



# Daten- und Verwendungsrichtlinien Food Impacts Toolkit

Teil des IKI-Projekts Climate  
Impacts of Food (CLIF)

Hamburg, 13. November 2024

## Inhalt

1	Einführung	2
2	Methodik	3
2.1	Methodenüberblick Ökobilanz	4
2.2	Folgenabschätzung und Berechnung der Gesamtpunktzahl	6
2.2.1	Lebensmittelspezifische Folgenabschätzung	9
2.2.2	Einschließlich Auswirkungen auf die biologische Vielfalt	9
2.2.3	Normalisierung der Ergebnisse der Wirkungskategorien	10
2.2.4	Gewichtung der Ergebnisse	11
2.3	Methodische Grenzen und Herausforderungen	13
3	Toolkit zu den Auswirkungen von Lebensmitteln	13
3.1	Ziel des Projekts	14
3.2	Implementierte Funktionalität	15
3.3	Erstellung von Proxy-Datensätzen	16
3.3.1	Regionale Faktoren	16
3.3.2	Geeignete Datensätze für die Erstellung von Proxys	17
3.4	Einschränkungen von FIT	18
4	Wie man FIT verwendet	19
4.1	Bereitstellung	19
4.1.1	Lokale Bereitstellung	20
4.1.2	Konfigurationsdateien	20
4.1.3	Erhebung der erforderlichen Daten	21
4.1.4	Erstellen von Datenbanken	22
4.2	Verwendung durch das Frontend	24
4.2.1	Wie Sie Informationen von FIT erhalten	25
4.2.2	Was sagt das Ergebnis aus?	25
5	Referenzen	28
6	Impressum	29

# 1 Einführung

Die Nahrungsmittelproduktion ist einer der Hauptverursacher anthropogener Umweltbelastungen, insbesondere durch die Rolle der Landwirtschaft bei der Überschreitung mehrerer planetarer Grenzen. Laut Campbell et al. (2017) ist die Landwirtschaft für etwa 80 % der Landnutzungsveränderungen und des Verlusts der biologischen Vielfalt sowie für 84 % des weltweiten Süßwasserverbrauchs verantwortlich. Der Sektor bedingt auch einen Großteil die Nährstoffverschmutzung: er ist für rund 85 % der vom Menschen verursachten Stickstoffflüsse und über 90 % der Phosphorflüsse verantwortlich. Schließlich schätzen die Autoren, dass die Landwirtschaft zu etwa 25 % zum anthropogenen Klimawandel beiträgt.

Die Auswirkungen der Landwirtschaft auf das Erdsystem sind zwar beträchtlich, aber die Ernährungsgewohnheiten des:der Einzelnen können einen großen Einfluss darauf haben, wie groß die daraus resultierenden Umweltauswirkungen sind (siehe z.B. Willett et al., 2019; Poore & Nemecek, 2018). Zusammen mit der Verringerung der Lebensmittelverschwendung in allen Teilen der Wertschöpfungskette ist die Änderung der Ernährungsgewohnheiten daher einer der wichtigsten Hebel zur Verringerung der Umweltauswirkungen von Lebensmitteln.

Um umweltfreundlichere Entscheidungen treffen zu können, benötigen Verbraucher und Anbieter von Mahlzeiten Informationen über die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln. Diese Informationen werden ihnen jedoch in der Regel nicht zur Verfügung gestellt, so dass es ihnen schwer fällt, fundierte Entscheidungen zu treffen, selbst wenn sie den ökologischen Fußabdruck ihrer Mahlzeiten verbessern möchten. Hier liegt der Schwerpunkt des IKI-CLIF-Projekts: das Ziel ist, Verbraucher und Anbieter von Mahlzeiten mit klaren, zugänglichen Informationen auszustatten, die sie benötigen, um Schritte in Richtung einer umweltfreundlicheren Ernährungsweise zu unternehmen.

Ein leistungsfähiges Instrument zur Gewinnung dieser Informationen ist die Ökobilanz (LCA von engl. *Life Cycle Assessment*), eine bewährte Methode zur Bewertung der Umweltauswirkungen von Produkten. Bei der Ökobilanz werden die Emissionen und der Ressourcenverbrauch während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts modelliert. Dieses Instrument bietet einen umfassenden Überblick über die Umweltauswirkungen in Kategorien wie Klimawandel, Ressourcenverbrauch, Qualität der Ökosysteme und menschliche Gesundheit. Die ganzheitliche Betrachtung trägt dazu bei, das sogenannte *Burden Shifting* zu vermeiden, bei dem ein Produktsystem im Hinblick auf die Verringerung der Auswirkungen in einer Umweltkategorie (z. B. Klimawandel) optimiert wird, jedoch auf Kosten der ungewollten Erhöhung der Auswirkungen in anderen Kategorien.

Um die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln effektiv zu modellieren, sind umfangreiche Daten erforderlich, die oft nicht verfügbar sind. Aus diesem Grund spielen Datenbanken für generische Lebensmittelprodukte eine wichtige Rolle bei der Modellierung der Auswirkungen von Lebensmitteln. Zur Bereitstellung von Daten zu den Auswirkungen verschiedener Lebensmittel werden in den

Datenbanken produktübergreifend einheitliche Modellierungsannahmen angewandt, was für die Vergleichbarkeit der verschiedenen Produkte sehr wichtig ist.

Im Rahmen des CLIF-Projekts war das Ziel, Informationen über Lebensmittelprodukte auf einfache, zugängliche und flexible Weise bereitzustellen, die für Nutzer:innen in verschiedenen Regionen relevant sind, einschließlich Partnern in Thailand, Südafrika und Paraguay. Um dies zu erreichen, haben wir ein frei verfügbares, quelloffenes Tool namens *Food Impacts Toolkit* (FIT) entwickelt. FIT ist derzeit ein Prototyp und berechnet die Auswirkungen einzelner Produkte und Rezepte und stellt die Daten auf flexible Weise zur Verfügung, so dass sie für verschiedene Nutzergruppen angezeigt werden können. FIT ist für eine globale Anwendung konzipiert, indem regionale Datensätze angepasst werden, um die Umweltauswirkungen in verschiedenen Gebieten abzuschätzen.

Da die Datenverfügbarkeit begrenzt ist, haben wir eine öffentlich zugängliche französische Datenbank verwendet (mehr dazu in Abschnitt 2.1). Dadurch konnten wir zwar viele Produkte für einen geografischen Kontext bereitstellen, doch fehlten meist Daten für andere Regionen. Um Produkte aus mehr Regionen bereitstellen zu können, wurde eine Proxy-Methode entwickelt, die verschiedene Produktionsregionen besser repräsentiert. Abgesehen davon regen wir die Einbeziehung weiterer Produktdaten an, die für zusätzliche Regionen und Produktionssysteme spezifisch sind, wobei stets zu berücksichtigen ist, dass einheitliche Modellierungsgrundsätze angewandt werden müssen, um die Vergleichbarkeit zu wahren.

Zu diesem Zweck werden in diesem Dokument zunächst die methodischen Entscheidungen dargelegt, die getroffen wurden, um zu den von uns vorgelegten Ergebnissen zu gelangen. Auf einen kurzen Überblick über die LCA-Methode folgen Einzelheiten darüber, welche Ergebnisse wir einbeziehen und wie wir zu ihnen gelangen. Neben der Erläuterung der einbezogenen Wirkungskategorien und ihrer Zusammenfassung zu einem einzigen Ergebnis werden in diesem Abschnitt auch die derzeitigen Einschränkungen beschrieben, die für die Nutzer von entscheidender Bedeutung sind. Der nächste Abschnitt befasst sich dann mit FIT und beschreibt, was das Ziel des Tools ist, welche Funktionen es implementiert, wie die Proxy-Daten, die das Tool liefert, erstellt wurden und was die (derzeitigen) Grenzen des Tools sind. Der Leitfaden enthält außerdem Anleitungen zum Einsatz des Tools und zur Interaktion mit ihm.

## 2 Methodik

Nach einem kurzen Überblick über die LCA-Methode werden in diesem Abschnitt die relevanten methodischen Entscheidungen (normative Entscheidungen) im Zusammenhang mit FIT/CLIF erläutert. Abschließend werden die methodischen Grenzen erörtert.

## 2.1 Methodenüberblick Ökobilanz

Die Ökobilanz ist ein etablierter und standardisierter Ansatz für den Vergleich der Auswirkungen von Produkten während ihres gesamten Lebenszyklus, d. h. einschließlich der Beschaffung von Rohstoffen, der Produktion von Vorprodukten und des Endprodukts, der damit verbundenen Transporte, der Produktnutzung, der Wartung und der Entsorgung am Ende des Lebenszyklus. LCA-Studien werden insbesondere durchgeführt, um die Umweltauswirkungen von Produkten zu messen und zu vergleichen, sie können aber auch zur Untersuchung der sozialen Auswirkungen (sLCA) eingesetzt werden.

Im Rahmen der Umweltbewertung decken Ökobilanzstudien ein breites Spektrum von Umweltaspekten ab, vor allem, um zu vermeiden, dass Umweltauswirkungen übersehen werden, indem man sich nur auf eine Teilmenge davon konzentriert. Die Ökobilanz wendet wissenschaftliche Prinzipien und Methoden an, um diese Auswirkungen so genau zu quantifizieren, wie es im Rahmen einer bestimmten Studie möglich und erforderlich ist. Die wichtigsten Schritte einer jeden LCA-Studie sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Überblick über die iterativen Phasen einer LCA-Studie.

