



**Back to the Roots – Bewertung und Vergleich der
Nachhaltigkeit von Nahrungsmitteln im
Lebensmitteleinzelhandel**

**Abschlussbericht für die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt**

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Ilmenau, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	Förderkennzeichen: 33981/01
Vorhabenbezeichnung:	Back to the Roots – Bewertung und Vergleich der Nachhaltigkeit von Nahrungsmitteln im Lebensmitteleinzelhandel
Laufzeit des Vorhabens:	01.05.2018 bis 30.04.2021, kostenneutral verlängert bis 30.09.21
Verfasser	Kristin Bohn, Michael Amberg, Patrick Mäder, Frank Forner, Toni Meier

Ilmenau, den 04.05.2022

Inhaltsverzeichnis

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	4
Zusammenfassung	5
1. Einführung und Motivation	7
2. Methodik, Vorgehensweise und Projektablauf	7
2.1. Bestimmung der prozentualen Anteile der Zutaten	7
2.2. Umweltbewertung	9
2.3. Gesundheitsbewertung	11
2.4. Quantitative Evaluierung der Methoden	13
2.5. Qualitative Evaluierung der Methoden	13
2.6. Entwicklung Verlässlichkeitsindizes für Bewertungen	14
2.7. Datenbankentwicklung	16
2.8. Nutzer_innenstudie	16
2.9. Prototypische Umsetzung	16
2.10. Wissenschaftlicher Beirat	18
3. Projektergebnisse	19
3.1. Quantitative Evaluierung der Methoden	19
3.2. Qualitative Evaluierung der Methoden	20
3.3. Verlässlichkeitsindizes	20
3.4. Umweltbewertung	21
3.5. Gesundheitsbewertung	23
3.6. Mini-Nutzer_innenstudie	26
3.7. Nutzer_innenstudie	26
3.8. Entwicklung des Prototypen	27
3.9. Release	30
3.10. Verwertung des Projekts	30
4. Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen und Vorträge	30
4.1. Homepage	30
4.2. Betreuung Abschlussarbeiten	31
4.3. Wissenschaftliche Veröffentlichungen	32
4.4. Vorträge in der breiten Öffentlichkeit	33
5. Fazit und Ausblick	33
Literaturverzeichnis	34

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 1: Nährstoffe, welche in die Berechnung des nutriRECIPE-Index einfließen	12
Tab. 2: Auswertung der geschlechterspezifischen Differenzen der Gesundheitsbewertung	25
Abb. 1: Darstellung unseres methodischen Ansatzes	8
Abb. 2: Systemgrenzen, Datenquellen und berücksichtigte Umweltindikatoren im Projekt	10
Abb. 3: Überblick über die Lebensmittelgruppen des Testdatensatz in Bezug auf Zutatenanzahl	14
Abb. 4: Schwankungsmöglichkeiten der Zutaten eines Produkts innerhalb der Bedingungen des Gleichungssystems	15
Abb. 5: Histogramm über die ermittelten Gesundheitsindizes eines Produkts mit Mittelwert und Schwankung	15
Abb. 6: Foto vom Beiratstreffen am 13.3.2019	18
Abb. 7: Prozentualer Anteil der Produkte, für die eine sehr gute Lösung der Zutatenzusammensetzung ermittelbar war	19
Abb. 8: Zusammenhang der berechneten Anteile der Zutaten mit den von den Hersteller_innen angegebenen.	20
Abb. 9: Histogramm des Verlässlichkeitsindex der Gesundheitsbewertung	21
Abb. 10: Gesamtumweltbewertung gegenüber der Gesamtgesundheitsbewertung der Lebensmittelkategorien	22
Abb. 11: Vergleich nutriRECIPE-Index mit dem Nutri-Score	24
Abb. 12: Ergebnis der Mininutzer_innenstudie	26
Abb. 13. Neuer Gestaltungsentwurf mit Verlässlichkeitsindizes und weiteren Details der Umweltbewertung	28
Abb. 14: Logo für Ecoviant	30
Abb. 15: Screenshot des Ecoviant Videos	31

Zusammenfassung

Gegenwärtig ist es nahezu unmöglich die vielfältigen Nachhaltigkeitsleistungen von Lebensmitteln einzusehen oder zu vergleichen, da Informationen über die gesamte Prozesskette nicht umfangreich verfügbar sind. Um das steigende Informationsinteresse der Konsumierenden zu bedienen und damit einen verantwortungsvollen Konsum (Ziel 12 der *Sustainable Development Goals*, UN 2016) von Lebensmitteln zu ermöglichen, sollten entsprechende Informationen in einer übersichtlichen Form am *point of sale* für die Verbraucher_innen verfügbar sein.

Vor diesem Hintergrund entwickelten wir im Projekt einen Bewertungsansatz und darauf aufbauend eine mobile App, welche eine produktspezifische Ausweisung von Nachhaltigkeitsinformationen (Fokus: Umwelt + Gesundheit) beim Einkauf ermöglicht.

Hierzu analysierten wir Lebensmittel basierend auf ihrer Zutatenliste und ihren Nährwertangaben und schätzten mittels Optimierungsverfahren ihre prozentuale Zusammensetzung ab. Die quantitative Auswertung eines Testdatensatzes ergab, dass so von 1804 Produkten in verschiedenen Lebensmittelkategorien 1507 auf Basis des entwickelten Optimierungsverfahrens automatisiert bewertet werden können. Mittels der im Projekt erarbeiteten Verknüpfungen von Zutaten zu ihren lebensmittelspezifischen Umwelt- und Nährwertdaten, erfolgt im nächsten Schritt die Bewertung der Produkte. Während im Rahmen der Gesundheitsbewertung der nutriRECIPE-Index zum Einsatz kommt, basiert die Umweltbewertung auf der ISO-Norm 14040/44 zu Ökobilanzen sowie dem europäischen PEF-Standard (Product Environmental Footprint). Die Umweltbewertung bezieht hierbei die Landwirtschaft inklusive der landwirtschaftlichen Vorkette, Verarbeitungsprozesse, den Transport und Handel mit ein. Die Verpackung wird derzeit noch halbautomatisiert erarbeitet, da die Zuordnungen noch nicht vollständig verknüpft werden konnten. Zudem entwickelten wir einen Ansatz um die Unsicherheiten der Bewertungen mittels Samplingverfahren zu berechnen und in der App zu visualisieren.

Um die vielschichtigen Daten übersichtlich der Nutzer_in anzuzeigen, entwickelten wir einen Prototypen für eine mobile App mit einem UX-orientierten User Interface Design: Ecoviant. Die App Ecoviant ist bereits für Testnutzer_innen verfügbar. Ein Beta-Release ist innerhalb der nächsten Wochen geplant.

Um die Produktvielfalt zu erweitern, haben wir zusätzlich Rohprodukte in die App aufgenommen, so dass z.B. verschiedenen Herkünfte oder unterschiedliche Anbauverfahren (konventionell/bio) unterschieden werden können.

Im Gesamtfazit lässt sich feststellen, dass der im Rahmen des Projekts entwickelte Bewertungsansatz bei einem Großteil der angebotenen Lebensmittel (insbes. Convenience-Lebensmittel) solide Ergebnisse generiert, die hinsichtlich der ökologischen und gesundheitlichen Detailbewertungen über bisherige Ansätze hinausgehen. Da die verwendeten Grunddaten (insbesondere Zutatenlisten, Big7-Angaben, Artikelanhangstexte) in Abhängigkeit von der Lebensmittelkategorie eine gewisse Heterogenität in Struktur und Sprache aufweisen und zudem, sich Kennzeichnungspraktiken in unregelmäßigen Abständen ändern (bedingt durch aktualisierte rechtliche Vorgaben), bedarf auch unser Ansatz eine kontinuierliche händische Wartung und Nachjustierung. Eine komplett

automatisierte Bewertung der komplexen Nachhaltigkeitsdimensionen von Lebensmitteln scheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht denkbar.

1. Einführung und Motivation

Gegenwärtig ist es nahezu unmöglich Lebensmittel hinsichtlich ihrer vielfältigen Nachhaltigkeitsleistungen zu vergleichen, da Informationen über die gesamte Prozesskette nicht umfänglich einsehbar sind. Um das steigende Informationsinteresse der Konsumierenden und damit einen verantwortungsvollen Konsum (Ziel 12 der *Sustainable Development Goals*, UN 2016) von Lebensmitteln zu ermöglichen, müssten relevante Informationen über Lebensmittel in einer übersichtlichen Form am *point of sale* für die Verbraucher_innen verfügbar gemacht werden.

Die Verantwortung der Konsumierenden birgt sowohl persönliche (z.B. die eigene Gesundheit), gesellschaftliche (z.B. die Arbeitsbedingungen während der Produktion) als auch umweltrelevante Aspekte (z.B. Einsatz von Pflanzenschutzmitteln). Mit einer gesunden, ausgewogenen und verantwortungsvollen Ernährung können in Abhängigkeit des Indikators Umweltentlastungspotentiale von 10–25% erreicht werden (Meier & Christen 2012, Weingarten et al. 2016, Willet et al. 2019). Konsumierende können zwar Lebensmittel hinsichtlich ihrer CO₂-Emissionen richtig von niedrig zu hoch einschätzen, jedoch nicht die tatsächliche Höhe abschätzen (Shi et al. 2018).

Um diesbezüglich die Verbraucher_innen besser zu unterstützen, war unser Ziel, eine IT-gestützte Entscheidungshilfe zu entwickeln, die im Lebensmitteleinzelhandel oder auch zu Hause, die Vergleichbarkeit von Produkten ermöglicht. Hierfür haben wir lebensmittel-spezifische Nachhaltigkeitsinformationen zusammengeführt, einen Algorithmus entwickelt um auch zusammengesetzte Produkte aus dem Lebensmitteleinzelhandel bewerten zu können und unsere Bewertungen transparent in einer App aufbereitet, um so die Verbraucher_innen über die Auswirkungen ihres Lebensmittelkonsums zu informieren und ein umweltfreundlicheres Verhalten zu ermöglichen.

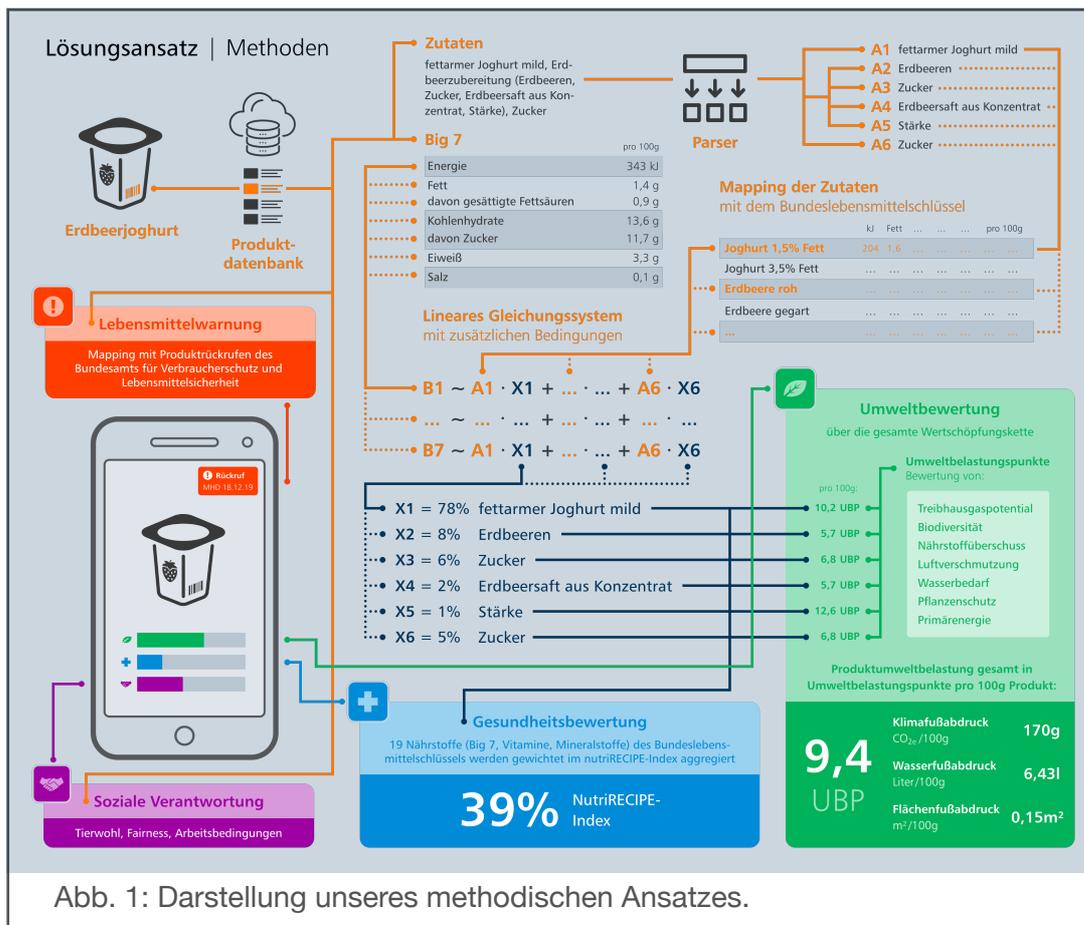
2. Methodik, Vorgehensweise und Projektablauf

Unser entwickelter Lösungsansatz ist in Abbildung 1 aufgezeigt. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden beschrieben.

2.1. Bestimmung der prozentualen Anteile der Zutaten

Der Berechnung der prozentualen Zutatenanteile einer Zutatenliste geht das Zerlegen der Zutatenliste (ein String) in ihre Einzelzutaten (mehrere Strings) mittels eines Parsingprozesses (ANTLR Parsers) voraus. Folgende Schritte wurden umgesetzt:

- Definition einer Grammatik der zu parsenden Zutatenlisten
- Berücksichtigung der Heterogenität, Spezifizierungen und Tippfehler durch zusätzliche Grammatikregeln; Ergebnis: derzeit 96 Regeln nötig, um eine korrekte Erkennung zu ermöglichen -> hierzu können händische Anpassungen an der Zutatenliste nötig sein
- Entwicklung eines geeigneten Datenschemas für die Ablage der Zutatenlisten als hierarchische Strukturen mit mehreren Zusatzinformationen je Zutat (Prozentangabe, Spezifizierungen, Bio/Nicht-Bio)



- Übertragung/Übersetzung der Parser-Ergebnisse (Baumstruktur) in das Datenschema für weitere Berechnungen

Jede Zutat wird anschließend mit einem Eintrag aus einer Lebensmitteldatenbank (Einträge aus dem Bundeslebensmittelschlüssel und Erweiterungen unsererseits) gemappt, um ernährungsphysiologische Kennzahlen der Zutaten zu erhalten.

- Hierfür benutzen wir String-matching Algorithmen, die automatisiert die Ähnlichkeit von Wörtern berechnen, und den Eintrag mit der größten Übereinstimmung (ähnlich zu Lamarin et al. 2018) wählen
- Händische Überprüfung der gemappten Begriffen nötig, eventuell Korrektur -> Aufbau eines Wörterbuchs

Im folgenden wenden wir ein Optimierungsverfahren an, um die Anteile der einzelnen Zutaten abzuschätzen.

