicklung verschiedener Kooperationsstrategien für eine zeitliche und räumliche Konsolidierung unterschiedlicher Bio-Lebensmittellieferungen. Um eine gemeinschaftliche Nutzung von Lagerflächen zu unterstützen, wurden lebensmittelspezifische Charakteristiken und regulative Faktoren analysiert und bewertet. Mit der Entwicklung von logistischen Planungsverfahren und Geschäftsmodellen kann die nachhaltige Versorgung mit Bio-Lebensmitteln künftig unterstützt werden. Im Zuge des Projektes wurden zwei Entscheidungsunterstützungssysteme entwickelt, um verschiedene Kooperationsstrategien zu testen. Diese Systeme wurden anhand zweier Use Cases innerhalb Österreichs getestet und deren Ergebnisse in wissenschaftlichen Artikeln (Leithner und Fikar, 2018; Fikar und Leithner 2018) aufbereitet.

Um einen Teil der Projektergebnisse einem breiteren Publikum zugänglich zu machen, wurde ein Softwaredemonstrator entwickelt, welcher die Entscheidungsunterstützungssysteme und gewonnene Erkenntnisse des Projektes ansehnlich und vereinfacht darstellt. Mit Hilfe des Softwaredemonstrators werden unterschiedliche Möglichkeiten aufgezeigt, wie Kundinnen und Kunden Bio-Lebensmittel in Österreich beziehen können und wie involvierte Akteurinnen und Akteure diese verschiedenen Mobilitätsformen nachhaltiger gestalten können.

### INHALT

---

|  |    |
|--|----|
| DemoCase „Der Weg meines Apfels“ .....   | 2  |
| Demonstrator.....                        | 2  |
| Bedienung .....                          | 3  |
| Entscheidungsunterstützungssysteme ..... | 6  |
| Lebensmitteleinzelhandel.....            | 6  |
| Food Coops .....                         | 10 |
| Impressum .....                          | 13 |

## DEMOCASE „DER WEG MEINES APFELS“

---

Der Demonstrator zeigt verschiedene Wege auf, wie man in Österreich einen Apfel besorgen kann. Die zwei allseits bekannten Wege über den Lebensmitteleinzelhandel und der direkte Bezug über die Landwirtin oder den Landwirten werden dargestellt und um neuere Strategien und Konzepte ergänzt.

Der klassische **Lebensmitteleinzelhandel** wird von den Landwirtinnen und Landwirten über das Warenverteilzentrum bis zu den Filialen näher betrachtet. Während dieser Prozesse spielen vor allem Temperaturen und damit verbunden die Produktqualität eine tragende Rolle und sind Fokus des entwickelten Entscheidungsunterstützungssystems. Aufgrund integrierter Qualitätsmessungen können die Auswirkungen von alten und neuen Lagerdurchsatzstrategien und Kaufentscheidungen der Kundinnen und Kunden auf die Lebensmittelqualität und –abfälle gemessen werden.

Der **direkte Bezug von Lebensmitteln** heimischer Landwirtinnen und Landwirte kann auf verschiedene Wege erfolgen. Der Weg über den Bauernladen, als auch Hauszustellungen werden neben dem Konzept der Food Coops aufgezeigt. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Geschäftsmodell der Food Coops. Mit dem entwickelten Entscheidungsunterstützungssystem und darin implementierten Optimierungsverfahren können die Vorteile kooperativer Abholung von Food Coops und kooperativer Belieferung durch Landwirtinnen und Landwirte aufgezeigt werden.

## DEMONSTRATOR

---

Basis des Demonstrators ist ein auf der Videoplattform Youtube abrufbares Video. Youtube selbst bietet, abseits der üblichen Schaltflächen zum Steuern des Videos und der Menüführung keine tiefergehenden interaktiven Elemente. Die Interaktivität wurde daher mit einer über das eigentliche Video gelegten Softwarelösung realisiert. Dabei handelt es sich um das Wordpress-Plugin H5P (<https://h5p.org/>), das es ermöglicht, Videos mit interaktiven Möglichkeiten auszustatten. Dieses Plugin wurde als Open Source Projekt entwickelt und unter der Creative Commons Attribution 4.0 International Lizenz zur Verfügung gestellt. Da die entstandenen Entscheidungsunterstützungssysteme mit der Simulationssoftware AnyLogic erstellt wurden, die nicht in voller Funktion öffentlich zugänglich ist, wurden einzelne Testläufe abgefilmt und für den Demonstrator aufbereitet. Als Rahmenhandlung wird im Demonstrator der Weg des Apfels von der Ernte bis zum/zur Endkonsumenten/in dargestellt. Dabei sind unterschiedliche Wege des Apfels dargestellt, abhängig vom finalen Bezugspunkt und den Entscheidungen der den Demonstrator bedienenden Person.

## BEDIENUNG

Beim Abruf der Adresse des Demonstrators wird eine Erklärung des Projekts angezeigt. Um ausreichend Zeit zum Lesen des längeren Texts zu bieten, wird der Demonstrator erst durch aktiven Klick auf die Start-Schaltfläche gestartet.