Phase der LCA-Studie	Beschreibung
<b>Festlegung des Ziels</b>	In der Zieldefinition wird dargelegt, warum die Studie durchgeführt wird, für wen sie durchgeführt wird und welche spezifischen Fragen sie zu beantworten versucht.
<b>Festlegung des Untersuchungsrahmens</b>	Die Definition des Untersuchungsrahmens ergibt sich aus dem formulierten Ziel und umfasst Entscheidungen wie  Die funktionelle Einheit (FU) der Studie, die die Funktion oder Dienstleistung quantifiziert, für die die Auswirkungen bewertet werden Festlegung, welche Prozesse und Aktivitäten innerhalb der Systemgrenze des Produktsystems liegen und welche Teile des Lebenszyklus einbezogen werden müssen, um das Studienziel zu erreichen. Entscheidung darüber, welche Umweltauswirkungen des Produktsystems bewertet werden sollen und welche Methoden der Umweltverträglichkeitsprüfung verwendet werden sollen. Entscheidung über die geografischen und zeitlichen Grenzen des Produktsystems.
<b>Sachbilanz (LCI)</b>	Bei der Erstellung der Sachbilanz (auch <i>Life Cycle Inventory</i> - LCI) werden Informationen über die physikalischen Ströme des Produktsystems (Inputs von Ressourcen, Materialien, Vorprodukten, Produkten, Energie; Outputs wie Abfallstoffe, Stoffemissionen, Wertstoffe) für alle Prozesse und Aktivitäten innerhalb der Systemgrenze gesammelt und quantifiziert.  Aufgrund des Umfangs und der Komplexität der Bestandsaufnahme werden für Hintergrundsysteme in der Regel Sekundärdaten und generische Daten verwendet. Die fertige Analyse ergibt die Sachbilanz .
<b>Wirkungsabschätzung</b>	Ausgehend von der Sachbilanz werden bei der Wirkungsabschätzung die physikalischen Ströme des Produktsystems in Umweltauswirkungen übersetzt, indem Erkenntnisse und Modelle aus den Umweltwissenschaften angewendet werden. In der Regel werden diese Modelle in Gruppen angewendet. Dies ist bei der EF-Methode der Fall, die 16 verschiedene Modelle und deren Indikatoren für die Abschätzung der Umweltwirkungen kombiniert.

<b>Auswertung</b>	Die Auswertung einer Ökobilanz zielt darauf ab, die wichtigsten Umweltauswirkungen des Produktsystems zu ermitteln, zu bewerten und sicherzustellen, dass die Ziele der Studie erreicht wurden. Die Auswertung veranlasst häufig die Iterationen der vorangegangenen Phasen: der Untersuchungsrahmen wird verfeinert und die Sachbilanz bei Bedarf aktualisiert. Es kann auch erforderlich sein, zusätzliche oder andere Modelle oder Indikatoren zur Bewertung der Auswirkungen zu verwenden.
-------------------	--

Die allgemeinen Grundsätze der Ökobilanz werden in den zugehörigen ISO-Normen beschrieben.<sup>1</sup> Diese Normen können jedoch nicht jeden Aspekt der Methodenumsetzung für jede Art von Produkt oder Dienstleistung abdecken - sie lassen unweigerlich Raum für Interpretationen. Aus diesem Grund wurden von verschiedenen Institutionen zahlreiche ergänzende Normen und Anleitungen entwickelt, um die Umsetzung der Methode weiter zu standardisieren und zu harmonisieren und so die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Studien und insbesondere innerhalb von Produktgruppen zu verbessern.

Auf europäischer Ebene wurde zu diesem Zweck die Methode des Environmental Footprint (EF) entwickelt. Auf Produktebene wird die Methode Product Environmental Footprint (PEF) genannt und umfasst eine wachsende Anzahl von Regeln für bestimmte Produktkategorien, die so genannten Produktkategorieregeln (PEFCR). Die Produktkategorieregeln legen fest, wie LCIs für bestimmte Produkttypen modelliert werden sollten. Ein exemplarisches Beispiel ist die Zuordnung von Lasten: Sobald Produktsysteme mehr als eine Funktion haben, wie es bei tierischen Produktsystemen häufig der Fall ist (z.B. bei der Produktion von Milch, Fleisch und Leder aus Rindersystemen), sind gemeinsame Allokationsprinzipien und -richtlinien erforderlich, um die Vergleichbarkeit von Studien zu gewährleisten. Die Allokation spielt auch bei pflanzlichen Produktsystemen eine Rolle (z. B. zwischen der Hauptfrucht und den übrigen Pflanzenteilen, die als Tierfutter verkauft werden).

Abgesehen von kongruenten Regeln erfordert die Modellierung der Umweltauswirkungen von Lebensmitteln eine Vielzahl von Daten. Da die Datenverfügbarkeit begrenzt ist, greifen Ökobilanzierer:innen üblicherweise auf Datenbanken zurück, die eine generische Version der erforderlichen Prozesse enthalten. Dies ist ein zulässiger Ansatz für die Modellierung des Hintergrundsystems, d. h. von Komponenten wie vorgelagerten Gütern und Dienstleistungen (z. B. Strom, Treibstoff, Düngemittel, Transport, Bereitstellung von Rohstoffen), die in das Vordergrundsystem fließen. Das Vordergrundsystem besteht aus den wichtigsten Prozessen, die das Produktsystem ausmachen und für die in der Regel mehr Daten verfügbar sind.

In einer idealen Welt würden wir über ausreichende Daten und Ressourcen verfügen, um Ökobilanzstudien für die Lebensmittel, die wir im Supermarkt kaufen, unter Berücksichtigung des spezifischen Vordergrundsystems (Produktionsmethoden und Beschaffungsmodalitäten), das das betreffende Produkt kennzeichnet, durchzuführen. Die derzeitige Realität sieht jedoch so aus, dass auf generische

---

<sup>1</sup> Es handelt sich um die Normen ISO 14040:2006, einschließlich der Änderung ISO 14040:2006/Amd 1:2020, und ISO 14044:2006/Amd 2:2020, einschließlich der Änderungen ISO 14044:2006/Amd 1:2017 und ISO 14044:2006/Amd 2:2020.

Produkte zurückgegriffen werden muss, da für die meisten angebotenen Produkte keine LCA-Daten vorliegen.

Im Rahmen dieses Projekts wurde sich aus mehreren Gründen für die Nutzung der öffentlichen französischen Datenbank Agribalyse<sup>2</sup> entschieden. Erstens bietet Agribalyse eine breite Palette von Produkten, da es darauf abzielt, die wichtigsten auf dem französischen Markt erhältlichen Lebensmittel zu erfassen. Gegenwärtig umfasst Agribalyse etwa 2.700 Produkte (einschließlich verarbeiteter Lebensmittel und Fertiggerichte). Zweitens ist Agribalyse kostenlos verfügbar, was die Zugänglichkeit der Projektergebnisse erhöht. Darüber hinaus ist Agribalyse weitgehend methodisch konsistent mit der EF-Methode sowie mit den wichtigsten von ihr genutzten Datenbanken (ecoinvent, World Food LCA Database).

Der Nachteil dieses Ansatzes ist, dass wir bisher hauptsächlich mit Daten arbeiten, die spezifisch für den französischen Kontext sind und daher weniger auf andere Regionen übertragbar sind. Um dem entgegenzuwirken, haben wir im Rahmen des Prototyps eine Proxy-Berechnungsmethode als Zwischenlösung implementiert (siehe Abschnitt 3.3 für Details). Wir möchten betonen, dass weitere Daten erforderlich sind, um die Aussagekraft der Folgenabschätzung für eine wachsende Zahl von Regionen und Produktionssystemen zu erhöhen.<sup>3</sup>

## 2.2 Folgenabschätzung und Berechnung der Gesamtpunktzahl

Wie bereits erwähnt, ermöglicht die Folgenabschätzung ein Verständnis der Auswirkungen, die das Produktsystem auf verschiedene Umweltaspekte hat. Die Auswirkungen werden in Form von Indikatoren für Wirkungskategorien ausgedrückt (z. B. GWP<sub>100</sub> für den Klimawandel), die verschiedene Einheiten verwenden; einen Überblick über die verwendeten Wirkungskategorien, ihre Indikatoren und Einheiten gibt Tabelle 2. Die Tabelle umfasst auch eine Bewertung der Robustheit jedes Modells (von sehr robust (I) bis am wenigsten robust (III)). Die Robustheit drückt die Genauigkeit der Wirkungsmodellierung aus.

Die Ergebnisse der Auswirkungskategorien können separat angegeben werden, sie können aber auch zu einer einzigen Punktzahl (oder zu mehreren Teilpunktzahlen verwandter Indikatoren) zusammengefasst werden, um die Interpretierbarkeit der Ergebnisse zu verbessern und einen einfacheren Vergleich der Umweltleistung von Produkten zu ermöglichen. Für die Berechnung der kombinierten Punktzahl(en) sind verschiedene Schritte erforderlich: Zunächst müssen die verschiedenen Indikatoreinheiten normalisiert werden (siehe Abschnitt 2.2.3 für Einzelheiten). In einem zweiten Schritt werden die einzelnen Kategorien gewichtet, d. h. ihre relative Bedeutung für das Ergebnis der

---

<sup>2</sup> Es wurde die Version 3.1 von Agribalyse verwendet, die über die Projekt-Homepage <https://doc.agribalyse.fr/documentation-en> abrufbar ist (zuletzt besucht am 06.11.2024).

<sup>3</sup> In diesem Zusammenhang wird im Rahmen des europäischen LIFE-Projekts ECO FOOD CHOICE eine Methode entwickelt, mit der Daten aus Agribalyse auf andere Regionen extrapoliert werden können. In Zukunft kann diese Methode zur Erstellung nationaler Datenbanken verwendet werden und somit validere Informationen auf regionaler Ebene liefern.

Gesamtbewertung bestimmt. Optional kann die Robustheit der Methode berücksichtigt werden, was üblicherweise geschieht, um die Gewichtung robusterer Modelle im Vergleich zu solchen, die eine größere Unsicherheit aufweisen, zu erhöhen. Diese Schritte sind in hohem Maße normativ, da es keine objektive Möglichkeit gibt, sie durchzuführen: verschiedene Interessengruppen werden die relative Bedeutung von Umweltauswirkungen unterschiedlich beurteilen. Daher wurde im Rahmen der EF-Methode ein umfassender Multi-Stakeholder-Prozess unter Beteiligung von Experten und Nicht-Experten durchgeführt, um die Gewichtungsfaktoren abzuleiten (Sala et al., 2018).

Tabelle 2: Von FIT verwendete Methoden zur Folgenabschätzung; stimmt mit EF 3.1 überein und die meisten Informationen wurden der entsprechenden Veröffentlichung (Zampori & Pant, 2019) entnommen; Kategorie "Auswirkungen auf die biologische Vielfalt" hinzugefügt; schattierte Kategorien wurden aufgrund der Delphi-Ergebnisse aufgenommen.

