

Lebensmitteleinkäufe und Restaurantkonsumationen

Neue Datenquelle für Ernährungsmonitoring und -coaching

Matthias Eggenschwiler, Marc Linzmajer, Lia Bally



Matthias Eggenschwiler

Kassenbons stellen eine wertvolle und automatisierbare Datenquelle für das Erfassen von Ernährungsgewohnheiten dar. Projekte wie der Schweizer Ernährungsatlas der Universität St. Gallen und des Inselspitals Bern veranschaulichen das Potenzial einer derartigen Erhebungsmethode. Dieser Artikel stellt die zugrundeliegende Methodik vor, präsentiert Resultate und reflektiert das Vorgehen kritisch, indem Vor- und Nachteile diskutiert werden.

Bei der Verbesserung der öffentlichen Gesundheit spielt die Ernährung eine zentrale Rolle. Die Beurteilung der Ernährungsweise der Bevölkerung und des einzelnen Individuums erfordert die Erhebung von repräsentativen Daten zum Lebensmittelkonsum. Die Erhebung von validen, reliablen und objektiven Messgrößen zur Nahrungsaufnahme stellt jedoch seit langem eine Herausforderung dar (1). Herkömmliche Selbsteinschätzungen der Ernährungsgewohnheiten und subjektive Befragungen mittels standardisierter Fragebögen oder Ernährungstagebücher sind anfällig für Verzerrungen und oft ungenau (2). Diese Nachteile erschweren es, detaillierte Anleitungen und Empfehlungen zu formulieren, vor allem in der individuellen Ernährungsberatung. In diesem Zusammenhang stellen Kassenbons von Lebensmitteleinkäufen und Restaurantkonsumationen eine vielversprechende Lösung dar, da sie eine objektivere Perspektive auf die individuellen Ernährungsentscheidungen und -gewohnheiten bieten (1). Hinzu kommt das Potenzial für konkrete Verbesserungsmöglichkeiten mithilfe einer Analyse der Kaufgewohnheiten. Das Inselspital Bern befasst sich im Rahmen der Dietcoach-Studie damit, wie wirksam und benutzerfreundlich Einkaufsdaten mithilfe einer digitalen Anwendung bei der Ernährungsberatung im Rahmen des kardiologischen Rehabilitationsprogramms sind (3).

Der vorliegende Artikel beschreibt das Potenzial von Kassenbons als wertvolle Datenquelle für Fachleute im Gesundheitswesen. Wir diskutieren die Vorteile und Limitationen derartiger Datenerhebungen und zeigen zukünftige Entwicklungsrichtungen dieser Methodik auf, einschliesslich des Potenzials für eine Automatisierung durch künstliche Intelligenz (KI).

Der Schweizer Ernährungsatlas

Der Schweizer Ernährungsatlas ist eine Forschungsinitiative der Universität St. Gallen und des Inselspitals Bern (4). Das Forschungsteam befasst sich mit der

Frage, wie Ernährungsgewohnheiten von Haushalten und Individuen basierend auf deren Einkäufen und Konsumationen bewertet und verstanden werden können. Der für diese Studie verwendete Datensatz umfasst Lebensmitteleinkäufe in Supermärkten, Online-Lebensmittelbestellungen, Ausser-Haus-Verzehr und Essensbestellungen von 371 Schweizer Haushalten. Der Datensatz wurde im Februar und März 2022 in einem Haushaltspanel erhoben und ist repräsentativ in Bezug auf die Verteilung der Haushaltgröße sowie die Verteilung auf die drei grössten Sprachregionen der Schweiz (5).

Der Schweizer Ernährungsatlas basiert auf der vereinfachten Umsetzung der Methode kommentierter Kassenbons (6): Demnach mussten die Teilnehmerinnen der Studie für jeden Kassenbon mithilfe eines Konstantsummenverfahrens schätzen, wie viel Prozent welche Person im Haushalt konsumiert hat. Dieses Verfahren ermöglicht bei zahlreichen Kassenbons oder grossen Wocheneinkäufen mit vielen gekauften Produkten eine zielgerichtete Datenerhebung, auch in Bezug auf die Individuen im Haushalt. Die kommentierten Kassenbons ermöglichen eine exakte Schätzung der Ernährungsqualität und -aufnahme, indem sie detaillierte Informationen über die gekauften Lebensmittel, Getränke und Mahlzeiten erfassen. Basis der statistischen Schätzung der Nahrungsaufnahme ist eine Datenbank mit Nährwerten, Nettogewichten und Inhaltsstoffen der im Handel gekauften Produkte oder der im Restaurant verzehrten Mahlzeiten.