- Aufbau Gleichungssystem: Jeder Produktnährwert (z.B. cKal) setzt sich aus den Nährwerten der Zutaten ($a_1 \dots a_n$) in ihren Anteilen ($x_1 \dots x_n$) zusammen, so dass $kCal = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + \dots + a_n \cdot x_n$
- Ähnliche Verfahren wurden vor allem zur Optimierung von Rezepten benutzt (van Doren 2018).
- Zusätzliches Wissen über constraints einbeziehen: Reihenfolge der Zutaten nach ihrer Dominanz, Summe aller Anteile = 100%

- Ausgleich schwankender Wassergehalte (z.B. Tomatenmark mehrfach konz.) durch die zusätzliche Zutat Wasser, welche nicht zur Nährwertversorgung beiträgt
- Lösung des Gleichungssystems mit Nebenbedingungen mittels mathematischer Algorithmen: Bestimmung kleinster Fehlerquadrate (limSolve Paket R - Soertard et al. 2009)
- Gütekriterium: Wir überprüfen die relativen Abweichungen der Produktnährwerte laut Verpackung mit den sich ergebenden anhand der Zutatenanteile (erlaubte Abweichungen laut Verordnung 1169/2011 der Europäischen Kommission 2012)

2.2. Umweltbewertung

Bilanziert wurden die Lebensmittel mit dem Instrument susDISH, welches im Rahmen des Projekts von susDISH-Gastro zu susDISH-LEH weiterentwickelt wurde. Das Akronym susDISH steht für „sustainable dish“ und bedeutet nachhaltige Rezeptur/nachhaltiges Angebot.

Im zweiten Projektjahr fand eine umfassende Erweiterung des Datenumfangs in susDISH auf Basis diverser generierter Life Cycle Inventory (LCI) Daten mittels SimaPro (Version 8.5) und OpenLCA statt. Zudem speist sich der Umfang der susDISH-Datenbank aus zahlreichen peer-reviewten Fachpublikationen im Themenfeld „Food Life Cycle Assessment (LCA)“. Einen Überblick über verwendete Datenquellen, die Systemgrenzen und den Prozessflow gibt Abbildung 2.

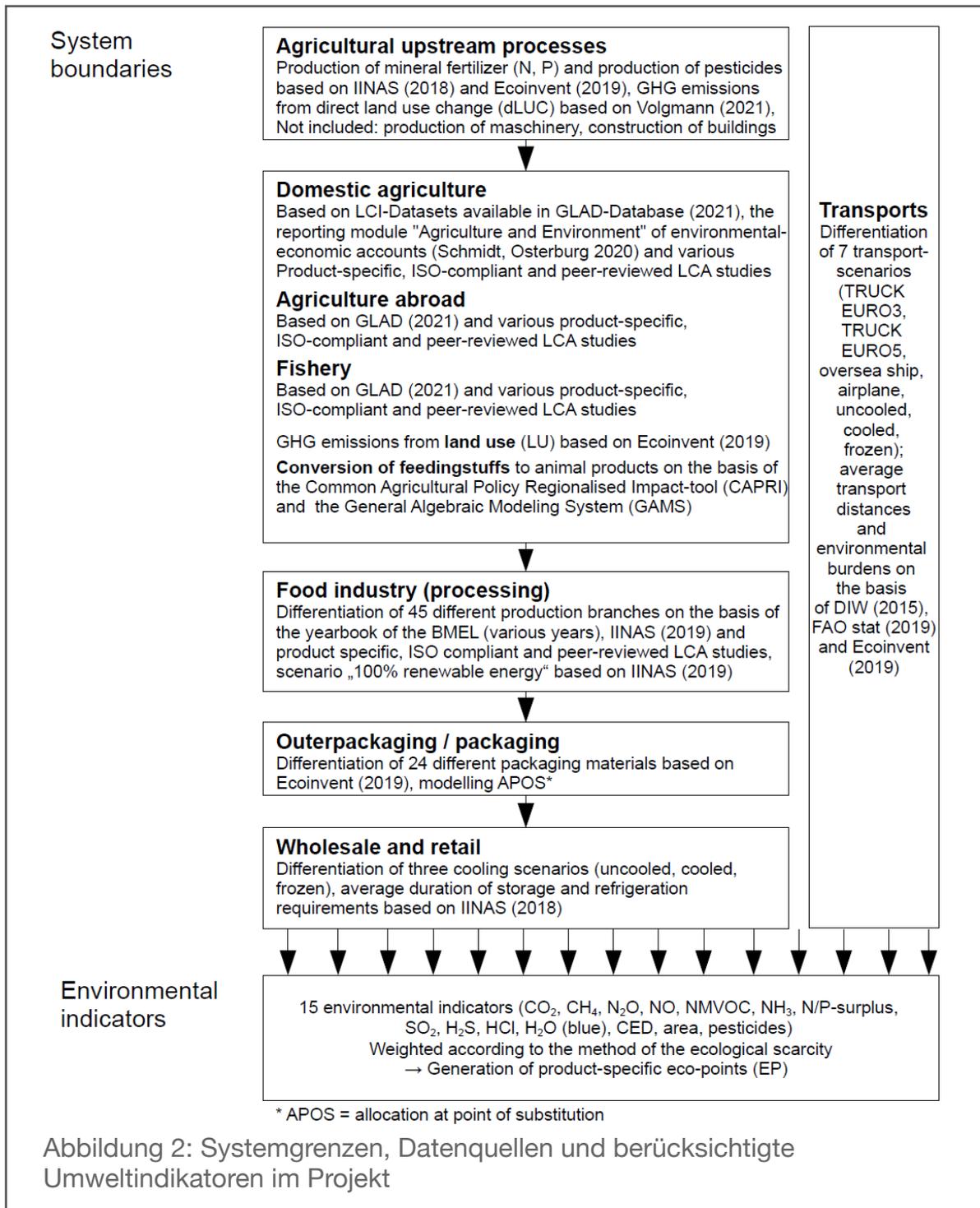
Ökologische Bewertung

Dem Bilanzierungsinstrument susDISH liegt zur ökologischen Bewertung von Lebensmitteln die DIN/ISO-Norm 14040/44 (2006) zu Ökobilanzen zugrunde. Betrachtete Umweltindikatoren wurden in Orientierung am PEF-Standard (Product Environmental Footprint) ausgewählt und in der Ökobilanzierung berücksichtigt (Zampori & Pant 2019).

In der Summe werden in susDISH 15 Umweltindikatoren ausgewertet (Meier et al. 2018, 2021). Da jedoch pro Lebensmittel nicht 15 verschiedene Umweltindikatoren praxistauglich und anwenderfreundlich kommuniziert werden können, nimmt susDISH eine Aggregation und Gewichtung der Indikatoren vor. Das macht eine gewichtete Aufsummierung der einzelnen Umwelteffekte in einem Wert möglich. Dabei wird auf die etablierte Methode der ökologischen Knappheit (Frischknecht et al. 2013) zurückgegriffen. Zudem erfolgt in susDISH eine gesonderte Auswertung des Treibhausgas-, Wasser- und Flächenfußabdrucks der gescannten Lebensmittel.

Treibhausgasfußabdruck (Carbon Footprint)

Die Bilanzierung des Treibhausgasfußabdrucks erfolgt in susDISH auf Basis der ISO-Norm 14067 (2013) sowie IPCC (2013). Hierbei werden Emissionen aus Landnutzung (land use, LU) und direktem Landnutzungswandel (direct land use change, dLUC) dezidiert ausgewiesen. Die Berechnung von dLUC-Emissionen erfolgt PAS-2050 konform auf Basis von Volkmann (2021).



Wasserfußabdruck (Water Footprint)

Die Bilanzierung des Wasserfußabdrucks basiert auf Mekonnen und Hoekstra (2011) und orientiert sich an der ISO-Norm 14046 (2014). Demnach wird lediglich blaues Wasser bilanziert. Darunter ist Wasser zu verstehen, das über Kanäle und Rohrleitungen zum Tränken der Tiere, für Bewässerung in Gewächshäusern, zur Reinigung im Ernährungsgewerbe oder zum Kochen etc. verwendet wird. Grünes Wasser (direkte Niederschläge) und graues Wasser (Abwasser) bleiben in der Methode unberücksichtigt.

Flächenfußabdruck (land footprint)

Die Bilanzierung des Flächenfußabdrucks basiert auf statistisch erfassten Erntemengen (t/ha), die in entsprechende Flächenfaktoren (m^2/kg) umgerechnet wurden. Dabei werden verschiedene Flächentypen unterschieden (Ackerfläche konventionell/bio, Grünland konv./bio, Dauerkultur konv./bio, Forstfläche). Weitere Details zur Flächenbilanzierung finden sich in Meier et al. (2014).

Konventionelle und biologische Landwirtschaft, Systemgrenzen, funktionelle Einheit

Eine Differenzierung zwischen konventionellem und ökologischem Landbau (und entsprechenden Lebensmitteln und Rezepturen) ist bei den Indikatoren CO_2 -Emissionen, N-Eintrag, P-Eintrag, Pflanzenschutzmittel-Einsatz, Primärenergieverbrauch und beim Flächenbedarf möglich. Aus ökobilanzieller Sicht ist der Hinweis wichtig, dass die untersuchte Prozesskette bei allen Produkten „von der Wiege bis zum Verkauf“ (cradle-to-store) analysiert wurde. Somit wurde der Lebensweg der untersuchten Nahrungsmittel bis zum Verkauf im Supermarkt betrachtet. Umweltfolgen aus der Überfischung der Meere werden im susDISH-Modell nicht berücksichtigt. Die funktionelle Einheit bezieht sich in susDISH-LEH auf 100 Gramm Lebensmittel.

2.3. Gesundheitsbewertung

Die Gesundheitsbewertung erfolgt mittels des nutriRECIPE-Indexes, der eine Kennzahl für die Nährstoffdichte darstellt. Die Zielstellung des nutriRECIPE-Indexes ist die Bewertung einzelner Lebensmittel, und zwar hinsichtlich Makro- und Mikronährstoffen sowie bioaktiver Pflanzenstoffen. Dabei ist der Ansatz von nutriRECIPE nährstoffbasiert. Bei der Auswahl der berücksichtigten Komponenten/ Nährstoffe wurden Public-Health-Aspekte sowie die Datenverfügbarkeit beachtet. Tabelle 1 bietet eine Übersicht über die 19 Nährstoffe und 5 Gruppen bioaktiver Pflanzenstoffe, die aktuell als nutriRECIPE-Einzelscores in den nutriRECIPE-Index eingehen. Bei den Zielgrößen unterscheidet der nutriRECIPE-Index zwischen Moderation- und Adequacy-Komponenten, also Komponenten mit einem Minimal- und Maximalzielwert. Dabei definieren die D-A-CH-Referenzwerte (GGE 2018 sowie DGE 2013) die Skalenendpunkte. Die Zielgröße für Protein wurde dabei leicht modifiziert, welche - in Anlehnung an neuere Studien - die optimale Zufuhr für Protein mit 1,2 g/kg Körpergewicht bewerten (Humayun et al, 2007; Tang et al, 2014; Rafii et al, 2015; Rafii et al, 2016). Für den Zuckergehalt wurden Empfehlungen der World Health Organisation übernommen (WHO 2015), welche zugleich denjenigen des Konsensuspapiers der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) zum Zuckerkonsum (Ernst et al. 2018) entsprechen.

Der nutriRECIPE-Index orientiert sich am Konzept des abnehmenden Grenznutzens aus der Ökonomie und dem logarithmischen Zusammenhang von Bernoullie (Laux et al. 2009). Der Erfüllungsgrad wird dabei nicht absolut gesehen, sondern zum Energiegehalt des Lebensmittels in Bezug gesetzt, so dass im Ergebnis die Nährstoffdichte bewertet wird.

Erwünschte Nährstoffe folgen der Funktion $f(x) = \ln(x)+1$ und unerwünschte Nährstoffe der Funktion $f(x) = -\ln(x)$. Wenn die Nährstoffdichte ausreichend hoch ist, um mit dem Lebensmittel den Tagesbedarf zu decken, liefert die Funktion den Wert „1“. Bei einer Nährstoffdichte von einem Drittel gibt es bereits den Punktwert „0“, wobei dies den Minimalwert für erwünschte Nährstoffe darstellt. Erreicht die Nährstoffdichte für einen spezifischen Nährstoff das Dreifache, so dass mit einem Drittel der Energiemenge bereits der Tagesbedarf gedeckt ist, gibt die Funktion den Wert „2,1“ zurück, welches gleichzeitig der ungewichtete Maximalwert für erwünschte Nährstoffe ist. Die Berechnung der unerwünschten Nährstoffe ist ähnlich: Bei Nichtüberschreitung der maximal empfohlenen Verzehrsmenge pro Tag gibt es „0“ Punkte oder maximal einen Bonuspunkt bei Unterschreitung. Die Überschreitung der empfohlenen Tagesmenge führt zu Maluspunkten, wobei der ungewichtete Minimalwert „-2,1“ ist.

Der nutriRECIPE-Index verwendet eine moderate Gewichtung in Anlehnung an eine bereits etablierte Methode, dem Prinzip der ökologischen Knappheit aus der Umweltwissenschaft (Frischknecht et al. 2013). Hierbei findet die Gewichtung der Nährstoffe hinsichtlich des Versorgungsgrades innerhalb der Bevölkerung Deutschlands für diesen Nährstoff statt. Gleichzeitig beeinflusst der Versorgungsgrad auch die maximale Bonuspunktzahl, indem der ungewichtete Maximalwert von „2,1“ respektive Minimalwert von „-2,1“ mit dem entsprechenden Gewichtungsfaktor für den jeweiligen Nährstoff multipliziert wird.

Die Summe der einzelnen Nährstoffscores ergibt den nutriRECIPE-Index. Je höher der Wert ist, desto mehr Nährstoffe sind in einem ausgewogenen Verhältnis im Gericht enthalten. Angesichts der Gewichtungen wäre bei einer Erfüllung zu 100 % des jeweiligen Zielwerts ein kumulierter optimaler Gesamtwert von 22,27 möglich, der als 100 % angenommen wird. Rein rechnerisch ist es auch möglich, dass ein Lebensmittel (z.B. bei Übererfüllung der Nährstoffreferenzwerte) einen größeren nutriRECIPE-Indexwert aufweist.

Die aufgebaute Nährstoffdatenbank, welche die Grundlage für alle Berechnungen bildet, speist sich wiederum aus diversen Lebensmitteldatenbanken (BLS, SR-USDA, CIQUAL) und Einzelstudien. Die Datenbank wurde im Rahmen des Projekts kontinuierlich weiterentwickelt und um den bereits erwähnten Aspekt der bioaktiven Pflanzenstoffe ergänzt.