Auswirkungskategorie (& Abkürzung) (* = Nicht-EF)	Indikator der Wirkungskategorie	Einheit	Modell zur Charakterisierung <sup>4</sup>	Robustheit
Der Klimawandel (CC)	Strahlungsantrieb als globales Erwärmungspotenzial (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> e	Basislinienmodell für 100 Jahre des IPCC (basierend auf IPCC 2013)	I
Zerstörung der Ozonschicht (ODP)	Ozonabbaupotenzial (ODP)	kg CFC-11-Äq.	Stationäre ODPs wie in (WMO 2014 + Integrationen)	I
Humantoxizität, Krebs (HTC)	Vergleichende Toxische Einheit für den Menschen (CTU)h	CTUh	USEtox-Modell 2.1 (Fankte et al, 2017)	III
Humantoxizität, Nicht-Krebs (HTNC)	Vergleichende Toxische Einheit für den Menschen (CTU)h	CTUh	USEtox-Modell 2.1 (Fankte et al, 2017)	III
Feinstaub (PM)	Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit	Krankheitsgeschehen	Von UNEP empfohlene PM-Methode (UNEP 2016)	I
Ionisierende Strahlung, menschliche Gesundheit (IRHH)	Effizienz der menschlichen Exposition im Verhältnis zu U235	kBq U235 Äq.	Modell der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, entwickelt von Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)	II

<sup>4</sup> Falls diese Literatur nicht an anderer Stelle in diesem Dokument zitiert wird, beziehen Sie sich bitte auf Zampori & Pant (2019) für die betreffenden Referenzen.



Photochemische Ozonbildung, menschliche Gesundheit (OZF)	Anstieg der Ozonkonzentration in der Troposphäre	kg NMVOC-Äq.	LOTOSEUROS-Modell (Van Zelm et al, 2008), wie in ReCiPe 2008 implementiert	II
Versauerung (AP)	Kumulierte Überschreitung (AE)	mol H+ Äq.	Kumulierte Überschreitung (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	II
Eutrophierung, terrestrisch (EPT)	Kumulierte Überschreitung (AE)	mol N-Äq.	Kumulierte Überschreitung (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	II
Eutrophierung, Süßwasser (EPCW)	Anteil der Nährstoffe, die das Endkompartiment Süßwasser erreichen (P)	kg P Äq.	EUTREND-Modell (Struijs et al, 2009), wie in ReCiPe implementiert	II
Eutrophierung, Meer (EPM)	Anteil der Nährstoffe, die das marine Endkompartiment erreichen (N)	kg N-Äq.	EUTREND-Modell (Struijs et al, 2009), wie in ReCiPe implementiert	II
Ökotoxizität, Süßwasser (ETFW)	Vergleichende Toxikologische Einheit für Ökosysteme (CTU) je	CTUe	USEtox-Modell 2.1 (Fankte et al, 2017)	III
Landnutzung (LU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bodenqualitätsindex</li> <li>▪ Biotische Produktion</li> <li>▪ Erosionsbeständigkeit</li> <li>▪ Mechanische Filtration</li> <li>▪ Wiederauffüllung des Grundwassers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dimensionslos (pt)</li> <li>▪ kg biotische Produktion</li> <li>▪ kg Boden</li> <li>▪ m<sup>3</sup> Wasser</li> <li>▪ m<sup>3</sup> Grundwasser</li> </ul>	Bodenqualitätsindex auf der Grundlage von LANCA (Beck et al. 2010 und Bos et al. 2016)	III
Wasserverbrauch (WU)	Deprivationspotenzial der Nutzer (deprivationsgewichteter Wasserverbrauch)	m <sup>3</sup> world Äq.	Available Water Remaining (AWARE), empfohlen von UNEP, 2016	III
Ressourcennutzung, Mineralien und Metalle (RUMM)	Erschöpfung der abiotischen Ressourcen (ADP-Endreserven)	kg Sb-Äq.	CML 2002 (Guinée et al., 2002) und van Oers et al. 2002.	III
Ressourcennutzung, Fossil (RUF)	Erschöpfung der abiotischen Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP-fossil)	MJ	CML 2002 (Guinée et al., 2002) und van Oers et al. 2002	III

* Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, terrestrisch (BIOTER)	Wertzuwachs der biologischen Vielfalt (BVI)	BVI * m a <sup>2</sup>	(Lindner et al., 2019)	III
--	---	------------------------	------------------------	-----

### 2.2.1 Lebensmittelspezifische Folgenabschätzung

Die EF-Methode zielt darauf ab, Vergleiche zwischen verschiedenen Produktkategorien zu ermöglichen. Aus diesem Grund ist die Einbeziehung des gesamten Satzes von EF-Indikatoren sinnvoll. Im Zusammenhang mit dem Vergleich von Lebensmitteln wurde versucht, die wichtigsten Umweltauswirkungen von Lebensmitteln zu ermitteln und die Anzahl der bewerteten Wirkungskategorien entsprechend zu reduzieren.

Im Rahmen des CLIF-Projekts wurde eine Delphi-Studie<sup>5</sup> durchgeführt, um diese Kategorien zu ermitteln und dadurch die Anzahl der Auswirkungskategorien zu verringern. Die zentrale Frage der Studie lautete: "Welches sind die wichtigsten Umweltauswirkungen von Lebensmitteln?" Zu den Teilnehmern gehörten Interessenvertreter des Lebensmittelsektors aus vier Ländern (Deutschland, Paraguay, Südafrika und Thailand) sowie internationale LCA-Experten für Lebensmittel. Die zugrundeliegende Hypothese für eine Reduktion der Wirkungskategorien ist, dass die Lebensmittelproduktion einen charakteristischen Beitrag zur Überschreitung bestimmter planetarer Grenzen leistet (Campbell et al., 2017) und daher nicht alle Umweltwirkungskategorien für Lebensmittel gleich bedeutend sind. Indem wir dies bei der Auswahl der Wirkungskategorien berücksichtigen, geben wir den Kategorien, die für Lebensmittel zentral sind, ein größeres relatives Gewicht und erhöhen gleichzeitig die Interpretierbarkeit der Ergebnisse. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der Delphi-Studie durch eine statistische Analyse der Agribalyse-Datenbank mittels multipler linearer Regressionsanalysen untermauert. Diese Ergebnisse bestätigen, dass die Analyse nur einer Wirkungskategorie (z. B. Klimawandel) nicht ausreicht, um die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln darzustellen. Zumindest die Auswirkungen der Wassernutzung müssen in eine einzige Bewertung einbezogen werden, besser noch die Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und viertens die Auswirkungen auf die Eutrophierung.

Die Indikatoren, die nach den Ergebnissen der Delphi-Studie aufgenommen wurden, sind in d Tabelle 2 blau schattiert. Die Gewichtung der einbezogenen Kategorien erfolgte danach, wie häufig sie von den Teilnehmenden als relevant angesehen wurden. Die daraus resultierenden Gewichtungsfaktoren finden sich in Tabelle 4.

### 2.2.2 Einschließlich Auswirkungen auf die biologische Vielfalt

Einer der Hauptmängel des EF-Indikatorensatzes ist das Fehlen einer Bewertung der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Um diese Lücke zu schließen, haben wir die von Lindner und Kollegen entwickelte Methode zur Bewertung der Auswirkungen auf die terrestrische Biodiversität

<sup>5</sup> Die Veröffentlichung der Studienergebnisse steht bevor.

herangezogen (Lindner et al., 2019, 2020; Lindner & Knüpffer, 2020). Die Methode verwendet Managementparameter, um zu bestimmen, wie weit ein bestimmtes Gebiet durch einen anthropogenen Eingriff (wie Landwirtschaft oder Bergbau) von einem natürlichen Zustand entfernt ist. Dieses Maß für die Natürlichkeit des Gebiets wird mit einem regionsspezifischen Ökoregionsfaktor kombiniert, der ausdrückt, wie wertvoll das Gebiet für die biologische Vielfalt ist (z. B. artenreich, mit endemischen oder bedrohten Arten). Dadurch werden die potenziellen Auswirkungen einer Aktivität auf die biologische Vielfalt quantifizierbar; die dafür verwendete Einheit ist das *Biodiversity Value Increment* (BVI). Wenn in diesem Dokument auf die Methode Bezug genommen wird, wird sie als BVI-Methode bezeichnet.

Die BVI-Methode wurde als Ergänzung zur Agribalyse-Datenbank vorgeschlagen, und im Jahr 2022 wurde ein Projekt durchgeführt, um die Anwendbarkeit der Methode für die große Anzahl der in Agribalyse enthaltenen Produkte zu untersuchen (Lindner et al., 2022). Wir haben die Ergebnisse des Projekts, die über die Agribalyse-Website<sup>6</sup> öffentlich zugänglich sind, verwendet, um die in Agribalyse enthaltenen EF-Indikatoren zu ergänzen.

### 2.2.3 Normalisierung der Ergebnisse der Wirkungskategorien

Da die Indikatoren der Wirkungskategorien unterschiedliche Einheiten haben (vgl. Tabelle 2), ist eine Normalisierung notwendig, um die Ergebnisse in Bezug auf einen gemeinsamen Bezugspunkt ("Referenzeinheit") zu setzen. Zu diesem Zweck wird für alle einbezogenen Wirkungskategorie-Indikatoren die jährliche Belastung eines durchschnittlichen Weltbürgers ermittelt, d.h. innerhalb der Product Environmental Footprint-Methode werden die Normierungsfaktoren pro Kopf auf Basis eines globalen Wertes ausgedrückt. (Zampori & Pant, 2019, Kapitel 5.2.1) Die entsprechenden Normierungsfaktoren sind Teil des EF-Referenzpakets 3.1, das von der Europäischen Kommission bereitgestellt wird.<sup>7</sup>

Tabelle 3: Verwendete Normalisierungsfaktoren, wie im EF-Referenzpaket 3.1 angegeben; von der ADEME bereitgestellter Normalisierungsfaktor für die biologische Vielfalt.

Kategorie "Auswirkungen (* = Nicht-EF)	Einheit	Normalisierungsfaktor
Versauerung	mol H <sup>+</sup> eq./Person	5,56E+01
Der Klimawandel	kg CO <sub>2</sub> eq./Person	7,55E+03
Ökotoxizität, Süßwasser	CTU/Person	5,67E+04
EF-Feinstaub	Krankheitshäufigkeit/Person	5,95E-04
Eutrophierung, Süßwasser	kg P-Äq./Person	1,61E+00

<sup>6</sup> Die Ergebnisse und der entsprechende Bericht sind auf den Dokumentationsseiten zu finden: <https://doc.agribalyse.fr/documentation-en/agribalyse-data/documentation> (letzter Zugriff am 24.10.2024).