Im Rahmen der statistischen Analyse zeigen wir, dass die Haushalte der Stichprobe im Durchschnitt mehr Kassenbons zur Verfügung gestellt haben, als wir anhand der Einkaufshäufigkeiten errechnet haben (erwartete Anzahl Kassenbons: 7,85; tatsächliche Anzahl Kassenbons: 8,49). Dieses Ergebnis unterstreicht die gute Qualität des Haushaltspanels und spricht für eine hohe Validität der Daten.

Die Datengrundlage besteht aus 2984 Kassenbons mit 21'712 Lebensmittelprodukten im Wert von 114'517,83 CHF. Im Durchschnitt kauften die Haus-



Marc Linzmajer



Lia Bally

halte 6,32 Lebensmittel im Wert von 31,09 Schweizerfranken pro Einkauf. Im Rahmen des Schweizer Ernährungsatlas haben wir insgesamt über 12 Tonnen Lebensmittel mit über 15,5 Millionen Kilokalorien analysiert, welche die 371 Haushalte innerhalb der 14 Tage gekauft haben.

Der geschätzte Konsum pro Person pro Tag ist im Vergleich zur nationalen Ernährungserhebung menuCH sehr ähnlich (siehe *Tabelle*).

Eine wertvolle Methodik im Ernährungsmonitoring?

Bei der Schätzung der Ernährungsbestandteile basierend auf Einkaufsdaten gilt es, folgende Besonderheiten zu beachten. Erstens: Das Schätzen der Ernährungsaufnahme mit Kassensbons unterschätzt den tatsächlichen Konsum (absolute Werte), da nicht alle Konsumquellen erfasst werden können. Zweitens: Je kürzer der Betrachtungszeitraum ausfällt, desto anfälliger ist der geschätzte Konsum für eine Über- oder Unterschätzung aufgrund von Über- oder Untereinkäufen. Dies führt in der Stichprobe des Schweizer Ernährungsatlas zu einer grossen Streuung der modellierten Konsumdaten, weil natürlicherweise Haushalte in der Stichprobe enthalten sind, welche deutlich mehr gekauft haben als sie in den zwei Wochen konsumieren. Gleichzeitig enthält die Stichprobe aber auch Haushalte, welche deutlich weniger gekauft haben als sie in den zwei Wochen konsumiert haben, da noch gewisse Vorräte im Haushalt vorhanden sind. Die daraus folgende grosse Varianz in den Daten hat unterschiedliche Auswirkungen auf unsere Analysen. Während sich die Stichprobe beispielsweise gut für Mittelwertanalysen eignet, ist sie ohne weitere Bereinigungen nicht geeignet, um Rückschlüsse auf Extremwerte oder einzelne Individuen zu ziehen, da diese durch über- und unterdurchschnittliche Einkaufsvolumina verzerrt sind. Bei der Verwendung von Einkaufsdaten für Ernährungsmonitoring empfehlen wir deshalb die Verwendung relativer Werte (z. B. Anteil der Kohlenhydrate an der Gesamtenergiezufuhr), wenn die Analysen über den Vergleich von Populationsmittelwerten hinausgehen. Wie aus der *Tabelle* ersichtlich ist, stimmen die geschätzten relativen Werte der Nährstoffaufnahme des Schweizer Ernährungsatlas sehr genau mit menuCH überein. Auch weisen die geschätzten relativen Werte des Schweizer Ernährungsatlas eine deutlich geringere Streuung auf als dessen geschätzte absolute Werte. Relative Werte werden in Ernährungsstudien häufig als Indikator für die Qualität der Ernährung verwendet (9). Absolute Werte sind ohnehin oft schwer zu interpretieren, da die absolute Nahrungsaufnahme stark von verschiedenen Faktoren wie demografischen Merkmalen (z. B. Geschlecht, Alter), körperlicher Aktivität und anderen Einflüssen abhängt. Relative Werte haben sich folglich bei der Schätzung der Nahrungsaufnahme auf der Grundlage von Transaktionsdaten als robuster erwiesen (1, 4, 10).