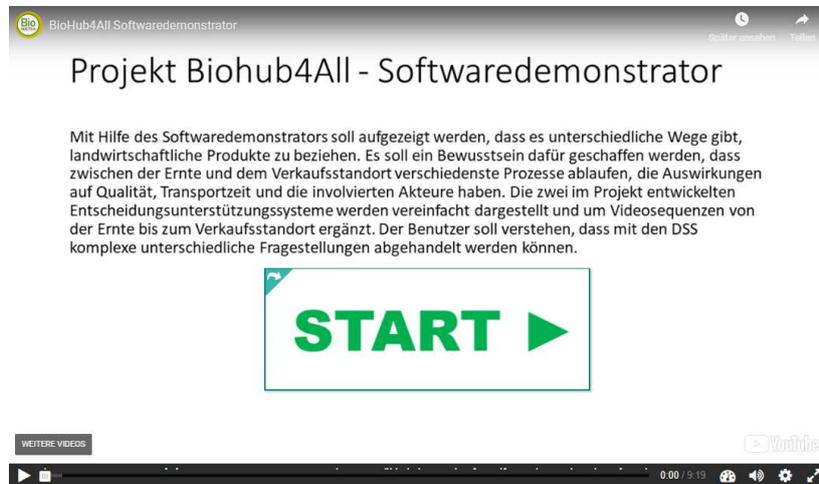


Abbildung 1 Demonstrator Startbildschirm

Als Einführung wird zu Beginn ein kurzer Film abgespielt, der den Weg des Apfels von der Ernte bis ins Lager zeigt. Dieser Film wurde von BIO AUSTRIA produziert und für den Demonstrator zur Verfügung gestellt.



Abbildung 2 Video Apfel Ernte BIO AUSTRIA

Anschließend stehen zwei Entscheidungswege offen: Wurde der Apfel direkt beim Bauern oder im Lebensmittelhandel gekauft.



Abbildung 3 Entscheidung 1 Bauer/LEH

Nachfolgend soll der weitere Ablauf anhand des Pfades „Lebensmittelhandel“ dargestellt werden. Die Funktionsweisen sind in den anderen Pfaden ähnlich. Entscheidet man sich für den Kauf im Lebensmittelhandel, erscheint ein erläuternder Text.

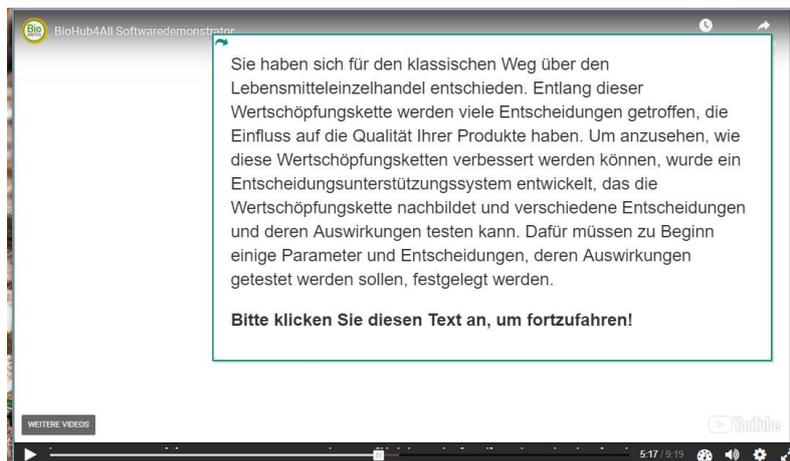


Abbildung 4 Erklärung LEH

Durch einen Klick auf die Textbox wird fortgesetzt, es erscheint eine Aufnahme aus dem Entscheidungsunterstützungssystem. Während der laufenden Simulation werden erklärende Texte eingeblendet, um das Geschehen auf dem Bildschirm näher zu erläutern.



Abbildung 5 LEH Erläuterung

Bei längeren Textblöcken wird das Video unterbrochen, um ausreichend Zeit zum Lesen der Erläuterungen zu bieten. Zum Fortfahren muss auf „Fortsetzen“ geklickt werden.

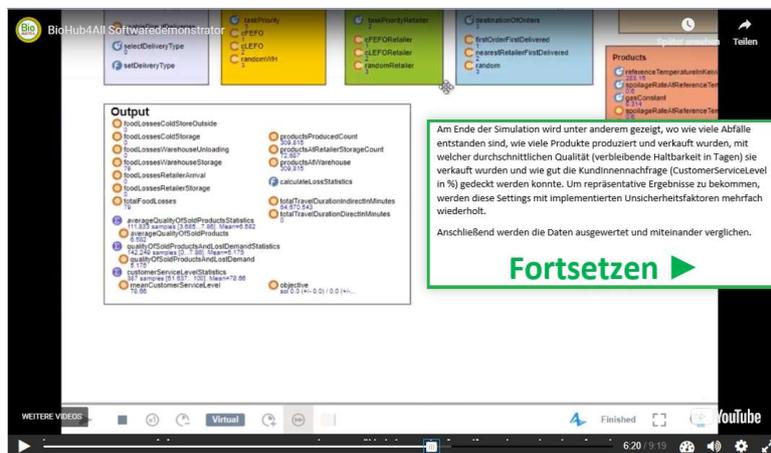


Abbildung 6 LEH Erläuterungen mit Stopp

Auf der Abschlussfolie werden die Auswirkungen der möglichen Entscheidungen erläutert. Auch an dieser Stelle wird das Video unterbrochen und erst durch einen Klick auf „Fortsetzen“ fortgesetzt.