<sup>7</sup> Erreichbar über <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.html> (letzter Zugriff am 24.10.2024).

Eutrophierung, Meer	kg N-Äq./Person	1,95E+01
Eutrophierung, terrestrisch	mol N-Äq./Person	1,77E+02
Humantoxizität, Krebs	CTU <sub>h</sub> /Person	1,73E-05
Humantoxizität, nicht Krebs	CTU <sub>h</sub> /Person	1,29E-04
Ionisierende Strahlung	kBq U <sup>235</sup> eq./Person	4,22E+03
Landnutzung	pt/Person	8,19E+05
Zerstörung der Ozonschicht	kg FCKW-11-Äq./Person	5,23E-02
Photochemische Ozonbildung	kg NMVOC eq./Person	4,09E+01
Ressourcenerschöpfung, Fossilien	MJ/Person	6,50E+04
Ressourcenerschöpfung, Mineralien und Metalle	kg Sb-Äq./Person	6,36E-02
Wasserverbrauch	m <sup>3</sup> Wasseräquivalent des entzogenen Wassers/Person	1,15E+04
* Auswirkungen auf die biologische Vielfalt, terrestrisch	BVI * m <sup>2</sup>	1,35E+14

## 2.2.4 Gewichtung der Ergebnisse

Die Gewichtung erfolgt, um den Indikatoren eine relative Bedeutung zuzuweisen, bevor sie kombiniert werden, und beinhaltet eine optionale Robustheitsanpassung. Im Rahmen dieses Projekts wurden die folgenden sechs Gewichtungssätze verwendet:

- Gewichtung nach der **EF-Methode**, in Anlehnung an Sala et al. (2018) und unter Verwendung mehrerer Varianten:
  - Verwendung von **Robustheitsfaktoren im Bereich von 0,1 bis 1,0**, was bedeutet, dass eine geringere Robustheit die Gewichtung stark reduziert
  - Verwendung von **Robustheitsfaktoren im Bereich von 0,5 bis 1,0**, was bedeutet, dass eine geringere Robustheit die Gewichtung weniger stark reduziert
  - **Keine Verwendung von Robustheitsfaktoren**, was bedeutet, dass eine geringere Robustheit keinen Einfluss auf die Gewichtung hat.
- Gewichtung nach den Ergebnissen der **Delphi-Studie** und Anwendung der gleichen Robustheitsfaktorvarianten wie bei der EF-Methode (Tabelle 4)

## Gewichtung der biologischen Vielfalt

Da der EF-Satz durch die BVI-Methode ergänzt wurde, musste eine Entscheidung über die Gewichtung des Indikators getroffen werden. Es wurde beschlossen, das im Rahmen der Delphi-Studie ermittelte Gewichtungsverhältnis zwischen Klimawandel und biologischer Vielfalt zu verwenden, was bedeutet,

dass die Auswirkungen der biologischen Vielfalt sowohl in der erweiterten EF als auch im Delphi-Gewichtungsschema praktisch gleich gewichtet sind wie die Auswirkungen des Klimawandels.

### Robustheit der biologischen Vielfalt

Da die EF-Methode keinen Robustheitsfaktor für die Biodiversität vorsieht und die Robustheit des BVI-Indikators im Rahmen der Agribalyse-Studie mit III (geringe Robustheit) bewertet wurde, wurden die niedrigsten Robustheitsbewertungen in den jeweiligen Bereichen für die Gewichtungsvarianten angenommen, die die Robustheit einschließen (0,17 bzw. 0,57 (Sala et al., 2018, Table 30)).

Tabelle 4: Gewichtungs- und Robustheitsfaktoren für die modifizierte EF-Methode und den reduzierten Indikatorensatz aus der Delphi-Studie.

Name der Wirkungskategorie	Delphi-Gewichtung	Modifizierte EF-Gewichtung	Robustheitsfaktor (Skala 0,5-1,0)	Robustheitsfaktor (Skala 0,1-1,0)
Klimawandel	23,35	11,43	0,93	0,87
Zerstörung der Ozonschicht	0,00	4,94	0,08	0,60
Humantoxizität, karzinogene Effekte	0,00	6,03	0,57	0,17
Humantoxizität, nicht-karzinogene Effekte	0,00	5,21	0,57	0,17
Feinstaub	0,00	4,86	0,93	0,87
Ionisierende Strahlung, Humangesundheit	0,00	5,05	0,73	0,47
Photochemische Ozonbildung, Humangesundheit	0,00	4,22	0,77	0,53
Versauerung	0,00	4,38	0,83	0,67
Eutrophierung, terrestrisch	5,14	2,61	0,83	0,67
Eutrophierung, Süßwasser	5,56	2,83	0,73	0,47
Eutrophierung, Meer	5,12	2,61	0,77	0,53
Ökotoxizität, Süßwasser	19,76	5,42	0,57	0,17
Landnutzung	0,00	8,01	0,73	0,47
Wasserverbrauch	17,87	8,59	0,73	0,47
Ressourcennutzung, Mineralien und Metalle	0,00	5,92	0,08	0,06
Ressourcennutzung, fossil	0,00	6,53	0,08	0,06
Biodiversität, terrestrisch	23,21	11,36	0,57	0,17

## 2.3 Methodische Grenzen und Herausforderungen

Die Ökobilanz ist zwar ein leistungsfähiges Instrument zur Bewertung der Umweltauswirkungen, weist aber auch Einschränkungen auf, insbesondere bei Lebensmittelsystemen:

- **Ökosystemleistungen** (wie die Bodengesundheit oder die biologische Vielfalt) sind schwer zu modellieren und werden daher häufig nicht ausreichend quantifiziert. Infolgedessen kann der Nutzen eines Bioprodukts unterbewertet werden, da der Biolandbau in diesen Bereichen oft Vorteile hat. Wir haben dies mit der Einbeziehung der BVI-Methode adressiert, aber z.B. die Bodengesundheit wird immer noch nicht direkt berücksichtigt.
- Wie bereits erwähnt, stellen **die begrenzte Datenqualität und -verfügbarkeit**, insbesondere im Hinblick auf die verschiedenen landwirtschaftlichen Praktiken und regionalen Unterschiede, eine Herausforderung dar. Die Anbaumethoden variieren je nach lokalen Praktiken und Klimabedingungen, was es schwierig macht, repräsentative Daten zu erhalten. Diese Datenvariabilität bedeutet, dass Ökobilanzergebnisse ungenau sein können. Wenn extensive oder Bio-Produktionssysteme nicht explizit modelliert werden, werden ihre Stärken nicht erfasst.
- Die Wahl der **funktionalen Einheit** in Ökobilanzen für Lebensmittel stellt ebenfalls eine Herausforderung dar. In Ökobilanzen werden die Auswirkungen oft pro Kilogramm Produkt gemessen, aber dabei werden möglicherweise die Ernährungsqualität oder der Nutzen nicht berücksichtigt. Bio-Lebensmittel können geringere Hektarerträge haben, was in den LCA-Ergebnissen weniger effizient aussehen kann. Befürworter der Verwendung des Nährwerts als funktionale Einheit argumentieren, dass dies einen ausgewogeneren Vergleich von ökologischen und konventionellen Optionen ermöglichen würde.

Insgesamt ist bei der Interpretation der Ergebnisse Vorsicht geboten, wobei stets zu bedenken ist, dass die zugrundeliegenden Daten generisch sind und nicht alle Arten von Produktionssystemen und Regionen berücksichtigen, und dass die Folgenabschätzung nicht alle Umweltauswirkungen von Produktsystemen vollständig abdeckt (dennoch wird versucht, sie so vollständig und relevant wie möglich zu gestalten). Darüber hinaus sind die sozialen Auswirkungen nicht Teil der Bewertung, da sie den Rahmen des Projekts überschreiten.

## 3 Toolkit zu den Auswirkungen von Lebensmitteln

Im folgenden Abschnitt wird der Prototyp des Food Impacts Toolkit (FIT) auf konzeptioneller Ebene beschrieben, wobei auf seine Zielstellung, die implementierten Funktionen und die Bereitstellung von Proxydaten für Regionen eingegangen wird, die nicht Teil des von uns verwendeten Originaldatensatzes sind. Abschließend werden die derzeitigen Einschränkungen und Möglichkeiten für weitere Forschung und Entwicklung erläutert.

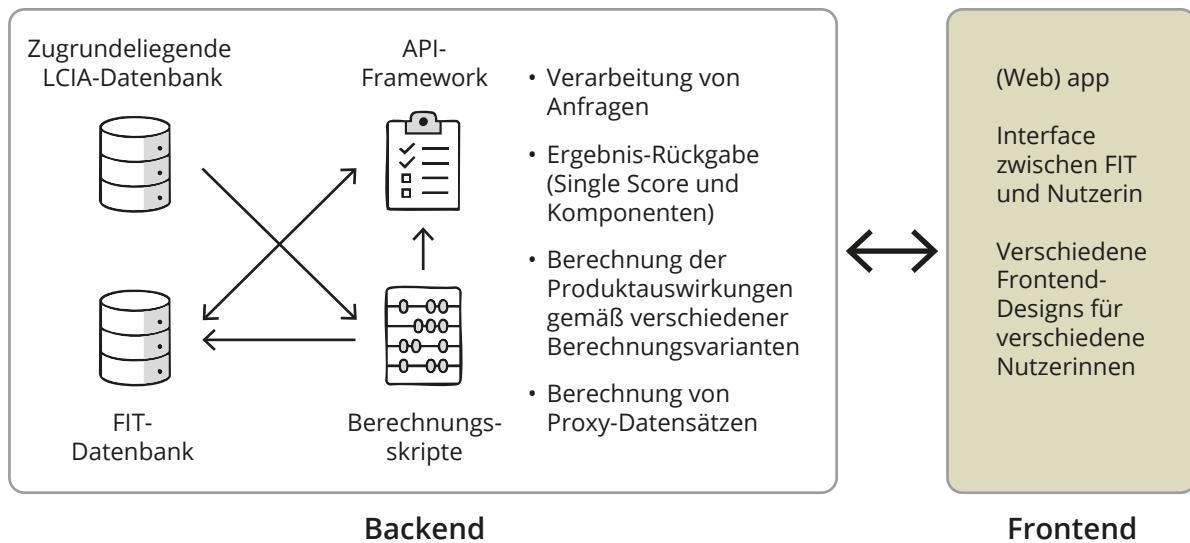


Abbildung 1: Grafischer Überblick über das FIT-Backend und seine Beziehung zum Frontend.