Erwünschte Nährstoffe	Unerwünschte Nährstoffe
Protein	Salz
Ballaststoffe	Zucker
Einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren	Gesättigte Fettsäuren
Vitamin B1, B2, B6, B12	
Vitamin C, D, E	
Folsäure	
Calcium und Magnesium	
Eisen und Zink	
Iod	

Tab. 1: Nährstoffe, welche in die Berechnung des nutriRECIPE-Index einfließen

Geschlechtsspezifische Unterschiede

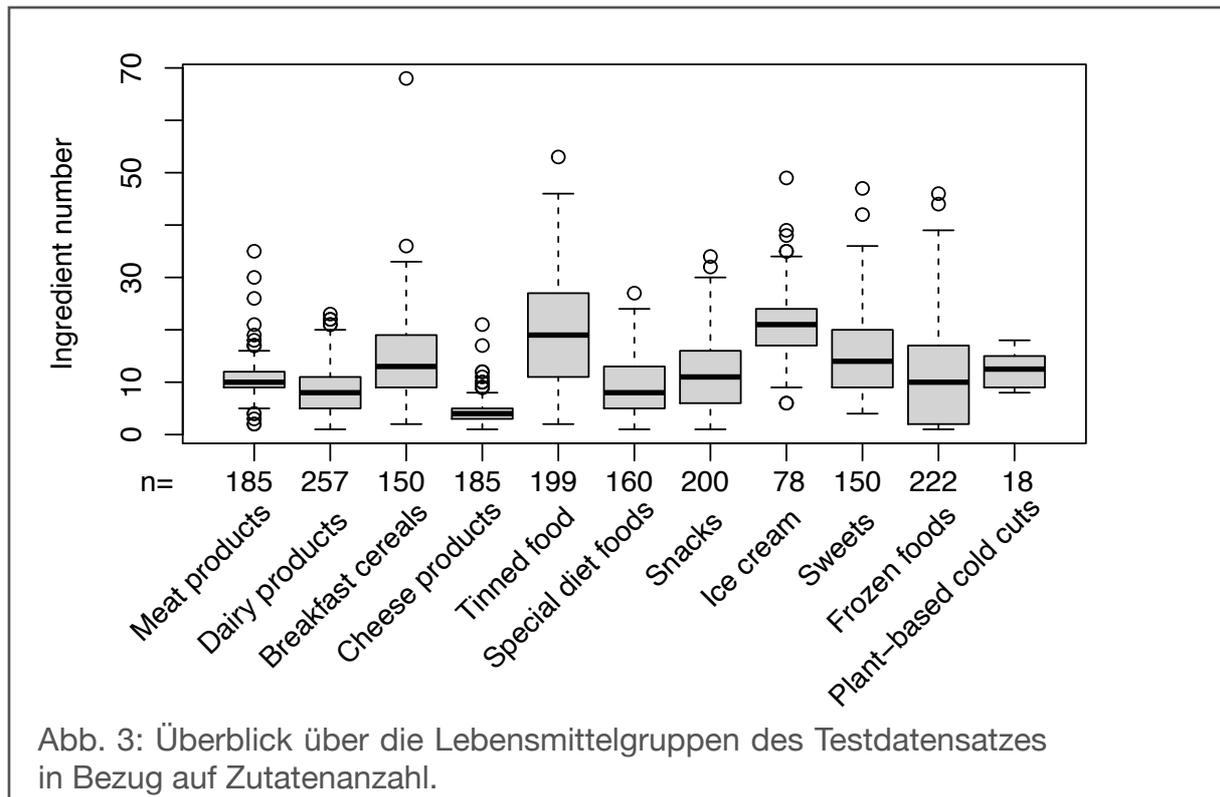
Im B2C-Bereich ist die Personalisierbarkeit der Empfehlungen ein wichtiges Kriterium für viele App-Nutzer_innen. Für die empfohlene Energiezufuhr und viele der erwünschten Nährstoffe existieren geschlechtsspezifische Referenzwerte der DGE. In Kombination mit der ebenfalls geschlechtsspezifischen Ernährungserhebung der NVS (Nationale Verzehrsstudie) II bzw. den Biomarkermessungen der aktuelleren DEGS-Studie des RKIs ergeben sich nun sehr viel individuellere Empfehlungen für die App-Nutzer_innen. Mit den aktuelleren Daten für die tägliche Salzaufnahme aus der DEGS-Studie wird Salz bei zu hohem Gehalt nun noch stärker abgewertet. Außerdem war in der NVS II bei der geschätzten täglichen Iodzufuhr kein Iodsalz berücksichtigt, weshalb der Gewichtungsfaktor von Iod im nutriRECIPE-Index bisher überschätzt war. Die Messung der Iodausscheidung im Urin im Rahmen der DEGS-Studie erlaubt eine deutlich präzisere Einschätzung der tatsächlichen Iodzufuhr. Zusammen mit den geschlechtsspezifischen Empfehlungen für die Iodzufuhr ergeben sich besser ausbalancierte nutriRECIPE-Werte für scheinbar gleiche Produkte, wie z.B. Leberwurst mit Iodsalz im Vergleich zur Leberwurst mit normalem Speisesalz. Eine weitere Anpassung gab es beim Zielwert für Vitamin D. Die von der DGE seit 2016 empfohlenen 20 µg unterstellen eine unzureichende Synthese in der Haut, und es ist allgemein anerkannt, dass diese Menge ohne Supplementierung mit Nahrungsergänzungsmitteln nicht zu erreichen ist (Taschenatlas Ernährung, 8. Auflage, Thieme Verlag). Deshalb liegt der Zielwert im nutriRECIPE-Index nun wieder bei den zuvor von der DGE empfohlenen 5 µg, mit der Folge, dass Lebensmittel mit geringem bis mittlerem natürlichen Vitamin-D-Gehalt (Milchprodukte) diesbezüglich differenziert bewertet werden können. Weitere Nährstoffe, für die geschlechtsspezifische DGE-Referenzwerte verwendet werden, sind: Thiamin (Vitamin B1), Riboflavin (Vitamin B2), Pyridoxin (Vitamin B6), Vitamin C, Magnesium, Eisen und Zink. In der allgemein gültigen Variante des nutriRECIPE-Indexes wird für die Zufuhrschätzungen der Mittelwert von Frauen und Männern verwendet und bei den DGE-Referenzwerten der jeweils höhere Wert.

2.4. Quantitative Evaluierung der Methoden

Die Evaluierung unseres Ansatzes erfolgte anhand eines Testdatensatzes mit 1804 Lebensmitteln (Übersicht siehe Abb. 3), der über Abschlussarbeiten an der MLU Halle-Wittenberg aufgebaut wurde. Im Rahmen der Abschlussarbeiten haben Studierende als Testeinkäufer_innen alle relevanten Informationen der Lebensmittel erfasst und die Zutatenlisten in eine konsistente Form gebracht. So konnten wir auswerten, wie gut der Parser Zutatenlisten in einzelne Strings zerlegen kann. Zur Evaluierung der berechneten Zutatenzusammensetzung prüfen wir jeweils, in wie fern die resultierenden Nährwerte innerhalb der erlaubten Grenzen liegen (EU-Kommission 2012).

2.5. Qualitative Evaluierung der Methoden

Aus der Zusammenarbeit mit der DataNatuRe e.G. erwuchs im dritten Projektjahr die Möglichkeit, unser Optimierungsverfahren qualitativ zu evaluieren und zu validieren. Ziel der



qualitativen Evaluierung war es, die von uns berechneten Produktzusammensetzungen anhand Hersteller_innendaten zu überprüfen. Ein weiteres Ziel war, die von uns berechneten Bewertungen mit den Ökobilanzdaten anhand der Hersteller_inneninformationen (spezifische Daten zu Herkunft, Anbaumethoden) zu vergleichen.

Hierzu haben wir über die Produktstammdatenbank der DataNatuRe e.G. Kontakt zu Hersteller_innen aufgenommen. Drei haben daraufhin einer Kooperation mit uns zugesagt, und uns Rezepturdaten und weitere Produktdaten zur Herstellung zur Verfügung gestellt. Im Gegenzug ließen wir den Hersteller_innen die Ökopprofile ihrer Produkte zukommen.

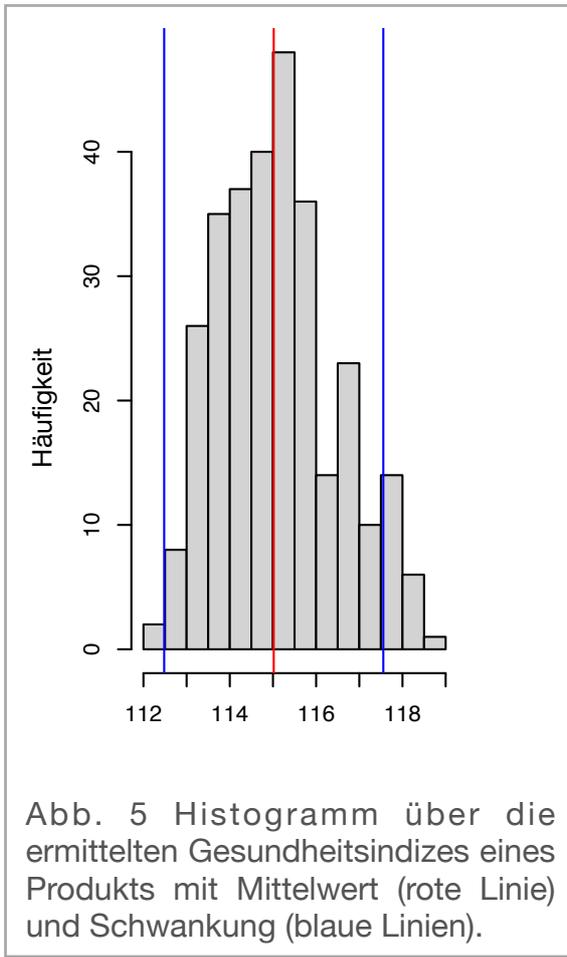
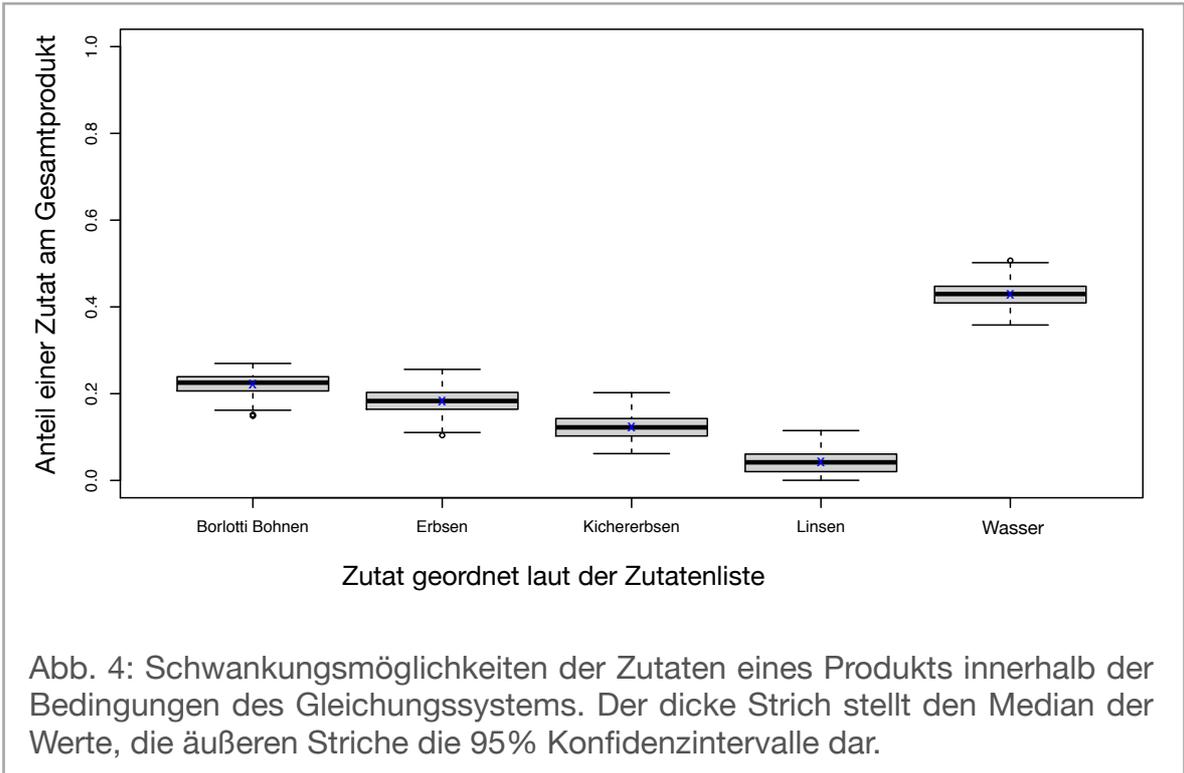
Je Hersteller_in wurden zwischen 10 und 20 Produkten ausgewählt, die verschiedene Kategorien repräsentieren. Hierzu erhielten wir folgende Produktdaten: Rezepturen, Big7-Nährstoffangaben, Informationen über Vorverarbeitungen der Zutaten, Herkunft der Zutaten, Anbaumethoden der Zutaten, Lieferbedingungen und Verpackungen.

Aufbauende auf dieser erfolgreichen Kooperation und weiteren Diskussionen mit der DataNatuRe e.G. haben wir am 19.05.2021 unser Projekt bei der Jahresversammlung der DataNatuRe e.G. vorgestellt und uns zudem am 06.05.2021 mit dem Bundesverbandes Naturkost Naturwaren (BNN) ausgetauscht, die auch an der Auslobung von Gesundheits- und Umweltsleistungen interessiert sind.

2.6. Entwicklung Verlässlichkeitsindizes für Bewertungen

Konzept:

Die mittels Optimierung berechnete Zutatenanzusammensetzung stellt die mögliche Produktzusammensetzung mit dem kleinsten Fehler dar. D.h. es gibt weitere



Zusammensetzungen, die auch die Bedingungen des Gleichungssystems erfüllen, aber einen höheren Fehler aufweisen und damit unwahrscheinlicher sind (siehe Abb. 4). Diese möglichen Lösungen werden herangezogen, um die Verlässlichkeit der berechneten Gesundheits- und Umweltbewertungen anzugeben. Dabei deuten kleine Schwankungsbreiten auf eine hohe Verlässlichkeit hin.

Umsetzung:

Mittels Sampling-Verfahren (Monte-Carlo Ansatz) berechnen wir je Artikel weitere mögliche Zusammensetzungen. Von diesen möglichen Zusammensetzungen werden die 5% mit dem geringsten Fehler ausgewählt. Aus diesen berechnen sich dann die sich ergebenden Gesundheits- und Umweltindizes und die Verlässlichkeit (siehe Abb. 5).

2.7. Datenbankentwicklung

Die entwickelte relationale Backend-Datenbank, welche die Grundlage der Berechnungen darstellt, speist sich aus den Datenquellen (Umweltdaten, Nährwertdaten, Lebensmittel-daten), die in den voran gegangenen Kapiteln vorgestellt wurden. Mittels der Verknüpfung dieser Daten machen wir automatisierte Bewertungen der Produkte möglich.