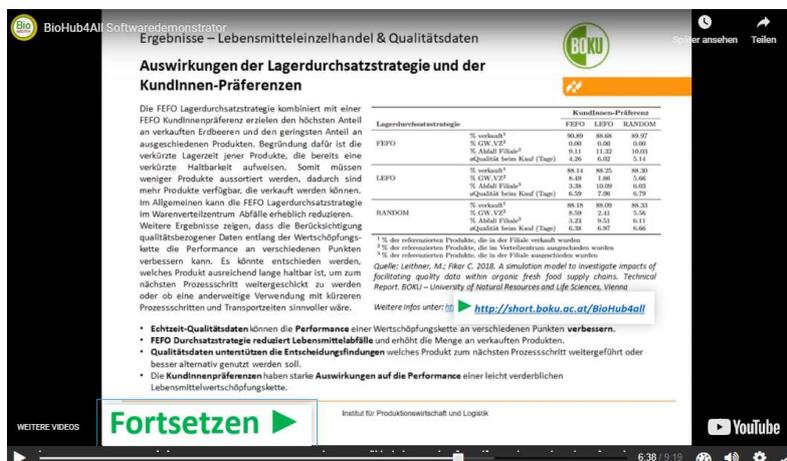


Abbildung 7 LEH Abschlussfolie

Nach Abschluss des Pfades besteht die Möglichkeit zum ersten Entscheidungspunkt zurückzukehren und erneut den Ablauf zu durchzugehen



Abbildung 8 Ende des Softwaredemonstrators

## ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNGSSYSTEME

Um aussagekräftige Ergebnisse zu generieren, muss jeder einzelne Lauf des Entscheidungsunterstützungssystems mit einem definierten Setting vielfach wiederholt und mit anderen Settings verglichen werden. Die Methodik und Ergebnisse dazu sind in Leithner und Fikar, 2018 für den Lebensmitteleinzelhandel als auch in Fikar und Leithner, 2018 für die Food Coops genauestens beschrieben. Eine kurze Beschreibung der Entscheidungsunterstützungssysteme, die im Softwaredemonstrator dargestellt werden, und eine konzentrierte Auswahl der Ergebnisse werden folgend beschrieben und sind in den Softwaredemonstrator eingebettet.

### Lebensmitteleinzelhandel

Dieses Entscheidungsunterstützungssystem modelliert die Wertschöpfungskette eines österreichischen Bio-Lebensmittels, hergestellt in OÖ, NÖ und Wien, das über den Lebensmitteleinzelhandel vertrieben wird (siehe Abbildung 10). Der Weg führt nach der Ernte zu einem eigenen oder gemeinschaftlich genutzten, landwirtschaftlichen Kühlhaus, von dort gelangt es zu einem großen Warenverteilzentrum eines Supermarktes. Anschließend werden die Lebensmittel in die einzelnen Filialen verteilt, wo die Kundinnen und Kunden die Produkte einkaufen können. Ab dem Zeitpunkt der Ernte wird die Qualität jedes einzelnen Lebensmittels gemessen, kontinuierlich aktualisiert und überprüft. Die Qualitätsveränderungen der Produkte hängen vor allem davon ab, welche Temperaturen in den einzelnen Prozessschritten vorherrschen und über welchen Zeitraum die Produkte diesen Temperaturen ausgesetzt sind. Aktuelle Qualitätsdaten ermöglichen neben angepassten Lagerdurchsatzstrategien, die Entscheidung, ob Produkte zum nächsten Prozessschritt weitergeleitet werden sollen oder besser alternativ verwendet werden. Zudem können mit diesem Modell die Auswirkungen der vorher genannten Entscheidungen auf die Menge der Abfälle und die durchschnittliche Qualität beim Kauf modelliert und gemessen werden.

