

Lineare Programmierung für klimafreundlichere Kantinen

Hande Gagali, M. Sc. Ernährungswissenschaften,
Dr. Cornelia Klug, Prof. Dr. Katja Lotz, PD Dr. Alexandr Parlesak



Hintergrund und Problemstellung

- Unser Ernährungssystem ist für etwa **30 %** der globalen **Treibhausgasemissionen (THGE)** verantwortlich [1].
- Eine **erhebliche Reduktion der THGE** ist in den kommenden Jahren nötig, um das globale Erwärmungsziel von **1,5 °C** nicht zu überschreiten [2].
- Nicht-übertragbare, **chronische Erkrankungen**, deren Inzidenz maßgeblich **durch die Ernährung beeinflusst** wird, sind für **71 %** der **Todesfälle** verantwortlich [3].
- Eine **Verringerung des Anteils an tierischen Lebensmitteln** zur Verringerung der THGE schränkt die Verfügbarkeit von **kritischen Nährstoffen**, wie z.B. Eisen, Kalzium, Vitamine D oder B12, ein.
- Die **Außer-Haus-Verpflegung** (AHV, 12,4 Milliarden Besucher*innen in Deutschland jährlich [4]) bietet großes Potential für die Implementierung innovativer Ansätze, die eine klimafreundliche Ernährung ohne eine eingeschränkte Nährstoffzufuhr ermöglichen.



Zielsetzung

- Das Ziel dieser noch laufenden Studie ist die Untersuchung der Anwendbarkeit einer gleichzeitig Klima- und ernährungsphysiologisch optimierten **Außer-Haus-Verpflegung** mittels **linearer Programmierung (LP)**. Die Anwendbarkeit einer 4-wöchigen Menülinie wird in diesem Pilotprojekt hinsichtlich der Harmonisierbarkeit von **Klimaneutralität, Nährstoffadäquanz, Kostenneutralität und Akzeptanz durch den Kantinenbetreiber und die Kantinenbesucher** beurteilt.

Tabelle: Beispielhafte Zusammenstellung der THGE und der kritischen Nährstoffe eines üblichen Kantinengerichts, eines mit LP optimierten Gerichts und einer nicht-ernährungsoptimierten, klimafreundlichen Mahlzeit

	Referenzgericht	Optimiert mit linearer Programmierung	„klimafreundliches“ Rezept, nicht nährstoffoptimiert
Rezeptbeispiel	Schweineschnitzel mit Gemüse, Pommes und Bratensoße 	Bandnudeln mit Waldpilz-Sardellen-Soße & Salat 	Afrikanischer Erdnuss Eintopf 
Liste relevanter Zutaten	TK-Schweineschnitzel, Butterschmalz, Möhren, Broccoli, Blumenkohl, Butter, TK-Pommes, Frittieröl, Kalbfleisch-Bratensoße	Bandnudeln, Waldpilze, Zwiebeln, Tomatenmark, Milch, Sonnenblumenöl, Feldsalat, Sardellen, Essig, Jodsalz	Couscous, Zwiebeln, Paprikaschoten, Möhren, Weißkohl, Rapsöl, Tomaten, Knollensellerie, Erdnussbutter, Kidneybohnen, Zuckermais, Mangosaft
THGE (CO₂eq, g/kg)	1925	471	355
Kritische Nährstoffe			
Vitamin B12	114 %	128%	0 %
Vitamin D	9 %	100%	1 %
Calcium	30 %	82%	79 %
Jod	117 %	118%	55 %

Ergebnisse

- Bei einem eng beschränkten Menüprofil mit wenigen Rezepten ist LP nicht praktikabel, um eine ausreichende Ähnlichkeit mit bestehenden Menüplänen zu erarbeiten.
- Die Klima-optimierten Rezepte ($\leq 471 \text{ g CO}_2\text{eq}$) mit vollständiger Nährstoffdeckung wurden von den Kantinenbetreibern wegen mangelnder Kundenakzeptanz als impraktikabel zurückgewiesen.
- Als praktikabler erwiesen sich etablierte Rezepte, die von vornherein die Verwendung von klimabelastenden Lebensmitteln (rotes Fleisch, Käse, Treibhausprodukte) einschränken. Diese weisen jedoch keine adäquate Nährstoffdeckung auf.

Ausblick

Der deterministische Ansatz der linearen Optimierung bietet zwar ein **großes Potential**, um Menüpläne hinsichtlich diverser Parameter zu optimieren, scheint aber nur im Rahmen umfangreicher Lebensmittellisten und langfristiger Menüpläne wirkungsvoll anwendbar zu sein [5]. **Nicht-deterministische Ansätze** wie neurale Netzwerke, MCMC- und andere Machine Learning-Methoden könnten einen **wichtigen Lösungsansatz** für die oben genannten Problematiken darstellen. Weitere **Forschung und Entwicklung sind nötig**, um auf Grundlage der Vorgaben innovative Tools der künstlichen Intelligenz zu entwickeln, die das Angebot der AHV hinsichtlich Gesundheitsförderung, Klimafreundlichkeit, Verbraucherakzeptanz optimieren können.

Kooperative Partner



Quellen

1. Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie e.V. (BVE) (2020): Jahresbericht 2019/20. Taten statt Worte.
2. Crippa, M.; et al. (2021): Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. Nat Food 2 (3), S. 198–209.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
4. World Health Organization (WHO) (2021): Noncommunicable diseases. Online verfügbar unter <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>, zuletzt geprüft am 19.07.2022.
5. Eustachio Colombo P, Patterson E, Lindroos AK, Parlesak A, Eilinder LS. Sustainable and acceptable school meals through optimization analysis: an intervention study. Nutr J. 2020 Jun 24;19(1):61.



Gefördert durch das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Rahmen der Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie Baden-Württemberg

Kontakt

Duale Hochschule Baden-Württemberg

Bildungscampus 4, 74076 Heilbronn
hande.gagali@heilbronn.dhbw.de
alexandr.parlesak@heilbronn.dhbw.de