### 3.1 Ziel des Projekts

Das Projektziel für FIT ist die Entwicklung eines funktionalen Prototyps einer frei verfügbaren API, die Daten über die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln auf flexible Weise bereitstellt. Die Nutzer der API können dann verschiedene Arten der Darstellung der Informationen implementieren, um verschiedenen Zielgruppen gerecht zu werden (z. B. Endverbraucher, Essensanbieter).

Im Rahmen des Projekts wurde beschlossen, FIT auf der Ebene der Wirkungsabschätzungsergebnisse zu implementieren, was zwei Hauptvorteile hat: Erstens werden dadurch die Implementierungskosten gesenkt, da der Umgang mit Sachbilanzdaten wesentlich komplizierter ist. Dies hat jedoch zur Folge, dass die Anpassungsmöglichkeiten der in FIT inkludierten Datensätze begrenzt war.<sup>8</sup> Der zweite Vorteil ist die Lizenzierung: Für die Nutzung der Agribalyse-Daten auf Sachbilanzebene müssten Nutzer außerhalb Frankreichs eine ecoinvent-Lizenz erwerben, was bei den verwendeten Wirkungsabschätzungsergebnissen, die unter der französischen Etalab-Lizenz (vergleichbar mit der Creative Commons Attribution-Lizenz) zur Verfügung gestellt werden, nicht der Fall ist.

Die Wahl von Agribalyse und die Anwendung der EF-Methode zielen auch darauf ab, ein hohes Maß an Kongruenz mit bestehenden Datenbanken und Standards zu gewährleisten. Anstatt das Rad neu zu erfinden, wurde FIT in den Kontext bestehender Bemühungen eingebettet, ohne jedoch eine Art der Berechnung vorzuschreiben. Es ergänzt außerdem bestehender Bewertungsansätze (durch Einbeziehung der Auswirkungen auf die terrestrische biologische Vielfalt und durch alternative Gewichtungsschemata, siehe Abschnitt 2.2).

<sup>8</sup> Allerdings können natürlich komplexere Anpassungen an den Daten vorgenommen werden, bevor die Ergebnisse der Folgenabschätzung für die Verwendung in der API zur Verfügung gestellt werden.

Auf technischer Ebene wurde versucht, die API unter Verwendung aktueller Technologien zu implementieren, um die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen (z. B. durch den Aufbau einer containerisierten Anwendung und die Verwendung gängiger Datenaustauschformate).

### 3.2 Implementierte Funktionalität

Die API bietet eine Bewertung der Umweltauswirkungen für einzelne Produkte oder Rezepturen auf der Grundlage von LCIA-Daten. Die API wurde entwickelt, um flexible Abfragen und eine detaillierte Ergebnisdarstellung zu ermöglichen. Sie ermöglicht es den Nutzern, Rezepturen mit mehreren Bestandteilen unter Angabe von Mengen und optionalen Gewichtungsschemata einzureichen, und liefert umfassende Wirkungsabschätzungsergebnisse für alle Umweltkategorien und Lebenszyklusphasen.

Die wichtigsten Merkmale sind:

- **Flexible Dateneingabe:** Die Nutzer können Rezepte berechnen, indem sie Produkte mitsamt Mengen auflisten und optional ein Gewichtungsschema wählen. Jedes Produkt wird mit Daten zum geografischen Kontext versehen, um maßgeschneiderte Wirkungsberechnungen zu gewährleisten.
- **Bewertung der Umweltauswirkungen:** Die API berechnet die Umweltauswirkungen jedes einzelnen Produktes und des gesamten Rezepts, einschließlich der Aufschlüsselung nach Lebenszyklusphasen (z. B. landwirtschaftliche Phase und Verarbeitung) und Auswirkungskategorien (wie Klimawandel).
- **Aggregation, Bewertung und Einstufung:** Durch Methoden der Normalisierung, Gewichtung und Skalierung liefert die API einen zusammenfassenden Überblick über die Auswirkungen der einzelnen Elemente sowie über die Gesamtumweltauswirkungen des Rezepts. Dazu gehören eine einzige Punktzahl für die Bewertung auf höchster Ebene (Single Score), detaillierte Punktzahlen pro Lebenszyklusphase und Wirkungsabschätzungskategorie, sowie abgestufte Leistungsindikatoren (A bis E) für jede Kategorie, die eine verständliche und klare Interpretation der Ergebnisse gewährleisten.
- **Proxy-Daten:** Die API stellt Datensätze für mehr Regionen zur Verfügung, als dies bei Agribalyse ursprünglich der Fall war. Dadurch wird die Relevanz der Ergebnisse in verschiedenen geografischen Kontexten erhöht. Gleichzeitig werden diese Änderungen transparent gemacht: Wenn Daten geschätzt oder abgeleitet werden, gibt die API dies an, so dass die Nutzer:innen sehen können, welche Ergebnisse auf ursprünglichen Daten beruhen und welche durch die Anwendung der Proxy-Methode erzeugt wurden.
- **Organisierte Ausgabe:** Die API-Antwort enthält einen strukturierten Datensatz mit allgemeinen Rezepturinformationen, einzelnen und aggregierten Bewertungen sowie Details nach



Lebenszyklusphase und Wirkungskategorie. Dieser Datensatz ist für die einfache Integration in andere Analysetools oder Berichtsrahmen konzipiert.

- **Bereitstellung und Versionierung:** Die durch Versionskontrolle und Containerisierung verwaltete API wird für eine konsistente Bereitstellung und unkomplizierte Aktualisierungen verpackt. Docker erstellt isolierte Umgebungen, um eine zuverlässige Bereitstellung auf verschiedenen Systemen zu gewährleisten, während die git-Versionskontrolle eine nahtlose Zusammenarbeit und die Nachverfolgung von Aktualisierungen im Laufe der Zeit ermöglicht.

### 3.3 Erstellung von Proxy-Datensätzen

Qualitativ hochwertige Daten über die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln sind rar, so dass es schwierig ist, diese Auswirkungen in verschiedenen Regionen genau zu bewerten. Um diese Lücke zu schließen, wurden neue LCIA-Werte für Produkte in der Agribalyse-Datenbank geschätzt, indem Proxy-Datensätze erstellt wurden. Bei diesen Proxies werden die LCIA-Daten neu berechnet und mit bekannten Regionalfaktoren für relevante Zielregionen angepasst, um die Relevanz und Genauigkeit für diese Regionen zu verbessern.

#### 3.3.1 Regionale Faktoren

Ein **Regionalfaktor** ist bei Proxy-Berechnungen von wesentlicher Bedeutung, da er die Umweltauswirkungsdaten so anpasst, dass sie die spezifischen Bedingungen eines bestimmten Standorts widerspiegeln. Bei den Proxy-Berechnungen im Rahmen von FIT wurden die bestehenden Agribalyse-Daten als Ausgangspunkt verwendet und die regionalen Faktoren wurden geändert, um die Umweltbedingungen der Zielregion genauer darzustellen, wie in der folgenden Gleichung dargestellt:

$$Impact_{iB} = \frac{Impact_{iA}}{RF_{iA}} \times RF_{iB} \quad (1.0)$$

Wo:

- $Impact_{iB}$  ist die geschätzte Auswirkung  $i$  des Produkts in der neuen Region  $B$
- $Impact_{iA}$  ist die bekannte Auswirkung  $i$  des Produkts in der ursprünglichen Region  $A$
- $RF_{iA}$  ist der Regionalfaktor für den Wirkungsindikator  $i$  in der Region  $A$
- $RF_{iB}$  ist der Regionalfaktor für den Wirkungsindikator  $i$  in der neuen Region  $B$ .

Im Rahmen von FIT wurden neue Werte für zwei Wirkungskategorien geschätzt: den Wasser-Fußabdruck und den Biodiversitäts-Fußabdruck. Für die Schätzung des Wasser-Fußabdrucks wurde der A-WARE-Faktor (Boulay et al., 2018) angewendet und angepasst, indem der ursprüngliche Regionalfaktor durch den Faktor der Zielregion ersetzt wurde. In ähnlicher Weise wurde für den Biodiversitäts-

Fußabdruck das Biodiversity Value Increment (BVI, Lindner et al., 2019) verwendet und angepasst, indem der Ökoregionsfaktor der ursprünglichen Region durch den der gewünschten Region ersetzt wurde.

### 3.3.2 Geeignete Datensätze für die Erstellung von Proxys

Um Proxy-Datensätze zu erstellen, die die Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Erzeugnisse in neuen Regionen genau widerspiegeln, wurden Datensätze ausgewählt, die mit den in der FAOSTAT-Datenbank vorhandenen Kulturen verknüpft werden konnten. Die Datensätze wurden auf der Grundlage der folgenden Kriterien ausgewählt:

- **Leicht verarbeitete Monoprodukte:** Die ausgewählten Datensätze sollten in erster Linie leicht verarbeitete Monoprodukte repräsentieren, wie rohe oder minimal verarbeitete landwirtschaftliche Erzeugnisse. So sind beispielsweise geschälte und geröstete Erdnüsse ein geeigneter Datensatz, da sie nur einfache Verarbeitungsschritte beinhalten, die die vorgelagerten landwirtschaftlichen Verfahren nicht wesentlich verändern.
- **Ausschluss tierischer Produkte:** Die Tierhaltung bringt komplexe Aspekte mit sich, die tierische Erzeugnisse für diese Art der Erstellung von Proxys ungeeignet machen. Die wichtigsten Umweltauswirkungen für tierische Produkte sind nicht unbedingt mit der Haltung der Tiere selbst verbunden, sondern mit dem Futter, das sie verbrauchen, was sie mit Proxys für landwirtschaftliche Produkte unvereinbar macht.
- **Die meisten Getränke wurden ausgeschlossen:** Produkte wie abgefülltes Wasser, alkoholische Getränke und einige Erfrischungsgetränke wurden von der Proxy-Erstellung ausgeschlossen. Eine Ausnahme sind Pflanzendrinks (Hafermilch etc.), die häufig mit Milch verglichen werden. Im Vergleich zu Lebensmitteln haben Getränke aufgrund ihres hohen Wassergehalts oft geringe Auswirkungen. Aus diesem Grund liefert ein Vergleich mit festen Lebensmitteln unter Verwendung desselben Bewertungsschemas wenig aussagekräftige Erkenntnisse. Eine getränkespezifische Bewertung wurde im Rahmen dieses Projekts nicht durchgeführt.
- **Schwellenwert für den Anteil der Flächennutzung:** Es wurden nur solche Produkte verwendet, bei denen der Prozess mit dem größten Beitrag zur Flächennutzung mindestens 50 % der gesamten Flächennutzung ausmachte (nach den Daten *des BVI zu Agribalyse* (Lindner et al., 2022)). Es wurde davon ausgegangen, dass der verbleibende Anteil der Flächenbelegung durch andere Prozesse in der gleichen Region wie der des Prozesses mit dem größten Beitrag stattfand.