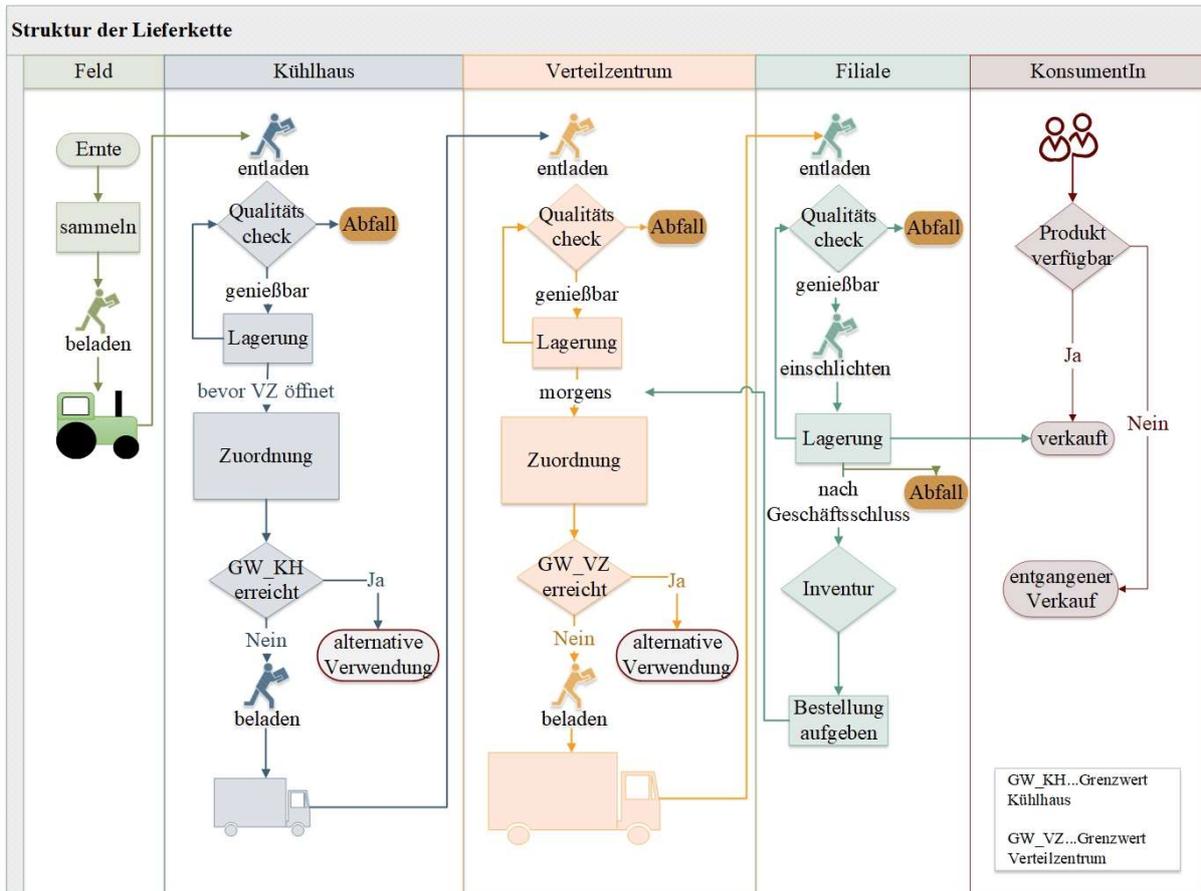


Abbildung 9 Struktur der Wertschöpfungskette(basierend auf Leithner und Fikar, 2018)

In der Demonstratorversion kann die Benutzerin oder der Benutzer zu Beginn mehrere Parameter festlegen (siehe Abbildung 10):

### Kühlhäuser

Es können jene Landwirtinnen und Landwirte bestimmt werden, die ein Kühlhaus besitzen und es anderen Landwirtinnen und Landwirten ermöglichen, ihre Produkte dort einzulagern. Alle Produkte im Kühlhaus werden anschließend gemeinsam zum Warenverteilzentrum gebracht.

### Temperaturen

Hier können die Temperaturen am Feld, im Verteilzentrum und in der Filiale festgelegt werden. Kritisch zu betrachten sind vor allem hohe Temperaturen, da viele Obst- und Gemüsesorten eine Lagerung bei relativ niedrigen Temperaturen benötigen.

### Durchsatzstrategie

Die Durchsatzstrategie bestimmt die Reihenfolge, in der die Produkte das Warenverteilzentrum verlassen. „First expired, first out (FEFO)“ bedeutet, dass immer das Produkt mit der geringsten Haltbarkeit das Warenverteilzentrum zuerst verlässt. Im Gegensatz dazu verlässt bei „Last expired, first out (LEFO)“ das Produkt mit der längsten Haltbarkeit das Warenverteilzentrum zuerst. Bei der „RANDOM“ Durchsatzstrategie wird auf die Qualität bzw. Haltbarkeit der Produkte keine Rücksicht genommen. Die Produkte verlassen rein zufällig das Warenverteilzentrum.

### KundInnen Präferenz

Hier wird festgelegt, welche Qualität die Kundinnen und Kunden bevorzugt kaufen. Bei FEFO wird angenommen, dass Produkte mit geringer Haltbarkeit priorisiert werden, bei LEFO die Produkte mit der längsten Haltbarkeit. RANDOM bedeutet auch hier eine willkürliche Auswahl der Produkte ungeachtet der Qualität.