Aus den Produktdaten und den Bewertungen kreieren wir eine neue Datenbasis, auf die unsere App zugreift, um nur die relevanten Daten sparsam abzurufen, und unsere Daten zu schützen.

2.8. Nutzer_innenstudie

In Zusammenarbeit mit der Universität Lüneburg hat die Studierende Lia Fichtner eine Masterarbeit hierzu durchgeführt. Ziel war es, anhand unserer App zu testen, welche Effekte auf die Nutzer_in zu erwarten sind (Fichtner 2020).

Im Rahmen der Arbeit wurden drei Fokusgruppen identifiziert, die sich in ihrem Umweltbewusstsein unterscheiden: die erste Gruppe ist sehr umweltbewusst, die zweite Gruppe rangiert im Mittelfeld und die dritte Gruppe schätzt sich selbst als wenig umweltbewusst ein. Mit einem qualitativen, explorativen Ansatz wurden Faktoren identifiziert, die die Absicht potenzieller Nutzer_innen beeinflussen könnten. Ein zweiter Schwerpunkt lag auf der Wahrnehmung möglicher zusätzlicher (persuasiver) Funktionen, die nachweislich Verhaltensänderungen in Richtung eines nachhaltigeren Lebensstils fördern.

2.9. Prototypische Umsetzung

Für die Umsetzung des Prototyps haben wir uns für Flutter von Google entschieden. Mit Flutter ist eine gleichzeitige Entwicklung für iOS und Android Apps möglich, mit einer größtenteils einheitlichen Code-Basis. Das eigene Rendering-Engine gewährleistet eine stets einheitliche Darstellung, wodurch eine große Zeiteinsparung bei der Entwicklung möglich ist, da bei anderen Frameworks in der Regel zeitintensive Anpassungen für beide Systeme in Detailarbeit erforderlich sind. Nötige Bibliotheken sind an bestehenden, nativ wirkenden Modulen vorhanden und werden ständig durch das Google Flutter Team erweitert

und verbessert. Letztlich erzielt Flutter eine gute Performance im Vergleich mit anderen Frameworks.

Entwicklung des Prototypen

- Definition eines geeigneten Datenschemas, um alle relevanten Daten abbilden zu können
- Auslesen aller relevanten Produktdaten sowie der zugehörigen Umwelt- und Gesundheitsdaten und Erzeugen einer JSON mit dem definierten Datenschema
- Zusammentragen aller Bilddaten für die visuell ansprechende und einfache Identifizierung/Unterscheidung der abzubildenden Produkte
- Entwicklung des Grundgerüsts der App: Navigation und State Management
- Layout und Umsetzung der Produktliste
- Layout und Umsetzung des Detail Screens
- Evaluierung mehrerer Darstellungsmöglichkeiten für die Umwelt- und Gesundheitsbewertung
- Umsetzung der Szenarien-Auswahl (konventionell, regional, unverpackt, biologisch)
- Implementierung des Barcode Scanners und Anzeige des erkannten Produkts im Detail-Screen
- Optimierung der App-Performance
- Anpassung der Build- und Installationsroutinen für iOS und Android

Im dritten Jahr wurde ein UX-orientiertes User Interface Designs entworfen, welches u.a. auf den Erkenntnissen der Nutzer_innenstudie beruht.

Die Entwicklung einer guten User Experience stellt in der Regel kein einmaliges und damit an einem gewissen Punkt abgeschlossenes Unterfangen dar, sondern sie ist im besten Fall ein kontinuierlicher Prozess. Es existieren beim User Experience Design wie auch in den technischen Bereichen der Appentwicklung zwar Best Practices, die User Experience Designer_innen befolgen können, um grobe Missverständnisse in der visuellen Kommunikation mit den Nutzer_innen zu vermeiden, aber sie können hier weitaus seltener auf so etwas wie technische Standards (wie beispielsweise bei der rein technischen Umsetzung einer Nutzer_innenauthentifizierung) zurückgreifen, die lediglich implementiert werden müssen. Stattdessen lässt sich die Entwicklung einer guten User Experience als im besten Fall ständiger Feedbackloop zwischen User Experience Designer_in und Nutzer_innen beschreiben.

Die Designer_in trifft zunächst Annahmen zu den Erwartungen und Voraussetzungen der Nutzer_innen. Dafür teilt sie diese oft in unterschiedliche Zielgruppen ein, um spezifischere Bedürfnisse besser verstehen und im Gestaltungsprozess konkreter adressieren zu können. Dann entwickelt sie basierend auf ihren Annahmen eine Gestaltung, die den Bedürfnissen der Nutzer_innen bestmöglich entgegenzukommen versucht. Dabei muss sie auch zwischen den Erwartungen und Voraussetzungen unterschiedlicher Nutzer_innengruppen abwägen und mitunter Entscheidungen treffen, die dem Nutzungsverhalten einer Nutzer_innengruppe zuträglich, dem einer anderen Nutzer_innengruppe aber abträglich sind. Desweiteren sind nicht nur die Interessen und Erwartungen der Nutzer_innen wichtige Impulsgeber für das

Entwerfen einer User Experience, sondern auch die Absichten und Vermittlungsinteressen des Projektteams und seiner Förder_innen. So kann z.B. die visuelle Darstellung von Informationen in der App durchaus vom Vorhaben der Wissens- und Methodenvermittlung seitens des Projektteams motiviert sein, auch wenn dies aus Sicht einzelner Nutzer_innengruppen von keiner oder nur von nachrangiger Relevanz für ihr Nutzungsverhalten und -interesse ist.

Hat die User Experience Designer_in nun die verschiedenen Anforderungen, Erwartungen und Interessen von Nutzer_innen, Projektteam und Förder_innen miteinander ausbalanciert und in einem gestalterischen Entwurf manifestiert, so sammelt sie im nächsten Schritt das Feedback all dieser Interessen- und Nutzer_innengruppen zu diesem Entwurf ein, um es mit ihren ursprünglichen Annahmen und Entscheidungen in Bezug auf die Gestaltung abzugleichen. In einem kontinuierlichen, die Schritte Hypothese, Entwurf/Umsetzung und Feedback immer wiederholenden, iterativen Prozess entsteht im besten Fall so ein immer differenzierter werdender Dialog zwischen Designer_in, Projektteam, Förder_innen und Nutzer_innen, in dem die User Experience stetig verfeinert und an neue Erkenntnisse – basierend auf dem erhaltenen Feedback – angepasst wird.

2.10. Wissenschaftlicher Beirat

- Mitglieder_innen:
 - o Dr. Susanne Wiese-Willmaring (DBU)
 - o Thomas Hahn (BLE)
 - o Dr. Hyewon Seo (Umweltbundesamt)
 - o Alexander Schrade (Nahhaft e.V.)
 - o Jun.-Prof. Dr. Emese Domahidi (Kommunikation TU Ilmenau)
 - o Prof. Dr. Gabriele Stangl (Universität Halle-Wittenberg)
 - o Tanja Dräger der Teran (WWF)
 - o Prof. Dr. Stefan Lorkowski (Universität Jena)



Abb. 6: Foto vom Beiratstreffen am 13.3.2019

3. Projektergebnisse

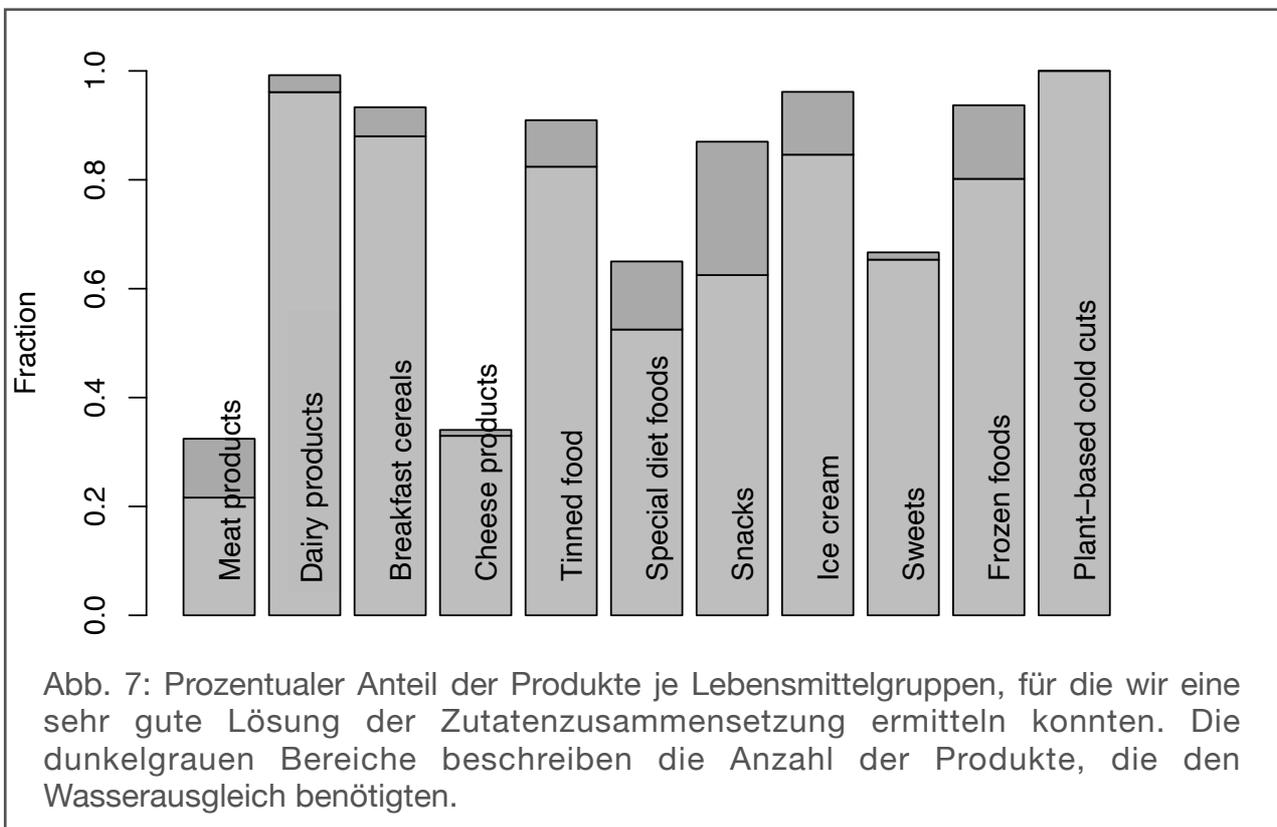
3.1. Quantitative Evaluierung der Methoden

Von den 1804 Produkten, konnten wir 76% fehlerfrei parsen, Verbesserungsideen für den Parser sind hieraus entstanden.

Zur Evaluierung der berechneten Zutatenzusammensetzung, prüfen wir ob die resultierenden Nährwerte innerhalb der erlaubten Grenzwerte liegen (EU-Kommission 2012), und zählen die Anzahl derer, die in der tolerierten Range liegen. Hieraus ergeben sich 1570 Produkte, bei denen wir ein gutes bis sehr gutes Ergebnis erzielen (siehe Abb. 7).

Als problematisch stellten sich folgende Lebensmittelkategorien heraus: Käse- und verarbeitete Fleischprodukte. Bei den Käseprodukten entsteht aus den Zutaten Milch, Lab und Salz Käse, welcher teilweise andere Makronährwerte als die Grundzutaten aufweist und sich somit schlecht anhand seiner Zutaten berechnen lässt.

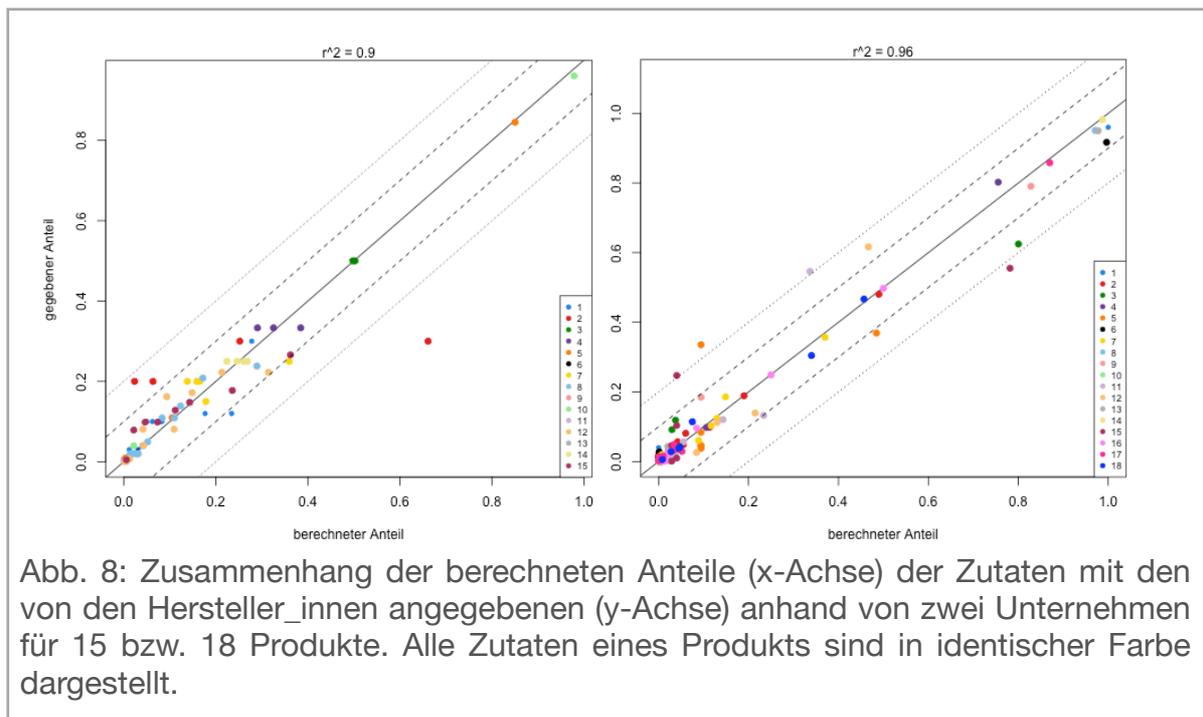
Mittels der Zuordnung von Käseprodukten direkt mit unserer Lebensmitteldatenbank konnten wir diese Produkte in einem anschließenden Verfahren bewerten. Bei Fleisch unterscheidet man verschiedene Fettstufen, die nicht in Zutatenlisten hinterlegt sind. Ein Ausbau des Algorithmus ist in Arbeit, so dass, wenn Fleisch als Zutat vorkommt, verschiedene Fettstufen getestet werden.