Nach der Auswahl geeigneter Datensätze und regionaler Faktoren, einschließlich des Wasserknappheitsindex und der Ökoregionsfaktoren, wurden die FAOSTAT-Ertragsdaten verwendet, um zu ermitteln, wo größere Mengen der jeweiligen Kulturpflanzen erzeugt wurden, wobei eine globale Produktionsschwelle von 80 % zugrunde gelegt wurde. Das bedeutet, dass die größten Erzeugerregionen absteigend so lange einbezogen wurden, bis eine kumulative Produktion von 80 % der weltweiten

Jahresgesamtproduktion erreicht war. Die Umweltauswirkungen wurden dann für diese Regionen neu berechnet (nur die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Phase auf Wasser und biologische Vielfalt), wodurch die Proxy-Datensätze erzeugt wurden.

### 3.4 Einschränkungen von FIT

FIT bietet zwar einen einfachen und flexiblen Ansatz zur Bewertung von lebensmittelbedingten Umweltauswirkungen, aber es ist wichtig, seine Einschränkungen zu kennen. Diese Einschränkungen ergeben sich aus der Datenverfügbarkeit, dem Umfang des Projekts und dem bestehenden Forschungsbedarf. Im Folgenden werden einige von ihnen beschrieben.

#### Datenverfügbarkeit und Erfassungsbereich

Eine der Hauptbeschränkungen des Tools ist die Abhängigkeit von generischen Datensätzen für die Analyse der Auswirkungen auf die Landwirtschaft, da produktspezifische LCIA-Datensätze allgemein nicht verfügbar sind. Das Tool verwendet daher hauptsächlich Daten aus Quellen wie Agribalyse (einschließlich Daten von ecoinvent und der World Food Life Cycle Assessment Database) und FAOSTAT. Je nach Fragestellung des:der Nutzenden und je nach geografischem Standort kann die Aussagekraft des Tools begrenzt sein: die zugrundeliegenden Datenbanken bieten zwar nützliche Einblicke, weisen jedoch Datenlücken auf oder sind nicht auf dem neuesten Stand. Außerdem decken viele Agrardatensätze nicht alle Regionen oder Wirkungskategorien ab, die für detaillierte Bewertungen erforderlich sind. So sind zum Beispiel Daten über spezifische, nicht konventionelle Produktionssysteme (extensiv, biologisch) oft nur spärlich oder gar nicht vorhanden. Dies bedeutet, dass FIT durch die Qualität und Vollständigkeit der Daten in den zugrunde liegenden Datenbanken eingeschränkt ist. Produktspezifische LCIA-Daten können natürlich integriert werden, sofern sie nach der Agribalyse-Methodik erstellt wurden.

#### Umfang des Projekts

Wie erwähnt ist FIT für die Verarbeitung von LCIA-Daten und nicht von Sachbilanzdaten (LCI) konzipiert. Diese Entscheidung wurde im Hinblick auf die Ziele und den Umfang des Projektes getroffen. Sie bedeutet, dass die Datensätze nicht tiefgreifend geändert werden konnten, so dass die Ergebnisänderung der Proxy-Methodik die Genauigkeit der Ergebnisse stärker beeinträchtigte, als dies bei manuellen Änderungen der LCI-Daten der Fall gewesen wäre. Obwohl FIT nicht für die Modifizierung von LCI-Daten ausgelegt ist, können LCIA-Ergebnisse eines modifizierten Inventars natürlich in das Tool eingespeist werden. Die Änderungen und LCIA-Berechnungen müssten lediglich vorgelagert werden, etwa unter Verwendung von Tools wie grafischer (GUI) LCA-Software oder dem Brightway LCA Framework.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Weitere Informationen finden Sie auf der Website des Projekts: <https://docs.brightway.dev/en/latest/>.

## Laufende Forschung und Methodenentwicklung

Um die Genauigkeit und den Nutzen des Tools zu verbessern, sind kontinuierliche Forschung und Methodenentwicklung unerlässlich. So besteht beispielsweise ein Bedarf an mehr regionsspezifischen Daten, insbesondere in Bezug auf Biodiversität, Wassernutzung und Bodengesundheit. Robustere Methoden zur Bewertung der biologischen Bodenqualität und anderer Umweltfaktoren werden die Gesamtbewertung verbessern und ein vollständigeres Bild der Auswirkungen der Landwirtschaft in verschiedenen Regionen liefern. Weitere Arbeiten sind erforderlich, um diese Faktoren in den bestehenden Rahmen des FIT-Tools zu integrieren.

## Bewertung der Datenqualität und der Unsicherheit

Derzeit ist eine umfassende Bewertung der Datenqualität und -unsicherheit nicht Teil des FIT-Prototyps. Die Proxy-Datensätze sind jedoch als solche gekennzeichnet und weisen die Nutzer darauf hin, dass ihre Genauigkeit verringert sein könnte. Dessen ungeachtet wird empfohlen, in Zukunft auf eine umfassendere und quantitativere Unsicherheitsbewertung hinzuwirken.

# 4 Wie man FIT verwendet

Der folgende Abschnitt ist eher technischer Natur und soll den Benutzern ein grundlegendes Verständnis für die Ausführung von FIT vermitteln. Der erforderliche Code und die Daten sind in zwei Repositories zu finden:

- (1) **FIT\_scripts**, eine Sammlung von (interaktiven) Skripten, die die erforderlichen Daten in eine SQL-Datenbank umwandeln und kombinieren (abgesehen von den Proxy-Datensätzen werden jedoch keine neuen Produkte erstellt)<sup>10</sup>
- (2) **FIT\_API\_public**, das den für die Ausführung der API erforderlichen Code enthält, wobei die zuvor erstellte Datenbank verwendet wird<sup>11</sup>

Es wird davon ausgegangen, dass die Leser über ein grundlegendes Verständnis der verwendeten Technologien verfügen (Programmiersprache Python, Containerisierung, API-Endpunkte).

## 4.1 Bereitstellung

Das Starten und Hosten der API kann entweder lokal für die Entwicklung oder auf einem Server für die Bereitstellung erfolgen, wobei jedes Setup ein einheitliches Verhalten und einen einfachen Übergang von der Entwicklung zur Bereitstellung gewährleistet. Die API wird mithilfe von Docker

---

<sup>10</sup> Zugang über [https://github.com/corsus-GmbH/FIT\\_scripts](https://github.com/corsus-GmbH/FIT_scripts).

<sup>11</sup> Zugang über [https://github.com/corsus-GmbH/FIT\\_API\\_public](https://github.com/corsus-GmbH/FIT_API_public).

containerisiert, wodurch eine isolierte und reproduzierbare Umgebung geschaffen wird, die sowohl das lokale Testen als auch den Produktionseinsatz vereinfacht. Dieser Ansatz erhöht die Zuverlässigkeit über verschiedene Systeme hinweg und ermöglicht eine einfache Skalierung für anspruchsvollere Anwendungen.

#### 4.1.1 Lokale Bereitstellung

Für die lokale Bereitstellung wird Docker verwendet, um eine kontrollierte, isolierte Umgebung zu schaffen, in der die API und ihre Abhängigkeiten konsistent ausgeführt werden. Dieses Setup stellt sicher, dass alle Konfigurationen oder Änderungen, die während der Entwicklung vorgenommen werden, nahtlos an die Produktion angepasst werden können.

- **Docker installieren:** Stellen Sie sicher, dass Docker auf Ihrem Rechner installiert ist und läuft.
- **Erstellen und Starten:** Mithilfe der bereitgestellten Docker-Datei können Sie den Container mit einem einzigen Befehl erstellen. Docker führt alle erforderlichen Einrichtungsskripte automatisch aus, sodass Sie die API lokal mit der gleichen Konfiguration ausführen können, die in der Produktion erwartet wird.
- **Zugriff auf die API:** Sobald der Container läuft, können Sie lokal auf die API zugreifen, um sie zu testen und zu entwickeln und ihre Leistung in einer Serverumgebung zu simulieren.

#### Serverseitige Bereitstellung

Bei der Bereitstellung in der Produktion kann die API dank der Container-Konfiguration auf jedem Server oder in jeder Cloud-Umgebung ausgeführt werden, die Docker unterstützt, und bietet so Flexibilität, Konsistenz und Skalierbarkeit, um die Produktionsanforderungen zu erfüllen.

- **Server-Einrichtung:** Installieren Sie Docker auf Ihrem Server oder nutzen Sie den verwalteten Containerdienst eines Cloud-Anbieters für eine vereinfachte Bereitstellung.
- **Erstellen und Bereitstellen:** Übertragen Sie die Docker-Konfigurationsdateien auf den Server und erstellen Sie den Container mit Docker. Die Docker-Datei übernimmt alle Einstellungsprozesse automatisch, startet die API und konfiguriert die erforderlichen Abhängigkeiten.
- **Skalierung und Lastausgleich:** In Umgebungen, die eine hohe Verfügbarkeit benötigen oder große Datenmengen bewältigen müssen, kann Kubernetes (oder ein anderes Orchestrierungstool) zur Verwaltung und Skalierung mehrerer Container-Instanzen verwendet werden. Kubernetes übernimmt den Lastausgleich, Zustandsprüfungen und die automatische Skalierung und ist damit eine robuste Option für die Aufrechterhaltung einer konsistenten API-Leistung in der Produktion.