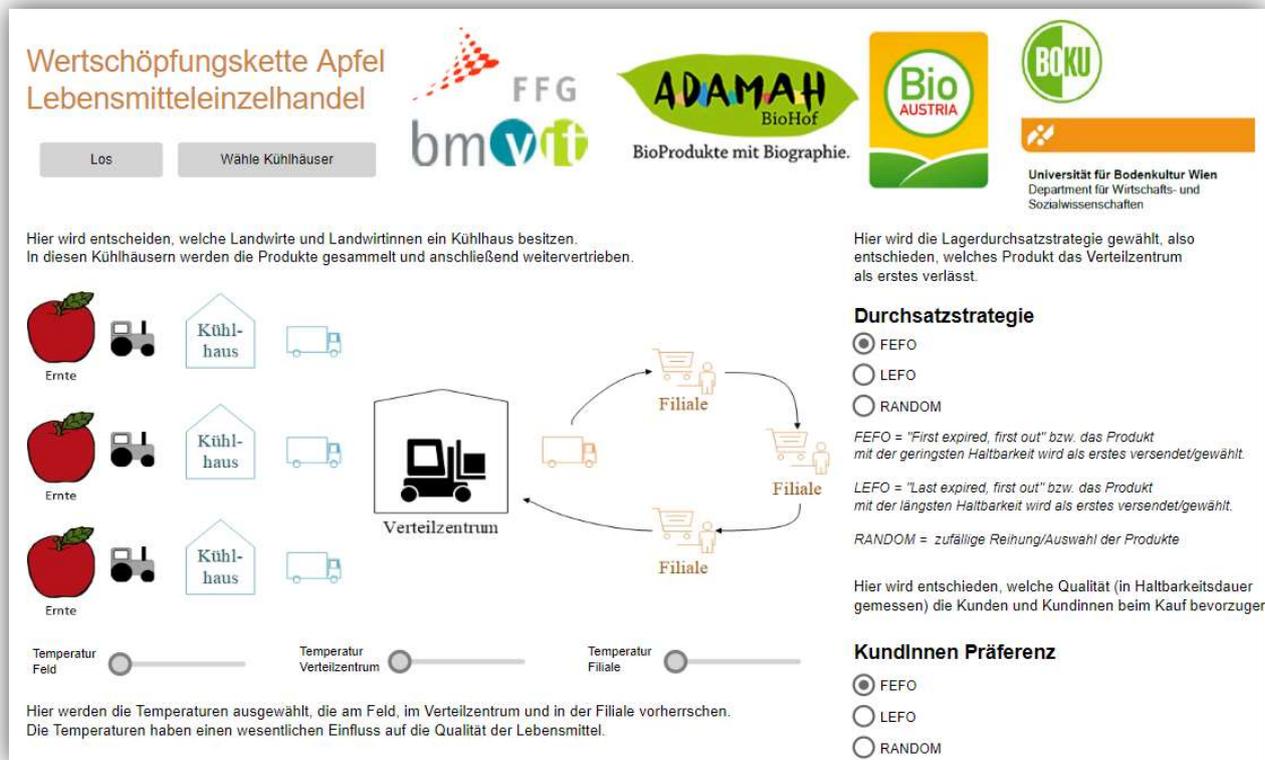


Abbildung 10 Entscheidungsunterstützungssystem LEH

Im Demonstrator liegt der Fokus auf dem Weg des Apfels, in der wissenschaftlichen Aufbereitung des Entscheidungsunterstützungssystems wurde aufgrund der kurzen Haltbarkeit und hohen Relevanz adäquater Lagerdurchsatzstrategien die Erdbeere gewählt. Die präsentierten Ergebnisse beziehen sich somit auf die Qualitätsberechnungen der Erdbeeren. Ungeachtet dessen, sind die abgeleiteten Handlungsempfehlungen für viele Obst- und Gemüsesorten von Relevanz.

### TestSetting Erdbeeren

Eine regionale Wertschöpfungskette in Niederösterreich und Wien wurde modelliert. Dazu zählen 59 landwirtschaftliche Produzentinnen und Produzenten, ein Warenverteilzentrum und 359 Filialen. In jedem Setting wurden 4 Wochen der Ernte modelliert. Untersucht wurden die Auswirkungen (i) der Lagerdurchsatzstrategien, (ii) der KundInnenpräferenzen und (iii) der Qualitätsgrenzwerte auf

- Lebensmittelabfälle,
- Lebensmittelqualität,
- % der produzierten Erdbeeren, die verkauft wurden und
- Nützlichkeit der Wertschöpfungskette.

Jedes Parameter-Setting wurde 25-mal wiederholt.

Eine detaillierte Beschreibung der Methode und Ergebnisse wurde in einem wissenschaftlichen Artikel aufbereitet.

*Leithner, M., Fikar C. 2018. A simulation model to investigate impacts of facilitating quality data within organic fresh food supply chains. Technical Report. BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna*

Eine Darstellung der wichtigsten Ergebnisse finden Sie in den Präsentationsunterlagen der 29. Europäischen Konferenz für Operations Research EURO2018:

*Leithner M., Fikar C., 2018. A decision support model simulating quality data in fresh food supply chains. EURO2018 - 29th European Conference on Operational Research, July 8-11, Valencia*

unter dem Link: <http://short.boku.ac.at/BioHub4all>

### Ergebnisse

Die Auswirkungen der verschiedenen Lagerdurchsatzstrategien und KundInnenpräferenzen werden in Tabelle 1 dargestellt. Die FEFO Lagerdurchsatzstrategie kombiniert mit einer FEFO KundInnenpräferenz erzielen den höchsten Anteil an verkauften Erdbeeren und den geringsten Anteil an ausgeschiedenen Produkten. Begründung dafür ist die verkürzte Lagerzeit jener Produkte, die bereits eine verkürzte Haltbarkeit aufweisen. Somit müssen weniger Produkte aussortiert werden, dadurch sind mehr Produkte verfügbar, die verkauft werden können. Im Allgemeinen kann die FEFO Lagerdurchsatzstrategie im Warenverteilzentrum Abfälle erheblich reduzieren, gleichzeitig fällt ein höherer Anteil an Abfällen in der Filiale an.