3.2. Qualitative Evaluierung der Methoden

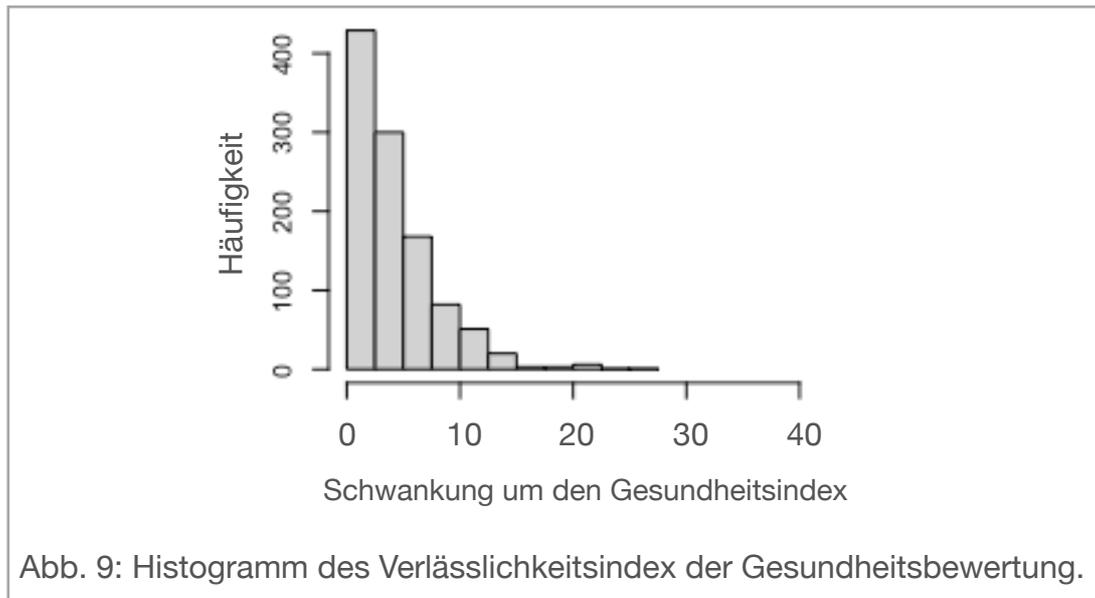
Evaluierung und Validierung der von uns berechneten Rezepturen anhand der Hersteller_innendaten :

- bei 2/3 der Hersteller_innen abgeschlossen. Beim dritten fehlen leider noch Rezepturdaten
- Wir haben eine sehr hohe Übereinstimmung von $r^2= 90\%$ und 96% (Unternehmen #1 und #2, Abb. 8) gefunden.
- Laut Angabe der Unternehmen, werden die Big7-Angaben bei Unternehmen #1 berechnet und bei Unternehmen #2 analysiert, d.h. wir erreichen bei beiden Varianten gute Übereinstimmungen.
- Folgende generelle Fehlerquellen wurden identifiziert: falsche %-Angaben in Zutatenlisten, Benutzung anderer Nährstoffdaten als unserer Referenzdaten (BLS) zur Berechnung der Makronährstoffe, schwierige Optimierungen, wenn geringe Unterschiede der Nährwerte der Zutaten.



3.3. Verlässlichkeitsindizes

Der Verlässlichkeitsindex der Gesundheitsbewertung des Testdatensatzes zeigt, dass bei den meisten Lebensmitteln eine geringe Schwankung von bis zu <10 Punkten des nutriRECIPE-Index zu erwarten ist (Abb. 9). Bei den Werten ab 10 treten auch einige wenige Fälle auf, mit einer Schwankung von über 20 Punkten. Solche Schwankungen können bei Lebensmitteln vorkommen, in denen sehr nährstoffdichte Zutaten enthalten sind. Wenn diese nur gering schwanken, kann das große Auswirkungen auf den Gesundheitsindex haben. Da eine solche hohe Schwankung keine Aussage über den Gesundheitswert eines Lebensmittels zulässt, soll in diesen Fällen keine Gesundheitsbewertung angezeigt werden.



3.4. Umweltbewertung

Bilanziert wurden die Lebensmittel mit dem Instrument susDISH, welches im Rahmen des Projektverlaufs von susDISH-Gastro zu susDISH-LEH weiterentwickelt wurde bzw. gegenwärtig stetig weiterentwickelt wird. Das Akronym susDISH steht für „sustainable dish“ und bedeutet nachhaltige Rezeptur/nachhaltiges Angebot. Abb. 10 zeigt für die Lebensmittelgruppen die Ergebnisse der Umweltbewertung gegenüber der Gesundheitsbewertung. Einige Lebensmittel schneiden in der Umweltbewertung extrem schlecht ab, siehe z.B. Frühstücksgetreidekost. Grund dafür sind Zutaten, z.B. Datteln, bei denen ein Indikator, bei den Datteln Wasserbedarf, zwar an sich schon hoch ist, doch durch eine hohe Gewichtung eines Indikators in den Umweltbelastungspunkten extrem wird. Bei den Datteln wird z.B. der Wasserbedarf bei Anbau in Ländern mit extremer Wasserknappheit extrem stark gewichtet. Zukünftig müssen solche Effekte den Konsumierenden kommuniziert werden, z.B. indem die Zutat mit dem stärksten Einfluss benannt wird, damit solche hohen Werte entsprechend interpretiert werden können.

Da mittels der App nicht nur Endkonsumierende erreicht, sondern auch Lebensmittelhersteller_innen als potentielle Zielgruppe adressiert werden sollen, wurden im dritten Projektjahr die Datenschnittstelle und B2B-Kommunikationsmaterialien weiterentwickelt. Insbesondere ging es darum, die generierten komplexen Ergebnisse eingängig und leicht verständlich potentiellen Partnerfirmen zu präsentieren (siehe Abbildung 10). Hierbei werden für jede Rezeptur die berechnete Zusammensetzung aufgezeigt und entsprechende Umweltfußabdrücke präsentiert (Klima-, Wasser-, Flächenfußabdruck sowie der Gesamtumweltindikator der Umweltbelastungspunkte UBP). Zudem erfolgt eine Einordnung der Umweltdaten im Hinblick auf entsprechende planetare Grenzen.

In einem weiteren Schritt wurde eine Dashboardansicht entwickelt, die zudem ein unter gesundheitlichen Gesichtspunkten optimiertes Umweltprofil anzeigt. In Abhängigkeit von den identifizierten Optimierungsempfehlungen können die Umweltlasten in Abhängigkeit vom Lebensmittel um 10% (bspw. UBP) bis 80% (bspw. Wasserverbrauch) reduziert werden.

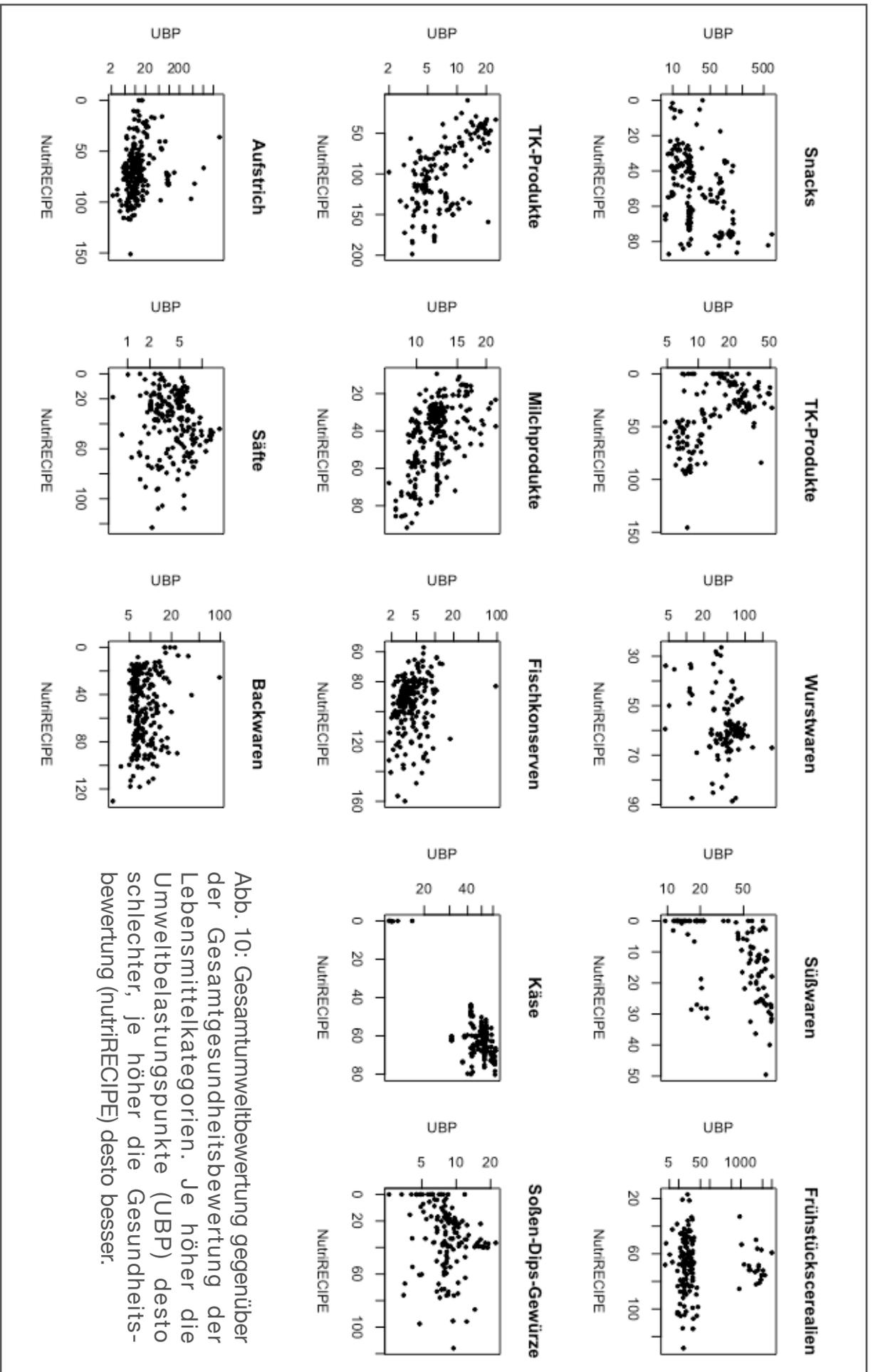


Abb. 10: Gesamtumweltbewertung gegenüber der Gesamtgesundheitsbewertung der Lebensmittelkategorien. Je höher die Umweltbelastungspunkte (UBP) desto schlechter, je höher die Gesundheitsbewertung (nutriRECIPE) desto besser.

Zudem wurden in der susDISH-LEH-Datenbank konsistent bei allen Einträgen entsprechende Länderherkünfte hinterlegt, um auf dieser Basis in Abhängigkeit von den Importanteilen (Jahresmittel 2014-2016) gewichtete Mittel zu berechnen, die in der App zum Einsatz kommen, wenn keine Herkunftsangaben bei Lebensmitteln vorhanden sind. Darüber hinaus wurde der automatisierte Merging- und Matchingprozess mit dem Tool „Power Query“ final entwickelt, um das Auslesen von sehr umfangreichen Life Cycle Inventory (LCI) Tabellen und das Einfügen in susDISH zu erleichtern.

3.5. Gesundheitsbewertung

Die nachfolgenden Ausführungen sind Auszüge aus dem PrePrint unserer Publikation zum nutriRECIPE-Index (Validierung im Abschnitt Results):

<https://www.researchsquare.com/article/rs-22021/v1>

Die Validierung wurde hier anhand des Healthy Meal Index (HMI) und Nutri-Score vorgenommen (Auszug):

[...] Wie gezeigt, korrelieren hohe nutriRECIPE-Werte mit hohen Werten des Healthy Meal Index und umgekehrt. Das nach dem Healthy Meal Index am besten bewertete Gericht (HMI-Wert von 6 = 100%), "Gemüseteller mit holländischer Sauce" und Kartoffeln, erhielt einen nutriRECIPE-Wert von 24,9 = 112%. Das Rezept mit der höchsten nutriRECIPE-Bewertung von 26,9 = 120,8% wird vom Healthy Meal Index (4 = 66,66%) nur als mittelmäßig bewertet. Nach Anwendung beider Methoden als Berechnungsgrundlage erreichte die MensaVital® -Menüzeile im Durchschnitt höhere Werte als die Standardmenüzeile. Da die Korrelation jedoch nur 0,604 betrug, gab es einige Abweichungen. Die Unterschiede lassen sich zum einen durch die Fokussierung des HMI auf nur drei und damit sehr wichtige Kriterien erklären, zum anderen durch eine geringe Differenzierung innerhalb der Kategorien im Vergleich zum nutriRECIPE-Index. Die überwiegende Mehrheit, 84%, der Gerichte waren fettreich und erhielten in der Kategorie Fettgehalt null Punkte. Während 46% der MensaVital®-Rezepte einen oder zwei Punkte in der Kategorie Fettgehalt erhielten, erhielten nur 2% der Standardrezepte mehr als null Punkte. Darüber hinaus erhielten in der Kategorie Obst und Gemüse weniger als 10% aller Gerichte nicht den maximal möglichen Wert von 2 Punkten. Dies könnte auch ein Hinweis auf die kulturelle Besonderheit des HMI sein, denn in den skandinavischen Ländern sind die verzehrten Obst- und Gemüsemengen im Allgemeinen geringer als in den südeuropäischen Ländern (obwohl diese Unterschiede geringer werden). Es wäre wünschenswert, eine stärkere Differenzierung ähnlich der Bewertung der hier betrachteten Gerichte vorzunehmen.

Die zweite Validierung wurde mit dem Nutri-Score durchgeführt, der in Europa, insbesondere in Frankreich, als Front-of-Pack verwendet wird. Der Nutri-Score ist lebensmittel- und nährstoffbasiert und umfasst sieben Items. Im Allgemeinen berechnet der Nutri-Score zunächst Punkte, die in fünf verschiedene Punktbereiche mit einem Buchstabencode von "A" bis "E" unterteilt werden. Zur zusätzlichen Veranschaulichung ist der Hintergrund des Buchstabencodes mit den Ampelfarben versehen. Die ungünstigen Lebensmittelkomponenten, die in diese Berechnung einfließen, sind Kalorien, Gesamtzucker, gesättigte Fettsäuren und Natrium. Als günstige Lebensmittelbestandteile

werden Eiweiß und Ballaststoffe sowie der Anteil von Obst, Gemüse und Nüssen bewertet. Alle durchgeführten Berechnungen basieren auf 100 g mit definierten Grenzwerten. Für Getränke, Käse und fetthaltige Brotaufstriche wie Margarine gibt es spezifische Anpassungen. Je niedriger der Nutri-Score, desto besser das Nährwertprofil des Lebensmittels oder Getränks.

Abbildung 11 zeigt, dass die hohen Werte des nutriRECIPE-Index mit niedrigen Werten des Nutri-Scores korrelieren (inverse Darstellung). Die Mehrzahl der MensaVital®-Gerichte erhielt eine A-Bewertung und einige wenige eine B-Bewertung. Die Standardgerichte reichen von A bis D, wobei die Mehrzahl der Gerichte mit C bewertet wurde. Der Koeffizient für die Korrelation von Nutri-Score und NutriRECIPE-Index beträgt 0,591.