#### 4.1.2 Konfigurationsdateien

Die API verwendet Konfigurationsdateien, die sich im Verzeichnis config/ befinden und die es ermöglichen, die Einstellungen für verschiedene Einsatzumgebungen wie Entwicklung, Test und Produktion anzupassen. Zu den wichtigsten Konfigurationen gehören:

- **Konfigurationen der Datenbank-Engine:** Geben Sie den Datenbanktyp, den Host, die Benutzeranmeldeinformationen und die Verbindungseinstellungen für jede Bereitstellung an.
- **Debugging-Optionen:** Aktivieren oder deaktivieren Sie die Debugging-Ausgabe je nach Umgebung, so dass Sie leicht zwischen Entwicklungs- und Produktionsmodus wechseln können.

Wenn Sie lokal bereitstellen, stellen Sie sicher, dass diese Konfigurationen mit Ihren lokalen Entwicklungsanforderungen übereinstimmen. In Serverumgebungen liest Docker diese Konfigurationen direkt und ermöglicht so reibungslose Übergänge von der Entwicklung zur Produktion. Bei Kubernetes-basierten Setups können die Konfigurationen als Umgebungsvariablen oder ConfigMaps geladen werden, um die Konsistenz zwischen den Clustern zu gewährleisten.

Dieses Setup, das Docker und optionale Kubernetes-Orchestrierung kombiniert, bietet eine zuverlässige und skalierbare Möglichkeit, die API in verschiedenen Umgebungen zu entwickeln, bereitzustellen und auszuführen – von der lokalen Entwicklung bis hin zur Produktion.

#### 4.1.3 Erhebung der erforderlichen Daten

Bei der Datenerhebung im Rahmen des FIT-Projekts geht es um die Ermöglichung einer genauen LCA-Berechnung. Jede Datenquelle steuert spezifische Arten von Informationen bei, die für die Berechnung der Umweltauswirkungen von landwirtschaftlichen Produkten in verschiedenen Regionen benötigt werden.

- **Agribalyse-Datenbank** – Dient als primäre Datenquelle für Produktauswirkungen und bietet umfassende LCA-Daten, die methodisch konsistente Informationen über viele Produkte gewährleisten. Da der Schwerpunkt jedoch auf Frankreich liegt, wurden Anpassungen mit regionalen Faktoren vorgenommen, um andere Standorte durch die Berechnung von Proxy-Datensätzen genauer darzustellen.
- **FAOSTAT** - FAOSTAT wird von der FAO bereitgestellt und liefert globale Agrarstatistiken, einschließlich Daten zu Produktion, Erträgen und Handel in verschiedenen Ländern. FAOSTAT wurde zur Erstellung von Proxy-Datensätzen herangezogen, indem die Frage beantwortet wurde, welche Produktionsregionen für die einzelnen Agrarerzeugnisse am wichtigsten sind.
- **AWARE-Faktoren** - Available Water Remaining (AWARE)-Faktoren<sup>12</sup> quantifizieren die relative Verfügbarkeit bzw. Knappheit von Wasserressourcen innerhalb bestimmter Regionen und bieten eine Möglichkeit, wasserbezogene Auswirkungen zu bewerten. Sie werden verwendet, um die Berechnungen des Wasser-Fußabdrucks in verschiedenen Regionen zu verfeinern. Durch das Ersetzen der französischen Daten in Agribalyse mit den AWARE-Faktorwerten, die für die Zielregionen spezifisch sind, erfasst FIT die Auswirkungen der Wasserknappheit in verschiedenen Regionen genauer.

---

<sup>12</sup> Verfügbar unter <https://wulca-waterlca.org/aware/>.

- **Kulturpflanzen- und länderspezifische Ökoregionsfaktoren** - Das *Biodiversity Value Increment* (BVI) ist eine Metrik zur Bewertung potenzieller Auswirkungen auf die biologische Vielfalt in verschiedenen Ökoregionen unter Verwendung der jeweiligen Ökoregionsfaktoren (engl. *Ecoregion Factor*), die den Biodiversitätswert der Regionen quantifizieren. Kulturpflanzen- und länderspezifische Faktoren<sup>13</sup> wurden verwendet, um die Berechnungen der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt an verschiedene regionale Kontexte anzupassen, so dass FIT die lokalen Risiken für die biologische Vielfalt und den potenziellen Schaden des Ökosystems besser widerspiegeln kann.

#### 4.1.4 Erstellen von Datenbanken

Alle Skripte und Dateien, die für das FIT-Projekt erforderlich sind, sind im GitHub-Repository verfügbar: [https://github.com/corsus-GmbH/FIT\\_scripts](https://github.com/corsus-GmbH/FIT_scripts). Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die Struktur des Repository, erklärt, wo die Dateien zu finden sind, und beschreibt bewährte Verfahren für die Verwendung der FIT-Skripte.

#### Organisation des Repository

Das Repository ist in vier Jupyter-Notebooks und ein zusätzliches Python-Skript gegliedert, die jeweils eine bestimmte Funktion bei der Erstellung der FIT-Datenbank erfüllen. Das Repository umfasst die folgenden Komponenten:

- **01\_fao\_data\_conversion.ipynb**: Verwendet die jährlichen FAO-Statistiken zur Erzeugung pflanzlicher Lebensmittel, um 3-Jahres-Durchschnittswerte für die weltweite Erzeugung abzuleiten und die wichtigsten Erzeugungsregionen für jede Kulturpflanze zu bestimmen.
- **02\_fit\_derive\_bvi\_aware\_rfs.ipynb**: Bestimmung der regionalen Faktoren (kulturpflanzen- und länderspezifische Ökoregionsfaktoren, regionale Wasserknappheitsfaktoren), die für Proxy-Berechnungen erforderlich sind.
- **03\_fit\_proxy\_calculations.ipynb**: Führt die zentralen Proxy-Berechnungen unter Verwendung der bestimmten Faktoren durch.
- **04\_fit\_create\_db\_tables.ipynb**: Kombiniert Agribalyse, BVI und die generierten Proxydaten, um die Tabellen für die FIT-Datenbank zu erstellen.
- **helper.py**: Enthält Hilfsfunktionen, die in den genannten Notizbüchern verwendet werden.

Außerdem enthält das Repository spezielle Ordner für die Input- und Ausgabedateien, die für die Skriptprozesse erforderlich sind:

---

<sup>13</sup> Diese Faktoren wurden im Rahmen einer Untersuchung über die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln in Deutschland abgeleitet, siehe die Veröffentlichung von Eberle und Mumm (2024).

- **input\_data/:** Enthält die primären Input-Dateien, die für die Durchschnittswerte der pflanzlichen Erzeugung und andere notwendige regionale Faktoren erforderlich sind. Dieser Ordner enthält die für die Erstverarbeitung erforderlichen Datensätze.
- **proxies\_input\_data/:** Enthält zusätzliche Input-Daten, die speziell für die Proxy-Berechnungen erforderlich sind.
- **intermediate\_outputs/:** Speichert die während der Zwischenstufen der Datenverarbeitung erzeugten Daten (d. h. die Ausgaben der Notebooks 1-3).
- **results/:** In diesem Ordner werden die endgültigen Ausgabedateien (Ausgabe von Notebook 4) gespeichert, einschließlich der CSV-Tabellen, die die endgültige FIT-Datenbank darstellen, und zusätzlicher Dateien, in denen die einbezogenen und ausgeschlossenen Produkte aufgeführt sind.

Die in den Eingabeordnern gespeicherten Daten sind Teil des Repository und werden für die Ausführung der Skripte benötigt. Das Repository enthält auch die Datei *input\_data\_documentation.xlsx*, in der die Datenquellen für jede Eingabedatei aufgeführt sind.

### Erstellte Tabellen und ihr Zweck

Die oben genannten Skripte erstellen mehrere Schlüsseltabellen, die für die FIT-Datenbank unerlässlich sind:

- **Regionale Faktortabellen:** Umfasst die Tabellen *Table\_AWARE\_RF.csv* und *Table\_BVI\_RF.csv*, erstellt von *02\_fit\_derive\_bvi\_aware\_rfs.ipynb*. Diese Tabellen enthalten die regionalen Faktoren für die Änderung der Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und die Wassernutzung. Sie sind entscheidend für die Anpassung der Proxy-Berechnungen auf der Grundlage geografischer Unterschiede.
- **Tabellen zur Proxy-Berechnung:** Einschließlich *impact\_proxy\_aware\_df.csv* und *impact\_proxy\_bvi\_df.csv*. Diese Tabellen werden von *03\_fit\_proxy\_calculations.ipynb* erstellt und stellen die Auswirkungen von Lebensmittelproduktion und -verbrauch in verschiedenen Regionen dar, wobei die regionalen Faktoren aufgelistet werden.
- **Datenbanktabellen (endgültige Ausgabe):** Diese von *04\_fit\_create\_db\_tables.ipynb* erzeugten endgültigen Tabellen im CSV-Format stellen die Struktur und den Inhalt der FIT-Datenbank dar und werden für die Ausführung der FIT-API benötigt.

### Bewährte Verfahren für die Verwendung von FIT-Skripten

Bei der Verwendung der Skripte sind eine Reihe von Best Practices ratsam, um einen effizienten und effektiven Arbeitsablauf bei der Verwendung des FIT-Repository zur Erstellung der für das FIT-Projekt erforderlichen Datenbanken zu gewährleisten.



Wenn Sie nur das Repository verwenden wollen:

- **Dependencies installieren** - Verwenden Sie die Datei *requirements.txt*, um die erforderlichen Python-Pakete zu installieren (z. B. mit dem Python-Paketmanager *pip*).
- **Skripte der Reihe nach ausführen** - Die Skripte sind voneinander abhängig. Es ist notwendig, sie in der Reihenfolge auszuführen (Skript 01 bis Skript 04).