*Tabelle 1 Auswirkungen der Lagerdurchsatzstrategie und KundInnenpräferenz (basierend auf Leithner und Fikar, 2018)*

| Lagerdurchsatzstrategie |                               | KundInnen-Präferenz |       |        |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------|-------|--------|
|                         |                               | FEFO                | LEFO  | RANDOM |
| FEFO                    | % verkauft <sup>1</sup>       | 90.89               | 88.68 | 89.97  |
|                         | % GW_VZ <sup>2</sup>          | 0.00                | 0.00  | 0.00   |
|                         | % Abfall Filiale <sup>3</sup> | 9.11                | 11.32 | 10.03  |
|                         | ØQualität beim Kauf (Tage)    | 4.26                | 6.02  | 5.14   |
| LEFO                    | % verkauft <sup>1</sup>       | 88.14               | 88.25 | 88.30  |
|                         | % GW_VZ <sup>2</sup>          | 8.49                | 1.66  | 5.66   |
|                         | % Abfall Filiale <sup>3</sup> | 3.38                | 10.09 | 6.03   |
|                         | ØQualität beim Kauf (Tage)    | 6.59                | 7.06  | 6.79   |
| RANDOM                  | % verkauft <sup>1</sup>       | 88.18               | 88.09 | 88.33  |
|                         | % GW_VZ <sup>2</sup>          | 8.59                | 2.41  | 5.56   |
|                         | % Abfall Filiale <sup>3</sup> | 3.23                | 9.51  | 6.11   |
|                         | ØQualität beim Kauf (Tage)    | 6.38                | 6.97  | 6.66   |

<sup>1</sup> % der referenzierten Produkte, die in der Filiale verkauft wurden

<sup>2</sup> % der referenzierten Produkte, die im Verteilzentrum ausgeschieden wurden

<sup>3</sup> % der referenzierten Produkte, die in der Filiale ausgeschieden wurden

Weitere Ergebnisse zeigen, dass die Berücksichtigung qualitätsbezogener Daten entlang der Wertschöpfungskette die Performance an verschiedenen Punkten verbessern kann. Es könnte entschieden werden, welches Produkt ausreichend lange haltbar ist, um zum nächsten Prozessschritt weitergeschickt zu werden oder ob eine anderweitige Verwendung mit kürzeren Prozessschritten sinnvoller wäre. Diese Entscheidungen könnten eine zusätzliche Einkommensquelle darstellen,

Transportkosten reduzieren, Emissionen und Lebensmittelabfälle vermeiden. Nichts destotrotz ist es wichtig, dass auch die KonsumentInnen ihre Kaufentscheidungen mit Bedacht treffen. Da die Entscheidung der KundInnen immer nur die Produkte mit der längsten Haltbarkeit zu wählen, einen erhöhten Anfall an Lebensmittelabfällen bedingt.

### Food Coops

Dieses Entscheidungsunterstützungssystem modelliert verschiedene Strategien zur Belieferung von Food Coops. Food Coops sind in der Regel Vereinigungen von KonsumentInnen und Konsumenten, die eigenständig regionale und vor allem biologische Produkte von landwirtschaftlichen Produktionsbetrieben organisieren und an Mitglieder der Vereinigung vermitteln. Die Beschaffung der Produkte läuft sehr unterschiedlich ab und ist unter anderem von der Mitgliedergröße und der vorhandenen Infrastruktur abhängig. Das Entscheidungsunterstützungssystem vergleicht unterschiedliche Beschaffungsszenarien miteinander, vor allem modelliert es horizontale Kooperationsstrategien. In das Modell sind Qualitätsberechnungen integriert, die die Auswirkungen der Beschaffungsvariante auf die durchschnittlichen Qualitätsverluste zeigen. Zudem können gefahrene Kilometer und die Anzahl der verwendeten Fahrzeuge bestimmt werden. Für die Kooperationszenarien wurde ein Routingverfahren eingebaut, das es ermöglicht Transportdistanzen und somit auch Emissionen zu reduzieren.

Im Softwaredemonstrator werden vier verschiedene Szenarien (siehe Abbildung 11) dargestellt.