Obwohl die Bewertungsergebnisse beider Indizes ähnlich zu sein scheinen, zeigt eine genauere Betrachtung die Schwächen des relativ simplen Nutri-Scores. Der Nutri-Score bewertet die beiden laut NutriRECIPE-Index schlechtesten Gerichte, "Grieß mit Kirschen" (16,8%) und "Milchreis mit Apfelmus" (25,4%), nicht angemessen. Beide Gerichte erhalten eine C-Bewertung, obwohl sie 164 g bzw. 128 g Zucker pro Portion enthalten. Beide Gerichte enthalten kein Gemüse, sehr wenig Ballaststoffe und nur geringe Mengen an Mikronährstoffen, da Dosenobst kein adäquater Ersatz für Gemüse ist.

Die Annahme, dass ein niedriger Zucker- und Fettgehalt sowie ein hoher Eiweiß- und Ballaststoffgehalt automatisch zu einer ausreichenden Mikronährstoffversorgung führt, wird ebenfalls mehrfach widerlegt. So erhält z.B. das Gericht "Chicken BBQ" mit dem Nutri-Score eine A-Bewertung. Legt man den nutriRECIPE-Index zugrunde, beträgt die Bewertung von "BBQ Chicken" nur 53%. Dieser Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass der nutriRECIPE-Index Mikronährstoffe und BPC enthält. [...]

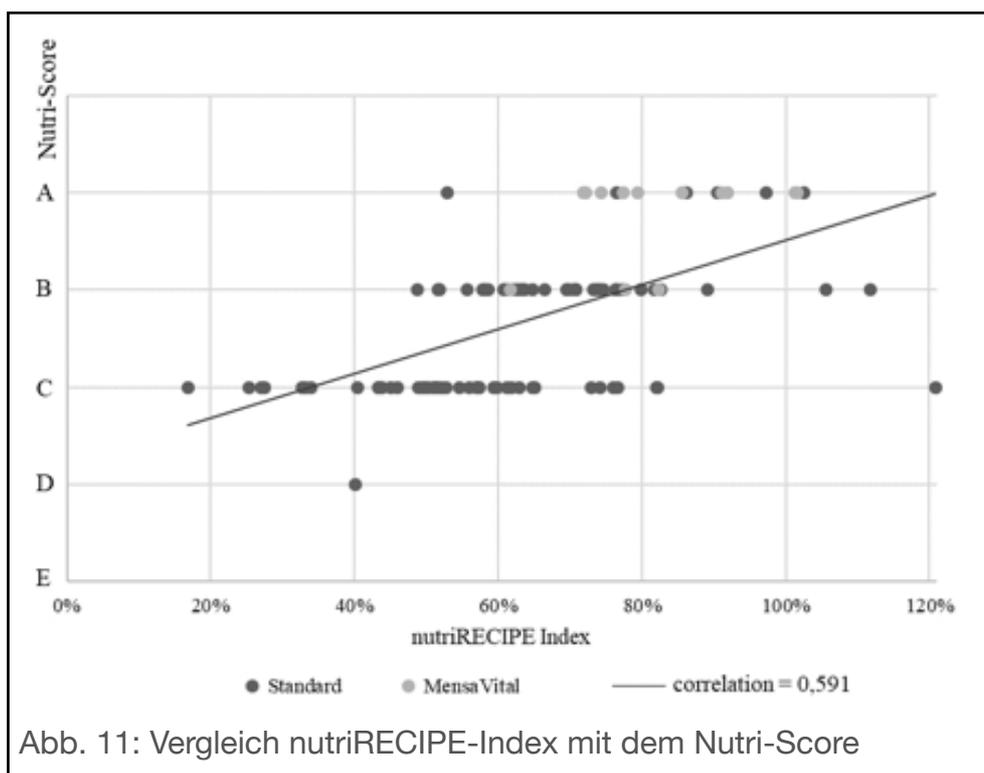


Abb. 11: Vergleich nutriRECIPE-Index mit dem Nutri-Score

Im B2C-Bereich (Handy-App) werden ebenfalls die nutriRECIPE-Einzelnährstoffwerte präsentiert. Eine gute Erweiterung hier wäre eine zusätzliche verbale Interpretation.

Im B2C-Bereich ist die Personalisierbarkeit der Empfehlungen ein wichtiges Kriterium für viele App-Nutzer_innen. Für die empfohlene Energiezufuhr und viele der erwünschten Nährstoffe existieren geschlechterspezifische Referenzwerte der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). In Kombination mit der ebenfalls geschlechtsspezifischen Ernährungserhebung der Nationale Verzehrstudie (NVS) II bzw. den Biomarkermessungen der aktuelleren DEGS-Studie (<https://www.degs-studie.de>) des Robert Koch Instituts (RKI) ergeben sich nun sehr viel individuellere Empfehlungen für die App-Nutzer_innen. Mit den aktuelleren Daten für die tägliche Salzaufnahme aus der DEGS-Studie wird Salz bei zu hohem Gehalt nun noch stärker abgewertet. Außerdem war in der NVS II bei der geschätzten täglichen Iodzufuhr kein Iodsalz berücksichtigt, weshalb der Gewichtungsfaktor von Iod im nutriRECIPE-Index bisher überschätzt war. Die Messung der Iodausscheidung im Urin im Rahmen der DEGS-Studie erlaubt eine deutlich präzisere Einschätzung der tatsächlichen Iodzufuhr. Zusammen mit den geschlechterspezifischen Empfehlungen für die Iodzufuhr ergeben sich besser ausbalancierte nutriRECIPE-Werte für scheinbar gleiche Produkte, wie z.B. Leberwurst mit Iodsalz im Vergleich zur Leberwurst mit normalem Speisesalz. Eine weitere Anpassung gab es beim Zielwert für Vitamin D. Die von der DGE seit 2016 empfohlenen 20 µg unterstellen eine unzureichende Synthese in der Haut, und es ist allgemein anerkannt, dass diese Menge ohne Supplementierung mit Nahrungsergänzungsmitteln nicht zu erreichen ist (Taschenatlas Ernährung, 8. Auflage, Thieme Verlag). Deshalb liegt der Zielwert im nutriRECIPE-Index nun wieder bei den zuvor von der DGE empfohlenen 5 µg, mit der Folge, dass Lebensmittel mit geringem bis mittlerem natürlichen Vitamin-D-Gehalt (Milchprodukte) diesbezüglich differenziert bewertet werden können. Weitere Nährstoffe, für die geschlechter-spezifische DGE-Referenzwerte verwendet werden, sind: Thiamin (Vitamin B1), Riboflavin (Vitamin B2), Pyridoxin (Vitamin B6), Vitamin C, Magnesium, Eisen und Zink. In der allgemein gültigen Variante des nutriRECIPE-Indexes wird für die Zufuhrschätzungen der Mittelwert von Frauen und Männern verwendet und bei den DGE-Referenzwerten der jeweils höhere Wert.

Geschlechtsspezifische Auswertung

nutriRECIPE-Index	allgemein	Männer	Frauen
Mittelwert	58,68 %	57,34 %	60,39 %
Standardabweichung	33,99 %	31,94 %	33,59 %
Anzahl Produkte	4172	4172	4172
Konfidenzintervall	1,03 %	0,97 %	1,02 %
Min	57,65 %	56,37 %	59,37 %
Max	59,71 %	58,31 %	61,41 %
Kleinster Wert	-27,47 %	-27,31 %	-24,19 %
Größter Wert	189,64 %	176,86 %	180,87 %

Tab. 2: Auswertung der geschlechterspezifischen Differenzen der Gesundheitsbewertung.

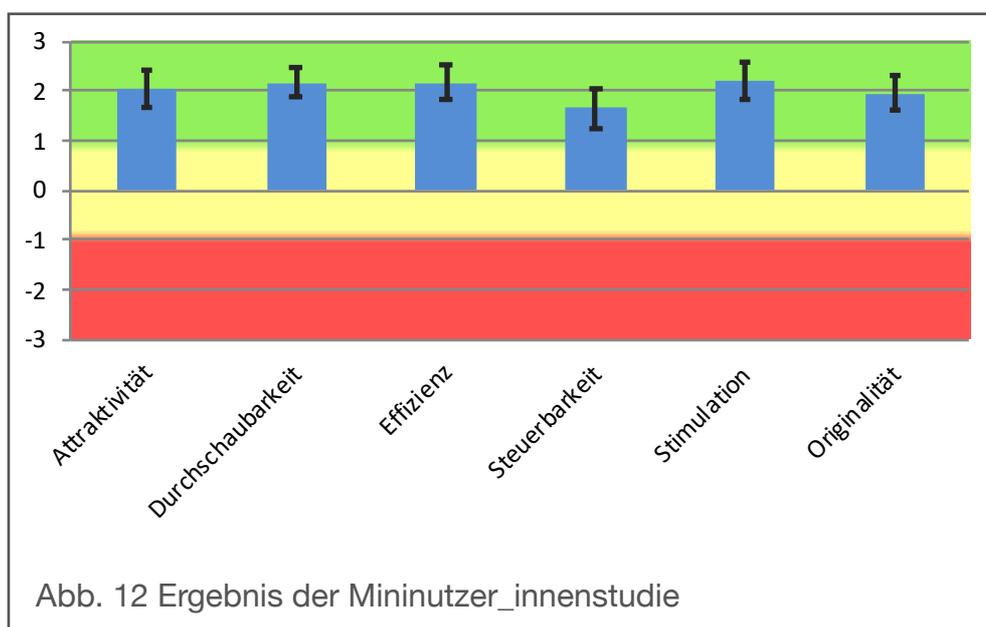
Die Neuberechnung des nutriRECIPE-Indexwertes für die bisher betrachteten 4172 Lebensmittel aus den studentischen Abschlussarbeiten zeigt, dass die nutriRECIPE-Indexwerte im Mittel für Frauen ca. 3 % größer sind als die Werte für Männer. Im Vergleich dazu liegen die Standardwerte dazwischen, wobei die Ausreißer nach oben und nach unten etwas weiter abweichen als bei den geschlechterspezifischen Indexwerten (Tab. 2). Lebensmittelspezifisch betrachtet, weichen ca. 50 % der LM weniger als 3 % zwischen den Geschlechtern ab. Immerhin fast 27% der Lebensmittel weichen mehr als 5 % und 6 % der Lebensmittel sogar mehr als 10% ab.

3.6. Mini-Nutzer_innenstudie

Im Rahmen der Langen Nacht der Technik in Ilmenau im Mai 2019 haben wir eine Mini-Nutzer_innenstudie (User Experience Questionnaire <https://www.ueq-online.org/> nach Laugwith, Held und Schrepp 2008) durchgeführt. Die Auswertung ergab, dass unser Prototyp über 6 getestete Bereiche ein sehr gutes Ergebnis abgibt (siehe Abb. 12).

3.7. Nutzer_innenstudie

Vertrauen, Benutzer_innenfreundlichkeit (in engem Zusammenhang mit der Verständlichkeit), wahrgenommene Nützlichkeit der Informationen, Integration in den Lebensstil und Kosten wurden als die wichtigsten Faktoren identifiziert, um die Absicht der Verbraucher_innen zur Nutzung der App zu beeinflussen. In Bezug auf zusätzliche persuasive Features war die personalisierte Filteroption in allen Gruppen das bevorzugte zusätzliche Feature. Die Option, Öko-Feedback zu erhalten, wurde besonders von der Gruppe mit hoher Umweltbewusstheit begrüßt, während die Option, Belohnungen zu erhalten, vor allem Teilnehmende der Gruppe mit niedriger Umweltbewusstheit anregte. Die Funktionen des sozialen Vergleichs, der alternativen Produktvorschläge und der Zielsetzung wurden dagegen nur von wenigen Teilnehmenden als nützlich empfunden, während andere dies kritisch sahen (Fichter 2020).



Labels wurden von den Teilnehmenden als grundsätzlich fragwürdig eingestuft, weil sie nicht sicher waren, ob sie Ihnen trauen können. Hier wird deutlich, wie wichtig Vertrauen ist. Für uns bedeutet das, insbesondere in die Umweltdaten und aber auch die Produktdaten. Es bedeutet, dass insbesondere die Methode, die Umweltdaten und aber auch die Produktdaten transparent und detailliert darzustellen sind.

Die Informationen, die in unserer App bereitgestellt werden, wurden von den Teilnehmenden als sehr wertvoll eingestuft und die Teilnehmenden waren davon positiv überrascht. Während die Umweltinteressierten hauptsächlich an den Umweltinformationen interessiert waren, haben auch die wenig umweltbewussten Teilnehmenden das Potential entdeckt, sich dafür mehr zu interessieren. Hieraus wird das Potential unseres Ansatzes deutlich, durch die Bewertung der Umwelt und Gesundheit, die verschiedenen Nutzer_innengruppen für das jeweils andere Themenfeld verstärkt zu interessieren.

3.8. Entwicklung des Prototypen

Die App (aktuelle Screenshots siehe Abb. 13) läuft sowohl auf iOS- als auch Androidgeräten sehr performant und ist mit der Performance nativer Anwendungen vergleichbar. Auch auf vergleichsweise alten und schwachen Androidgeräten konnte eine gute Performance der App erzielt werden. In unserer kleinen Nutzer_innenstudie (siehe 3.6) zur Langen Nacht der Technik in Ilmenau haben wir besonders positives Feedback zur raschen Erkennung der Produkte mittels des eingebauten Barcodescanners erhalten.

In der Detailansicht der allgemeinen Umweltbewertung können verschiedene Szenarien für die Produktherstellung ausgewählt werden: bio/konventionell, regional/nicht regional, erneuerbare Energien/nicht erneuerbare Energien. In dem Bereich „Zusammensetzung“ darunter kann für die sieben Kategorien Klimafußabdruck, Biodiversitätsverlust, Nährstoffüberschüsse, Luftverschmutzung, Wasserfußabdruck, Pflanzenschutzmitteleinsatz und Primärenergieverbrauch der jeweilige Anteil an der Gesamtumweltbelastung eingesehen, miteinander verglichen und nochmals hinsichtlich der einzelnen Produktionsschritte Landwirtschaft, Verarbeitung, Verpackung, Handel und Transport miteinander differenziert werden.

Auf der Detailseite der Gesundheitsbewertung lassen sich unter der Gesamtbewertung die 19 im NutriRECIPE-Index einbezogenen Nährstoffe in ihren jeweiligen absoluten Gehalten (pro 100g) und ihr Anteil an der jeweiligen Tagesempfehlung einsehen.

Der Abruf der Produktdaten über die Schnittstelle und die Darstellung in der App geschieht dank der effizienten GraphQL-Schnittstelle – eine gute Internetverbindung vorausgesetzt – in einem Bruchteil einer Sekunde. Auch das Nachladen von weiteren Produkten beim Scrollen durch die Produktliste ist kaum zu bemerken. Allerdings ist dies noch einmal neu zu bewerten, wenn der Server mit der Schnittstelle unter Volllast läuft – also eine größere Anzahl Nutzer_innen gleichzeitig Anfragen mittels der App an den Server sendet. Auch eine nicht optimale Internetverbindung wird zweifelsohne zu einer höheren Latenz führen.