Wenn Sie außerdem Änderungen am Repository vornehmen möchten:

- **Verwenden Sie Branches und erstellen Sie Pull Requests:** Wenn Sie neue Funktionen in den Skripten modifizieren oder testen, erstellen Sie immer einen neuen Branch. Erstellen Sie anschließend einen Pull-Request, wenn Sie möchten, dass Ihre Änderungen in den Haupt-Branch des Repository integriert werden.
- **Überprüfen Sie die Datenintegrität:** Bevor Sie die aus einem von Ihnen geänderten Skript generierten Tabellen verwenden, sollten Sie sicherstellen, dass alle Eingabedaten richtig formatiert und korrekt sind. Dies hilft, Fehler in den Ausgaben zu vermeiden.
- **Dokumentieren Sie Änderungen:** Wenn Sie Änderungen an den Skripten vornehmen, dokumentieren Sie diese eindeutig im Code selbst und aktualisieren Sie alle relevanten Dokumentationen (z.B. *input\_data\_documentation.xlsx*), damit andere die Änderungen nachvollziehen können.

## 4.2 Verwendung durch das Frontend

Die API ist so konzipiert, dass Informationen über die Umweltauswirkungen einzelner Produkte und Rezepte einfach abgerufen werden können. Diese können dann in einem auf die jeweilige Zielgruppe zugeschnittenen Frontend angezeigt werden. Die Nutzer geben Rezeptdetails mit Produkten und Mengen an, und die API berechnet und liefert detaillierte Belastungswerte, Aufschlüsselungen nach Lebenszyklusphasen und Umweltkategorien.

So verwenden Sie das Tool:

1. **Ein Rezept an die API senden:** Stellen Sie die Rezeptdaten zusammen, indem Sie die Produkte und ihre Mengen auflisten. Jeder Artikel wird eindeutig identifiziert, um einen genauen Datenabruf zu ermöglichen.
2. **Gewichtung wählen (optional):** Sie können ein Gewichtungsschema angeben, um zu beeinflussen, wie die Umweltkategorien bei der Bewertung priorisiert werden (siehe Abschnitt 2.2.4). Wenn Sie nichts angeben, wird ein Standardschema verwendet.
3. **Ergebnisse anzeigen:** Nach der Übermittlung liefert die API eine strukturierte Bewertung mit einer Gesamtpunktzahl, detaillierten Aufschlüsselungen für einzelne Elemente und Lebenszyklusphasen sowie gegebenenfalls Informationen über die Verwendung von Proxydaten (siehe unten).

Weitere Hinweise zu Anfrageformaten, erweiterten Einstellungen und spezifischen Antwortfeldern finden Sie in der README-Datei im Repository, die detaillierte technische Anweisungen und Beispiele enthält.

#### 4.2.1 Wie Sie Informationen von FIT erhalten

Um Informationen von der API zu erhalten, können die Benutzer mit den beiden wichtigsten Endpunkten interagieren, um auf Artikeldetails zuzugreifen und Umweltauswirkungen zu berechnen. Um loszulegen:

1. **Abrufen von Artikeldetails:** Verwenden Sie den Endpunkt `/items/`, um eine umfassende Liste aller Artikel in der Datenbank abzurufen. Zu jedem Artikel werden der Name, das Herkunftsland und die Kategorie angegeben sowie eine Kennzeichnung, die angibt, ob es sich um tatsächliche Daten oder um einen Proxy handelt. Dies ist hilfreich, um die verfügbaren Daten zu überblicken und Rezepte zu erstellen.
2. **Berechnen Sie die Umweltauswirkungen von Rezepten:** Verwenden Sie den Endpunkt `/calculate-recipe/`, um die Umweltauswirkungen eines Rezepts zu bewerten. Übermitteln Sie einfach eine Liste von Elementen mit ihren Mengen und geben Sie optional ein Gewichtungsschema an, um die Berechnung anzupassen. Die API liefert einen übersichtlichen Bericht mit Bewertungen der Umweltauswirkungen in den verschiedenen Lebenszyklusphasen und Umweltkategorien, mit zusätzlichen Bewertungen und Noten für die Umweltleistung.

Spezifische Anfrageformate und Beispiele finden Sie in der README-Datei und der umfassenden Dokumentation.

#### 4.2.2 Was sagt das Ergebnis aus?

Die von der API zurückgegebenen Ergebnisse sind in zwei Abschnitte unterteilt. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick gegeben. Der erste Abschnitt ("Recipe Info") enthält allgemeine Informationen über die Anfrage sowie die Ergebnisse für das gesamte Rezept. Der zweite Abschnitt ("Item Results") zeigt die Komponentenergebnisse für einzelne Artikel.

Recipe Info hat einen eigenen Abschnitt mit der Bezeichnung "General Info", der anforderungsspezifische Metadaten enthält. Hier wird das verwendete Gewichtungsschema angegeben, ob die Ergebnisse Proxy-Datensätze enthalten und wie groß die Gesamtmasse der Rezepturbestandteile ist.

Anschließend werden die **Einzelergebnisse** sowie die **Ergebnisse pro Stufe** und pro **Wirkungskategorie** aufgeführt. Das Gleiche gilt für die einzelnen Punkte. Beachten Sie jedoch, dass der Abschnitt mit den Einzelergebnissen der einzelnen Elemente auch die Information enthält, ob das Element ein Stellvertreter ist. In der Rezepturinfo werden diese Informationen stattdessen im Abschnitt "Allgemeine Informationen" angegeben.

Die **skalierten Werte** drücken das Ergebnis in Bezug auf das logarithmische Minimum und Maximum der Ergebnisverteilung aus. Dies ermöglicht, falls gewünscht, die freie Berechnung von "Teilnoten" für

beliebige Kombinationen von Wirkungskategorien, z. B. durch Berechnung des arithmetischen Mittels der skalierten Werte der Kategorien als Grundlage für die Notenvergabe. Die angegebenen LCIA-Werte sind immer normierte Werte (siehe Abschnitt 2.2.3).

Die folgende Auflistung zeigt die verschachtelte Struktur der Antwort und der darin enthaltenen Informationen.

- „Recipe Info“
  - „General Info“
    - „Weighting Scheme“: Name des Gewichtungsschemas
    - „contains\_proxy“: true oder false
    - „Overall Mass“: x kg
  - „Single Score“
    - „Single Score“: x mPt
    - „Grade“: z.B. A – E
    - „Scaled Value“: Wert zwischen 0.0 und 1.0
  - „Stages“
    - „Agriculture“
      - „Icia\_value“: Single Score der Lebenszyklusphase in mPt
      - „Grade“: z.B. A – E
      - „Scaled Value“: Wert zwischen 0.0 und 1.0
    - „Transformation“
      - [ wie oben ... ]
    - „Transport“
      - [ wie oben ... ]
    - „Supermarket and distribution“
      - [ wie oben ... ]
  - „Impact Categories“
    - „Climate change“
      - „Icia\_value“: normalisiertes Ergebnis der Kategorie über alle Lebenszyklusphasen
      - „Grade“: z.B. A – E
      - „Scaled Value“: Wert zwischen 0.0 und 1.0
  - [ < Impact category > ... ]
    - [ wie oben ... ]
- „Item Results“
  - < Item ID >
    - „Single Score“
      - „Single Score“: x mPt
      - „Grade“: z.B. A – E
      - „Scaled Value“: Wert zwischen 0.0 und 1.0
      - „contains\_proxy“: true oder false
    - „Stages“
      - [ wie oben ... ]
    - „Impact Categories“
      - [ wie oben ... ]
  - [ < Item ID > ... ]

## 5 Referenzen

Boulay, A.-M., Bare, J., Benini, L., Berger, M., Lathuillière, M. J., Manzardo, A., Margni, M., Motoshita, M., Núñez, M., Pastor, A. V., Ridoutt, B., Oki, T., Worbe, S., & Pfister, S. (2018). The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: Assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23(2), 368–378. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1333-8>

Campbell, B., Beare, D., Bennett, E., Hall-Spencer, J., Ingram, J., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J., & Shindell, D. (2017). Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4). <https://doi.org/10.5751/ES-09595-220408>

Eberle, U., & Mumm, N. (2024). Reduction potential of German environmental food impacts due to a planetary health diet. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02352-4>

Lindner, J. P., Fehrenbach, H., Winter, L., Bischoff, M., Blömer, J., & Knüpffer, E. (2020). *Biodiversität in Ökobilanzen. Weiterentwicklung und vergleichende Studien* (No. 575; BfN Skripten). Bundesamt für Naturschutz. <https://doi.org/10.19217/skr575>

Lindner, J. P., Fehrenbach, H., Winter, L., Bloemer, J., & Knuepffer, E. (2019). Valuing Biodiversity in Life Cycle Impact Assessment. *Sustainability*, 11(20), 5628. <https://doi.org/10.3390/su11205628>

Lindner, J. P., & Knüpffer, E. (2020). *LC.biodiv.IA Guideline*. <https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/en/documents/publications/life-cycle-engineering/guideline-lcidivia.pdf&ved=2ahUKEwjw-um6uMCHAxV42AIHHelkD84QFnoECBE-QAQ&usg=AOvVaw1SeyK411fWT8uq2zfQhIRv>

Lindner, J. P., Koch, P., Fehrenbach, H., & Buerck, S. (2022). *BVI to Agribalyse—Bringing the Biodiversity Value Increment method to Agribalyse*. Hochschule Bochum, ecolysis GmbH, IFEU Institut, ADEME.

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aaq0216>

Sala, S., Cerutti, A. K., & Pant, R. (2018). *Development of a weighting approach for the environmental footprint* (JRC Technical Reports). EC JRC. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/945290>

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., Vries, W. D., Sibanda, L. M., ... Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

Zampori, L., & Pant, R. (2019). *Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method* (Nos. JRC115959, EUR 29682 EN; JRC Technical Reports). EC JRC.

## 6 Impressum

### Herausgeberin:

corsus-corporate sustainability GmbH  
Großneumarkt 50  
20459 Hamburg

### Autor:innen:

Marius Rödder, Talita F. Amado (PhD), Paul Appel

### Kontakt:

Marius Rödder, m.roedder@corsus.de

### Verantwortlich:

Dr. Ulrike Eberle

### Gestaltung / Layout:

[www.schierrieger.de](http://www.schierrieger.de)

### Stand:

November 2024

### Durchführungspartner



### Supported by:



Federal Ministry  
for the Environment, Nature Conservation,  
Nuclear Safety and Consumer Protection



based on a decision of  
the German Bundestag