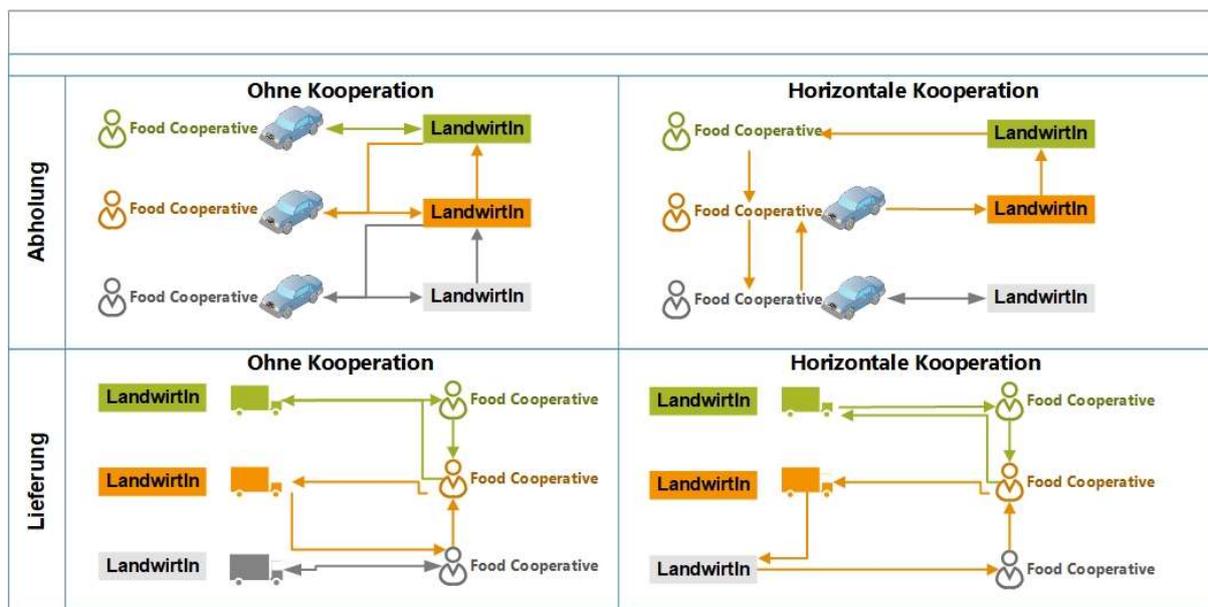


Abbildung 11 Verschiedene Beschaffungsstrategien im Zusammenhang mit Food Coops (basierend auf Fikar und Leithner, 2018)

Basierend auf einer Datenbank werden Agenten (Food Coops, landwirtschaftliche Betriebe, Fahrzeuge und Produkte) konstruiert. Informationen wie Koordinaten, produzierte Produkte, Qualitätsberechnungen, etc. sind für jeden einzelnen Agenten hinterlegt. Kein Agent gleicht dem anderen, dennoch folgen sie bestimmten Verhaltensmustern. Die Simulation modelliert einen Tag an dem eine definierte Anzahl an Bestellungen mit unterschiedlicher Bestellgröße und einem unterschiedlichen Warenkorb abgewickelt werden müssen. Am Ende der Simulation kann abgelesen werden, wie viele Kilometer insgesamt gefahren und wie viele Fahrzeuge gebraucht wurden. Zusätzlich wird der durchschnittliche Qualitätsverlust der Lebensmittel von der Abholung bis zur

Auslieferung gemessen. Dieser Qualitätsverlust ist vor allem bestimmt durch Temperaturen und die Transportzeiten.

#### *Szenario 1: Abholung durch Food Coops einzeln*

Die Food Coops holen die Produkte, die sie benötigen, selbst von den landwirtschaftlichen Betrieben ab.

#### *Szenario 2: Abholung durch Food Coops gemeinsam*

Ein paar Food Coops holen die Produkte, die sie benötigen, gemeinsam von den landwirtschaftlichen Betrieben ab. Ein Routingverfahren im Hintergrund berechnet, welche Food Coops welche Produkte von welchen Betrieben abholen und zu welchen Food Coops welche Produkte gebracht werden.

#### *Szenario 3: Lieferung durch Landwirtinnen und Landwirte einzeln*

Die Betriebe liefern ihre Produkte selbst an die Food Coops, die Produkte der jeweiligen Betriebe bestellt haben.

#### *Szenario 4: Lieferung durch Landwirtinnen und Landwirte gemeinsam*

Ein paar Betriebe holen Produkte anderer Betriebe ab und beliefern die Food Coops. Ein Routingverfahren im Hintergrund berechnet, welche Betriebe welche Produkte von welchen Betrieben abholen und zu welchen Food Coops welche Produkte gebracht werden.

#### *TestSetting Food Coops*

In diesem Setting wurden biologisch wirtschaftende Betriebe aus OÖ, NÖ und Wien als auch Food Coops in dieser Region berücksichtigt. Es wurde angenommen, dass die Food Coops für die Abholung der Produkte normale, ungekühlte PKWs zur Verfügung haben, wobei die Landwirtinnen und Landwirte größere, gekühlte Fahrzeuge für die Auslieferung verwenden. Eine detaillierte Beschreibung der Methode und Ergebnisse wurde in einem wissenschaftlichen Artikel aufbereitet.

*Fikar, C.; Leithner, M. 2018. A decision support system to facilitate collaborative supply of food cooperatives. Technical Report. BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna*

#### *Ergebnisse*

Die Ergebnisse zeigen, dass mehrere Bestellungen verschiedener Food Coops pro Tag eine positive Auswirkung auf die Fahrdistanzen haben. In jedem Setting können Verbesserungen verzeichnet werden, da die Bestellungen zusammengelegt werden können. Anders verhält es sich bei der Bestellgröße. Zu große Bestellungen wirken sich bei den Food Coop Abholungen negativ auf die Fahrdistanzen pro Bestellung aus. Dieses Ergebnis ist auf die Größe bzw. Ladekapazität der verwendeten Fahrzeuge zurückzuführen. Alle Settings zeigen eine Verringerung der Fahrdistanz je näher Food Coop und landwirtschaftliche Betriebe beieinanderliegen. Abbildung 12 zeigt die genannten Auswirkungen der Anzahl der Bestellungen, Bestellgröße und Regionalität auf die Fahrdistanz pro Bestellung.