Wir haben im dritten Jahr die erste Iteration unseres User Experience (UX) Design Prozesses begonnen und mit dem ersten Release der App auch die Phase Entwurf/Umsetzung abgeschlossen. Aus der Studie von Lia Fichtner (siehe Kapitel 2.4 und 3.5) konnten wertvolle Einblicke in die Bedürfnisse und Erwartungen unterschiedlicher, potentieller

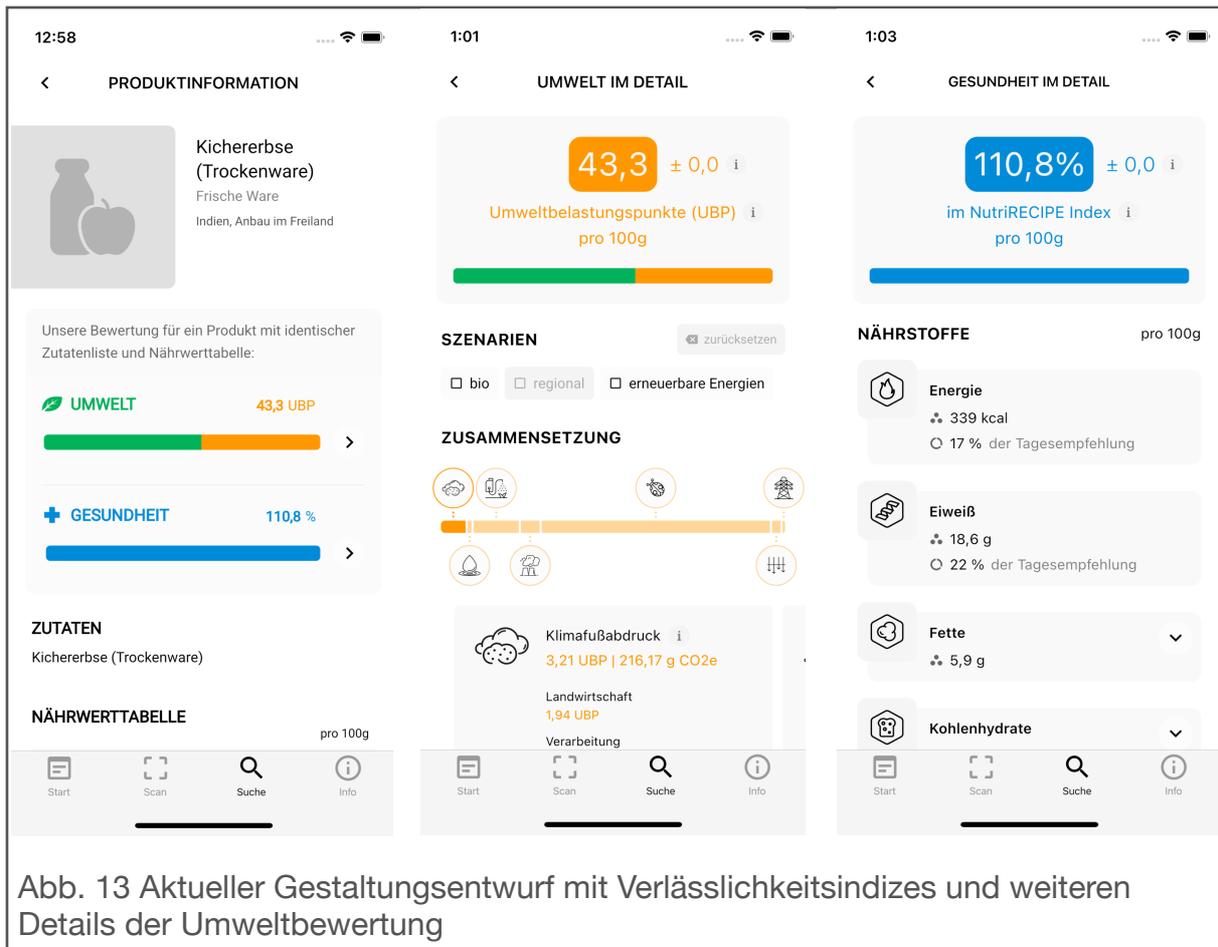


Abb. 13 Aktueller Gestaltungsentwurf mit Verlässlichkeitsindizes und weiteren Details der Umweltbewertung

Nutzer_innengruppen gewonnen werden. An den dort gewonnenen Erkenntnissen orientieren sich auch die Entwürfe unserer ersten Iteration. Um das unterschiedlich gelagerte Informations- und Detailinteresse verschiedener Nutzer_innengruppen mit unterschiedlich stark ausgeprägten Nachhaltigkeits- und Gesundheitsbedürfnissen zu berücksichtigen, haben wir für den Produktdetailscreen eine zweistufige Auflösung bei der Darstellung von Umwelt- und Gesundheitsinformationen entworfen (siehe Abbildung 13). Wird ein Produkt über die Suchfunktion ausgewählt oder per Barcode Scanner gescannt und erkannt, öffnet sich der Detailscreen für das Produkt mit den wichtigsten Informationen. Hierzu zählen Produktbild, Produktname, Produkthersteller_in und weitere Informationen, die auch dem Verpackungsaufdruck zu entnehmen sind und die der Nutzer_in eine schnelle Überprüfung ermöglichen, dass das angezeigte Produkt auch tatsächlich dem gesuchten bzw. gescannten Produkt entspricht. Desweiteren zeigen wir auf diesem ersten Detailscreen auch unsere Umwelt- und Gesundheitsbewertung in einer möglichst knappen und schnell erfassbaren Darstellung an. Besonderes Augenmerk haben wir darauf verwendet, dass beide Bewertungen ohne Scrollen eingesehen und zueinander ins Verhältnis gesetzt werden können. Dies wird durch die Verwendung eines platzsparenden und schneller von links nach rechts zu lesenden Balkendiagramms ermöglicht. Bei der Umweltbewertung steht zudem nun der positive Wert (analog zur Gesundheitsbewertung) im Vordergrund und nicht mehr der Schaden, den die Umweltbelastungspunkte angeben. Mit diesen Änderungen in der Darstellung hoffen wir zudem auch den in den Interviews von Lia Fichtner mehrfach geäußerten Bedürfnissen nach besserer Verständlichkeit der Bewertung, d.h. in diesem Fall auch weniger Komplexität in der Darstellung, gerecht zu werden. Dieses Bedürfnis wurde

vor allem von Nutzer_innen mit niedrigem und mittlerem Nachhaltigkeitsinteresse geäußert. Nutzer_innen mit hohem Nachhaltigkeitsinteresse hatten keine Schwierigkeiten beim Verständnis oder mit der Komplexität der Darstellung, haben aber auf Zeitknappheit in ihrem Lebensalltag hingewiesen und betont, dass sie eine ausführliche Darstellung der Umweltbewertung vor allem zu Beginn ihrer Nutzung der App und zum Aufbau des eigenen Verständnisses und Vertrauens in die Bewertung zu Rate ziehen würden und später in der alltäglichen Nutzung eine schnelle Erfassung priorisieren würden. Um beiden Nutzungsszenarios gerecht zu werden, haben wir die komplexere und sehr detaillierte Aufschlüsselung der Umweltbewertung auf eine Unterseite des Produktdetailscreens verlagert, die sich aber unkompliziert und ohne Scrollen durch Tippen auf die Umweltbewertung aufrufen lässt. Bei der Darstellung dieser detaillierten Aufschlüsselung haben wir das Feedback aus unserer ersten Nutzer_innenstudie während der Langen Nacht der Technik in Ilmenau mit berücksichtigt und die Auswahl unterschiedlicher Herstellungsszenarien (bio, konventionell, regional, etc.) prominenter platziert. Diese lassen sich nun auch einfacher ein- und ausschalten und der Einfluss sowohl auf die Gesamtbewertung als auch auf deren Zusammensetzung lässt sich nun visuell direkt nachvollziehen. Die Darstellung der Zusammensetzung der Gesamtbewertung haben wir dafür in einem einzigen Balkendiagramm mit jeweils einem Abschnitt für die einzelnen Faktoren (Klimafußabdruck, Wasserbedarf etc.) zusammengefasst, ermöglichen der Nutzer_in aber auch neben einem groben und schnell zu erfassenden visuellen Vergleich (anhand der Länge der einzelnen Abschnitte im Balkendiagramm) den eindeutigen Vergleich anhand konkreter Zahlenwerte in den Kärtchen direkt unter dem Balkendiagramm. In diesen Kärtchen zeigen, wie bereits erwähnt auch eine Aufschlüsselung der Umweltbelastung über die unterschiedlichen Herstellungs- und Vertriebschritte an, womit wir unsere Informationstiefe und die Transparenz bezüglich unserer Bewertungsmethode noch einmal deutlich erhöht haben. Diese Aufschlüsselung in den Kärtchen ist an den jeweils ausgewählten Faktor gebunden. Die Faktoren lassen sich sowohl durch seitliches Wischen der Kärtchen als auch durch direktes Antippen im Balkendiagramm auswählen. Eine für die Nutzer_innen leicht zugängliche Darstellung, die die Informationstiefe unseres Ansatzes abbildet und eine verständliche Aufschlüsselung unserer Bewertungsmethode gewährleistet, ist ein wesentlicher Faktor in der Vertrauensbildung zwischen App und Nutzer_innen. Die Schaffung von Vertrauen ist gerade für die Bereiche Ernährung und Gesundheit von besonderer Bedeutung, wie auch Lia Fichtner in ihrer Studie herausstellte. Somit ist es auch Aufgabe des User Experience Designs in der Benutzer_innenerfahrung eben dieses Vertrauen durch eine der Komplexität des Gegenstands angemessene, aber verständliche Gestaltung herzustellen.

Mit dieser nun mehrfach überarbeiteten und diskutierten Übersichts- und Detaildarstellung der Umweltbewertung hoffen wir den unterschiedlichen Bedürfnissen unserer Nutzer_innengruppen möglichst gerecht zu werden und sind gespannt auf das Feedback bei Veröffentlichung der App. Für die detaillierte Darstellung der Gesundheitsbewertung ist ein ähnlicher Entwurfs-, Implementierungs- und Feedbackprozess vollzogen worden, so dass Einzelwerte der Nährstoffe angezeigt werden im Vergleich zum Tagesbedarf. Wie im Methodenteil erläutert ist gutes User Experience Design ein kontinuierlicher Prozess, der vom Feedback aller Nutzer_innen- und Interessensgruppen lebt und nur durch stetiges

Zuhören, Berücksichtigen, Analysieren und Ausprobieren unterschiedlicher Ansätze zu einem erfolgreichen Produkt führen kann.

3.9. Release

Wir bereiten einen öffentlichen Beta Release der App sowohl für den Playstore, als auch den Appstore vor. Hierfür haben wir uns nochmal mit dem Namen und dem Logo der App beschäftigt. In einem kleinen Workshop haben wir uns auf den Namen Ecoviant geeinigt, der unsere Vision darstellt: einen Weg zu nachhaltiger Ernährung ebnen. Hierfür wurde auch eine neue Webseite angelegt: <https://www.ecoviant.app>, und ein neues Logo entwickelt (siehe Abb. 14).

Wir haben für die Stores die Texte zur Beschreibung entworfen und nochmal intensiv an der Datenquantität gearbeitet. Hierzu bearbeiten wir derzeit noch verfügbare Daten aus der OpenFoodFacts, um sie zeitnah in die App zu integrieren.



Abb. 14: Logo für Ecoviant

3.10. Verwertung des Projekts

Wir sind mit verschiedenen Unternehmen, Institutionen und Fördermittelgebern in Kontakt getreten. Denkbare Ansätze der Verwertung sind:

- Einsatz der App in Bildungsstätten zum Vergleich der Nachhaltigkeit einzelner Lebensmittel mittels der Szenarien (z.B. regional, bio) oder verschiedener Herkunftsländer
- Integration der entwickelten Algorithmen in andere Unternehmungen, z.B. Stammdatenbanken, die die Bilanzierung als weiteren Service anbieten (Hier sind wir noch in Kontakt und am Sichten von Möglichkeiten)
- Wechsel der App in andere öffentliche Einrichtungen, wie z.B. Verbraucherzentrale Bundesverband (Gespräche ergaben bisher keine direkten Anknüpfungsmöglichkeiten)

4. Öffentlichkeitsarbeit, Veröffentlichungen und Vorträge

4.1. Homepage

- Projektwebseite: <https://www4.tu-ilmenau.de/back-to-the-roots/>
- App-Seite: <https://www.ecoviant.app>

- Projektvideo abrufbar über: <https://youtu.be/wDvzxTj5pu0> (Abb. 15)



4.2. Betreuung Abschlussarbeiten

An der TU abgeschlossene Arbeiten:

- Bachelorarbeit: Nesmah Bushnaq (2019): Application of Web-Scraping to extract recalled food products
- Bachelorarbeit: Arab Shaptukaev (2019): Architectural and criterial comparison of the cross-platfrom frameworks React Native, Flutter, Xamarin and Ionic
- Softwareprojekt TUI 2019: App-Entwicklung zum Sammeln von Lebensmitteldaten
- Masterarbeit: David Scholz (2019) Vergleich von traditionellen und intelligenten Verfahren beim Mappen von Zutatenlisten mit einer Lebensmittelnährwertabelle
- Masterarbeit extern mit der TUI von der Uni Würzburg: Julia Besendorf (2020): Prozess zur simultanen Entwicklung von Markenidentität und Geschäftsmodell bei Start-ups - Evaluation potenzieller Synergieeffekte anhand der Fallstudie „Back to the Roots“
- Masterarbeit mit der Uni Lüneburg, Lia Fichtner (2020): Analysis of Consumers' Perception of a Mobile App Providing Sustainability-related Information on Food Products

An der MLU: Vergabe von Bachelor- und Masterarbeiten zu Lebensmittelgruppen. Dabei analysierten die Studierenden jeweils ca. 150-250 Lebensmittel und werteten diese hinsichtlich der Gesundheitsqualität mit dem nutriRECIPE-Index aus:

- Al-Fakih M (2020): Gesundheitliche Bewertung von Rezepturen im Lebensmitteleinzelhandel am Beispiel von zuckerfreien, glutenfreien, laktosefreien und für Diabetiker geeigneten Lebensmitteln. Masterarbeit
- Anlia J M (2019): Ernährungsphysiologische Bewertung von Süßwaren im Lebensmitteleinzelhandel und deren gesundheitliche Wirkungen. Bachelorarbeit

- Christen C (2019): Ein ernährungsphysiologischer Vergleich von Naturjoghurt und Fruchtjoghurtvarianten. Bachelorarbeit
- Döhler M (2019): Ernährungsphysiologische Bewertung von gereiften Käsen im Lebensmitteleinzelhandel. Bachelorarbeit
- Hödl A (2020): Eine ernährungsphysiologische Bewertung von verarbeiteten Lebensmitteln im Einzelhandel: Sortimentsbereich Soßen und Dips. Bachelorarbeit
- Pokoj C (2019): Ernährungsphysiologische Bewertung von Suppen und Eintöpfen (Konserven) und Vergleich mit Referenzwerten der deutschen Gesellschaft für Ernährung. Bachelorarbeit
- Sinaga C A F (2019): Ernährungsphysiologische Bewertung von Snacks, Knabbereien und Nüssen im Lebensmitteleinzelhandel. Bachelorarbeit
- Voigt J (2019): Ernährungsphysiologische und gesundheitliche Bewertung von Wurstprodukten im Lebensmitteleinzelhandel. Bachelorarbeit
- Wiratama E (2019): Ernährungsphysiologische Bewertung von Tiefkühlgemüse und Tiefkühlpizzen im Lebensmitteleinzelhandel. Bachelorarbeit
- Desogus A (2020): Ernährungsphysiologische Bewertung von Frühstückscerealien. Bachelorarbeit
- Opitz A (2020): Ernährungsphysiologische Bewertung von Teigwaren des italienischen Lebensmitteleinzelhandels. Bachelorarbeit
- Szczygiol P (2020): Ernährungsphysiologische Bewertung von veganen Aufstrichen. Bachelorarbeit
- Borisova Z (2021): Bewertung von Frucht- und Gemüsesäften im Lebensmitteleinzelhandel im Hinblick auf ernährungsphysiologische Eigenschaften. Bachelorarbeit
- Buchhardt A (2021): Ernährungsphysiologische und gesundheitliche Beurteilung von Energie- und Proteinriegeln aus dem Lebensmitteleinzelhandel. Masterarbeit
- Friedrich K (2021): Ernährungsphysiologische und gesundheitliche Beurteilung von Fischkonserven im Lebensmitteleinzelhandel. Masterarbeit
- Schlarbaum L (2021): Ernährungsphysiologische Bewertung von verpackten Salaten im Lebensmitteleinzelhandel. Masterarbeit
- Schneider S (2021): Ernährungsphysiologische Bewertung von verpackten Brot- und Backwaren aus dem Lebensmitteleinzelhandel. Masterarbeit
- Täubert L (2021): Ernährungsphysiologische Bewertung von verarbeiteten Lebensmitteln im Einzelhandel: Sortimentsbereich Backmischungen. Bachelorarbeit

4.3. Wissenschaftliche Veröffentlichungen

- Projektvorstellung mit Posterbeitrag auf der DGE Tagung 2019, Gewinn eines Posterpreises

- Vortrag zum methodischen Ansatz auf der Cross Cluster Conference 2021 der Ernährungscluster enable, nutriCARD, nutriACT, DietBB (Mai 2021)
- Wissenschaftliche Publikation – Bohn K, Amberg M, Forner F, Meier M, Stangl, G., Mäder P. (2022) „Estimating food ingredient compositions based on mandatory product labeling“, Journal of Food Composition and Analysis, 110, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157522001260?via%3Dihub>
- Wissenschaftliche Publikation: Forner F, Volkhardt I, Meier T, Christen O, Stangl GI (2021): The nutriRECIPE-Index - Development and Validation of a Nutrient-Weighted Index for the Evaluation of Recipes. BMC Nutrition, <https://bmcnutr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40795-021-00483-7>
- Zwei weitere Publikationen sind in Arbeit (Fichter et al. subm. und Schlarbaum et al.)

4.4. Vorträge in der breiten Öffentlichkeit

- Lange Nacht der Technik an der TU Ilmenau 2019
- Aussteller auf Woche der Umwelt im Juni 2021 (verschoben vom Juni 2020 auf digitales Format) <https://www.woche-der-umwelt.de/ausstellerKonkret/1517>

5. Fazit und Ausblick

Während der Projektlaufzeit haben wir einen Ansatz entwickelt, der automatisch Lebensmittel (Einzellebensmittel als auch Polyprodukte) hinsichtlich Umwelt und Gesundheit bewertet, und einen mobilen App-Prototypen entwickelt, der die Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit darstellt. Wie zu erwarten, wurden wir hierbei mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert. Die hohe Varianz der Zutatenlisten ist eines der Probleme für ein automatisiertes Parsing. Ein automatisiertes Parsing erwartet gleiche Zeichen für gleiche Sachverhalte. So werden runde Klammern häufig für das Anzeigen von Unterzutaten benutzt, aber manchmal eben auch um auf ein Allergen hinzuweisen oder darauf, dass eine Zutat z.B. „gehobelt“, „gehackt“ oder „gemahlen“ verarbeitet wurde. Vor diesem Hintergrund sind kontinuierliche Arbeiten am Parser notwendig, damit dieser Zutatenlisten automatisch auswerten kann.

Auch das Mapping der Zutaten mit der Lebensmitteldatenbank ist nicht trivial. Mit jedem menschlich kontrollierten Mapping verbessern wir zwar unseren Algorithmus, jedoch ist es unwahrscheinlich, dass wir über die Automatisierung ein 100% richtiges Mapping erhalten. Die Implementierung von händisch überprüfbaren Kontrollpunkten ist nötig, um das Verfahren zu standardisieren. Selbstlernende Verfahren könnten hier zum Einsatz kommen, die möglicherweise weniger fehleranfällig sind.

Für manche Lebensmittel funktioniert unser bisher verfolgter Optimierungsansatz nicht optimal. Das sind z.B. Lebensmittel, die sich während der Produktion bspw. durch einen Fermentationsprozess verändern, auf deren Zutatenliste jedoch lediglich die Grundzutaten angegeben sind. Hier müssen weitere Faktoren wie z.B. die Lebensmittelkategorie oder weitere Tests vorgenommen werden, um eine Berechnung zu ermöglichen.

Als kritisch stellte sich zudem die ökologische Bewertung der Verpackung heraus, da Gewichtsangaben und die Art der Verpackung nicht systematisch im LEH vorliegen. Die

Zusammenarbeit mit den Unternehmen zeigte jedoch, dass diese Informationen leicht ausgewertet werden können, wenn eine Datenbereitstellung erfolgt.

Die Nutzer_innenstudie hat das Potential unseres Ansatzes gezeigt - insbesondere hinsichtlich der Umwelt- und Gesundheitsbewertung. So werden eher gesundheitlich interessierten Nutzer_innen auch die ökologischen Auswirkungen bewusst gemacht.

Abschließend lässt sich feststellen, dass eine großteils automatisierte Bewertung der Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen von Lebensmitteln möglich ist. Über allgemeine Annahmen, z.B. dass die Herkunft über die Handelsbilanz berechnet wird, erreicht ein Produkt mit gleicher Zutatenliste und Nährwerten auch gleiche Bewertungen. Limitierend ist somit die Verfügbarkeit von Detaildaten. Momentan sind nur in Zusammenarbeit mit Hersteller_innen spezifischere Bewertungen möglich. Gleichsam hat sich durch die Zusammenarbeit mit Unternehmen gezeigt, dass auch sie ein großes Interesse haben, ihre produktspezifischen Nachhaltigkeitsleistungen zu kommunizieren und auch einzelne Produkte zu optimieren.

Literaturverzeichnis

DGE (2013): Umsetzung der D-A-CH-Referenzwerte in die Gemeinschaftsverpflegung, DGE (2013): D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr 2017, DGE (2015)

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) (Hg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr 2. (2018) Auflage, 4. aktualisierte Ausgabe 2018, Bonn

van Dooren, C. A review of the use of linear programming to optimize diets, nutritiously, economically and environmentally. *Frontiers in nutrition*, 5:48; 48–48, 06 2018. doi: 10.3389/fnut.2018.00048.

Ecoinvent (2019): Simapro-Software-Paket, Version 8.5. PRe-Consultants B.V.

Ernst JB, Arens-Azevêdo U, Bitzer B, Bosy-Westphal A, de Zwaan M, Egert S, Fritsche A, Gerlach S, Hauner H, Heseker H, Koletzko B, Müller-Wieland D, Schulze M, Virmani K, Watzl B, Buyken AE für Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes Gesellschaft und Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Quantitative Empfehlung zur Zuckerzufuhr in Deutschland. Bonn, 2018

European Commission (2010): ILCD handbook. General guide for life cycle assessment: Detailed guidance. Publications Office of the European Union, Luxembourg

EU-Kommission 2012: Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011: Leitfaden in Bezug auf die Festlegung von Toleranzen für auf dem Etikett angegebene Nährwerte, <https://www.bll.de/embed/europaeische-kommission-gd-gesundheit-leitfadentoleranzen>.

FAO SAFA (2013): Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems Guidelines (SAFA). Natural resources management and environment department, Food and Agriculture Organisation (FAO), Rom

Fichtner, Lia (2020): Analysis of Consumers' Perception of a Mobile App Providing Sustainability-related Information on Food Products, Masterarbeit, University Lüneburg

Food SCP Round Table (2013): ENVIFOOD Protocol – Environmental Assessment of Food and Drink Protocol, Version 1.0. Food SCP Round Table, Brüssel

Frischknecht, R., & Knöpfel, S. B. (2013). Swiss eco-factors 2013 according to the ecological scarcity method. Methodological fundamentals and their application in Switzerland. *Environmental studies*, 1330.

GLAD (2021): The Global LCA Data Access network, <https://www.globalcadataaccess.org/> (23.09.2021)

Grimm, C.; Hülsbergen, K.-J. (Hg.) (2009): *Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle*. Berlin: Erich Schmidt

Humayun MA, et al. Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique. *Am J Clin Nutr.* (2007)

IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

ISO 14040/14044 (2006): *Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and framework*. International Organization for Standardization, Genf.

ISO 14046 (2014): *Environmental management -- Water footprint -- Principles, requirements and guidelines*. International Organization for Standardization, Genf.

ISO 14067 (2013): *Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication*. International Organization for Standardization, Genf.

Jungbluth, N., C. Nathani, M. Stucki, M. Leuenberger (2011): *Environmental Impacts of Swiss Consumption and Production. A combination of input-output analysis with life cycle assessment*. Federal Office for the Environment, Bern. *Environmental studies no. 1111*. S. 171ff.

Lamarine, M., J. Hager, W. H. M. Saris, A. Astrup, and A. Valsesia. Fast and accurate approaches for large-scale, automated mapping of food diaries on food composition tables. *Frontiers in Nutrition*, 5: 38, 2018. ISSN 2296-861X. doi: 10.3389/fnut.2018.00038.

Laux et al. (2009): *Subjektive Investitionsbewertung, Marktbewertung und Risikoteilung*

Laugwitz, B., T. Held and M. Schrepp, "Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire," *USAB 2008, LNCS 5298*, pp. 63–76, 2008.

Marcoe, K. and Haytowitz, D. Estimating nutrient values of mixed dishes from label information. *Food Technology*, 47(4):69–8, 1993.

Meier, T., O. Christen (2012b): *Environmental impacts of dietary recommendations and dietary styles - The example of Germany*. *Journal of Environmental Science and Technology* 47 (2): S. 877–888.

Meier, T.; Christen, O.; Jahreis, G.; Semler, E.; Schrode, A.; Voget-Kleschin, L.; Artmann, M. (2014): *Balancing virtual land imports by a shift in the diet: Using a land balance approach to assess the sustainability of food consumption*. In: *Appetite* 74: 20-34

Meier, T. (2015): *Nachhaltige Ernährung im Spannungsfeld von Umwelt und Gesundheit - Potenziale von Ernährungsweisen und vermeidbaren Lebensmittelverlusten*. In: *Ernährungs Umschau International*, 02/15: 22-33.

Meier T, Grauwinkel U, Forner F, Volkhardt V, Stangl G, Christen O (2018): *Gesundheitliche und ökologische Auswertung von 610 Rezepturen in der Außerhausverpflegung: Analyseergebnisse der Bilanzierungsmethode susDISH*. In: Teitscheid P, Langen N, Speck M, Rohn H (2018): *Nachhaltig außer Haus essen – Von der Idee bis auf den Teller*. Oekom Verlag, München

Meier T, von Borstel T, Welte B, Hogan B, Finn SM, Bonaventura M, Friedrich S, Weber K, Dräger de Teran T (2021): *Food waste in healthcare, business and hospitality catering: composition*,

environmental impacts and reduction potential on company and national levels. In: Sustainability, 13, 3288.

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577-1600.

Rafii M, et al. Dietary Protein Requirement of Men >65 Years Old Determined by the Indicator Amino Acid Oxidation Technique Is Higher than the Current Estimated Average Requirement . *J Nutr.* (2016)

Rafii M, et al. Dietary protein requirement of female adults >65 years determined by the indicator amino acid oxidation technique is higher than current recommendations . *J Nutr.* (2015)

Schmidt, T., B. Osterburg (2020): Berichtsmodul Landwirtschaft und Umwelt in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Tabellen für die Berichtsjahre 1991, 1995, 1999, 2003, 2007 und 2010, Thünen-Institut, Braunschweig. (<https://www.thuenen.de/de/ma/projekte/berichtsmodul-landwirtschaft-und-umwelt-in-den-umweltoekonomischen-gesamtrechnungen/>)

Tang M, et al. Assessment of protein requirement in octogenarian women with use of the indicator amino acid oxidation technique . *Am J Clin Nutr.* (2014)

Shi, J., V. H. Visschers, N. Bumann, and M. Siegrist (2018). Consumers' climate-impact estimations of different food products. *Journal of Cleaner Production*, 172:1646 – 1653, 2018. ISSN 0959- 6526. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.140>.

Soetaert, K. Van den Meersche, and D. van Oevelen. *limsolve: Solving linear inverse models in R*. 2009. R package 1.5.1.

UNEP, SETAC (2011): Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases – A Basis for Greener Processes and Products, “Shonan Guidance Principles”. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative

United Nations 2016, Sustainable Development Goal 12: Sustainable consumption and production, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production>, 20.11.2016.

Volgmann L (2021): Treibhausgas-Emissionen von Lebensmitteln: statistische Modellierung von Emissionen aus direct land use change (dLUC), Masterarbeit Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Weingarten, P., J. Bauhus, U. Arens-Azevedo et al. (2016): Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz und des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin.

Westrich, B. J., Buzzard, I. M. , Gatewood, L. C. and McGovern, P. G. Accuracy and efficiency of estimating nutrient values in commercial food products using mathematical optimization. *Journal of Food Composition and Analysis*, 7(4):223–239, 1994.

Willett, W., et al. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492.

World Health Organization (WHO): Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva; 2015.

Zampori, Pant (2019): Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. JRC Technical Reports; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 76.

Anhang

- Anhang 1: Messtafeln für die Woche der Umwelt 2021
- Anhang 2: Bohn K, et al. (2022), „Estimating food ingredient compositions based on mandatory product labeling“, *Journal of Food Composition and Analysis*.
- Anhang 3: Forner, F., Volkhardt, I., Meier, T., Christen, O., & Stangl, G. I. (2021). The nutriRECIPE-Index-Development and Validation of a Nutrient-Weighted Index for the Evaluation of Recipes. Eingereicht beim OpenAccess-Journal BMC Nutrition.