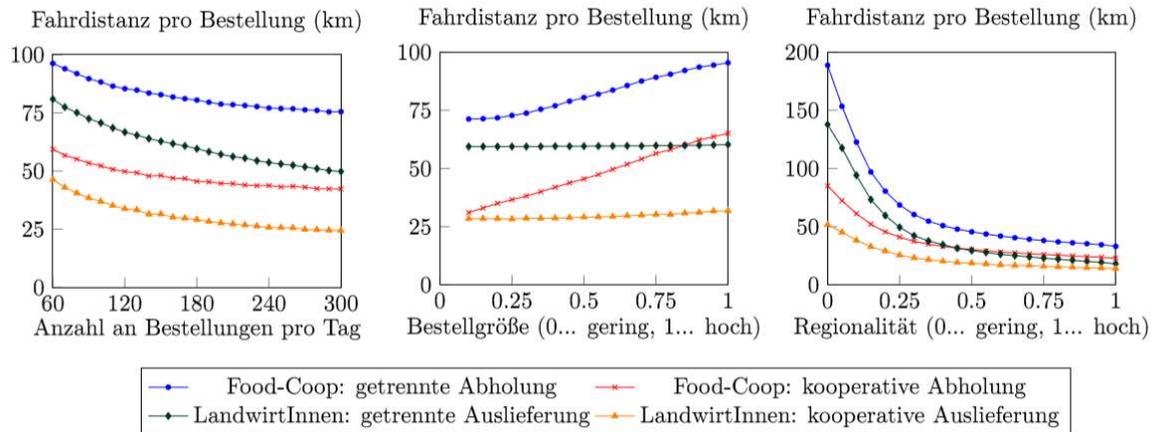


Abbildung 12 Veränderungen der Fahrtdistanzen pro Bestellung (basierend auf Fikar und Leithner, 2018)

Die vorherigen Ergebnisse nehmen an, dass alle Betriebe und Food Coops kooperieren. Da diese Annahme in der Praxis oft weithergeholt scheint, wurde in einem weiteren Setting überprüft, welche Auswirkungen die Anzahl kooperierender Organisationen hat, siehe Abbildung 13. Beginnend mit nicht kooperierenden Food Coops/Betrieben wurden in jedem Schritt weitere kooperierende Food Coops/Betriebe hinzugefügt. Sowohl bei den Food Coops als auch bei den Betrieben können Kooperationen zu Distanzeinsparungen und reduzierten verwendeten Fahrzeugen führen. Nichtsdestotrotz wirken sich Kooperationen aufgrund der verlängerten Fahrzeit und der mehrmaligen Beladungen negativ auf die Qualität der Produkte aus.

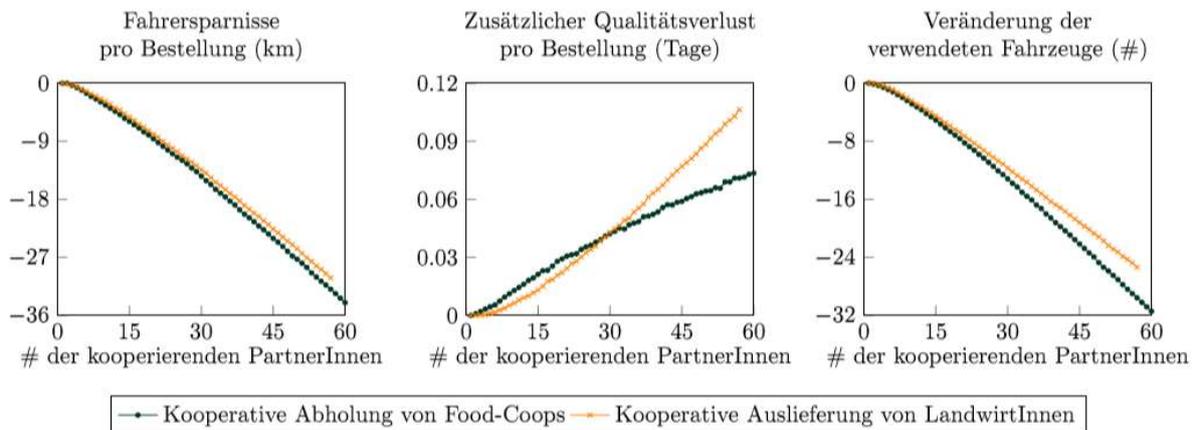


Abbildung 13 Auswirkungen der Anzahl kooperierender Food Coops und Betriebe (basierend auf Fikar und Leithner, 2018)

Die Ergebnisse zeigen, dass horizontale Kooperationen Fahrtdistanzen deutlich reduzieren können, vor allem dann, wenn viele kleine Bestellungen in einem größeren Radius aufgegeben werden.

## IMPRESSUM

---

**Universität für Bodenkultur Wien**  
**Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften**  
Feistmantelstraße 4, A-1180 Wien



**Bio Austria**  
**Verein zur Förderung des biologischen Landbaus**  
Theresianumgasse 11, A-1040 Wien



**Biohof Adamah**  
**Gerhard Zoubek Vertriebs KG**  
Glinzendorf 7, A-2282 Glinzendorf



BioProdukte mit Biographie.

Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter <http://short.boku.ac.at/BioHub4all>.

*Finanziert bzw. gefördert im Rahmen des Programms "Mobilität der Zukunft" durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie*