Aufgrund der relativen Natur eignen sich Einkaufsdaten insbesondere zur Berechnung der Quellen un-

Tabelle:

Vergleich der Ergebnisse der nationalen Ernährungserhebung menuCH und der Erwachsenenbevölkerung des Schweizer Ernährungsatlas

Schätzung relevanter Ernährungsdaten pro Kopf und Tag ¹ (Erwachsenenbevölkerung)	Nationale Ernährungserhebung menuCH (7) Erwachsenenbevölkerung (18–75 Jahre)	Schweizer Ernährungsatlas Erwachsenenbevölkerung (18–87 Jahre)
Tägliche Energieaufnahme:	2232 kcal (100%)	1905 kcal (100%)
Eiweisse:	340 kcal (15%)/83 g	287 kcal (15%)/70 g
Fette:	819 kcal (37%)/88 g	833 kcal (44%)/90 g
Kohlenhydrate:	935 kcal (42%)/228 g	808 kcal (42%)/197 g
Alle Zucker:	439 kcal (19%)/107 g	357 kcal (19%)/87 g
Freie Zucker:	267 kcal (11%)/65 g	192 kcal (10%)/47 g
Zugesetzter Zucker:	217 kcal (9%)/53 g	162 kcal (9%)/40 g
Salz:	9 g	8 g

Anmerkungen:

¹Das BLV veröffentlichte aus der menuCH-Studie die Brennwerte der Makronährstoffe Eiweisse, Fette und Kohlenhydrate. Diese wurden basierend auf den nachfolgenden Durchschnittswerten zur besseren Vergleichbarkeit in Gramm umgerechnet. Der Schweizer Ernährungsatlas hat den Konsum der Makronährstoffe in Gramm berechnet und zur besseren Vergleichbarkeit mit den nachfolgenden Durchschnittswerten in Kilokalorien umgerechnet. Die nachfolgenden Angaben sind Durchschnittswerte. Wie viel Energie der Körper aus den Inhaltsstoffen eines Lebensmittels tatsächlich verwerten kann, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Da es sich um Durchschnittswerte handelt, kann es vorkommen, dass die Summe der Kilokalorien aus Eiweiss, Kohlenhydraten und Fetten die Gesamtkilokalorienzahl überschreitet, wie es in den Daten des Schweizer Ernährungsatlas der Fall ist. Die folgenden Durchschnittswerte wurden für die Transformation von Gramm in Kilokalorien verwendet: Eiweisse: 4,1 Kilokalorien pro Gramm; Fette: 9,3 Kilokalorien pro Gramm; Kohlenhydrate: 4,1 Kilokalorien pro Gramm; 1 Kilokalorie entspricht 4,18 Kilojoule (8).

gesunder Ernährung. Die *Abbildung* zeigt die Quellen ungesunder Ernährung der gesamten Stichprobe des Schweizer Ernährungsatlas. Es ist ersichtlich, dass mehr als zwei Drittel der als ungesund geltenden freien und zugesetzten Zucker aus Süssigkeiten und Getränken konsumiert werden. Gesättigte Fettsäuren resultieren vor allem aus Milch und Milchprodukten (42%), Süssigkeiten (16%) und Fleisch- und Wurstwaren (12%). Salz konsumieren die Schweizer Haushalte gemäss dem Schweizer Ernährungsatlas primär aus Kochsalz und Gewürzen (23%), Fleisch und Wurstwaren (16%) sowie Brot und Backwaren (10%). Zusammenfassend bietet der Ernährungsatlas einen objektiven Einblick in quantitative und qualitative Ernährungsmuster. Nachfolgend diskutieren wir die Vorteile und Limitationen der Methodik.

Vorteile der Verwendung kommentierter Kassensbons

Objektive Daten: Kassensbons stellen eine objektive und zuverlässige Quelle für Ernährungsinformationen dar, da sie die mit der Selbsteinschätzung der Ernährung verbundenen Verzerrungen ausschliessen (1). Diese Objektivität erhöht die Genauigkeit des Ernährungsmonitoring und ermöglicht präzisere Empfehlungen. Die Ergebnisse des Schweizer Ernährungsatlas (4) und von Studien im Ausland (6, 11) zeigen, dass eine erste sehr reliable Schätzung zur Ernährungsqualität bereits nach 7 bis 14 Tagen anhand gesammelter Einkaufsdaten durchgeführt werden kann.

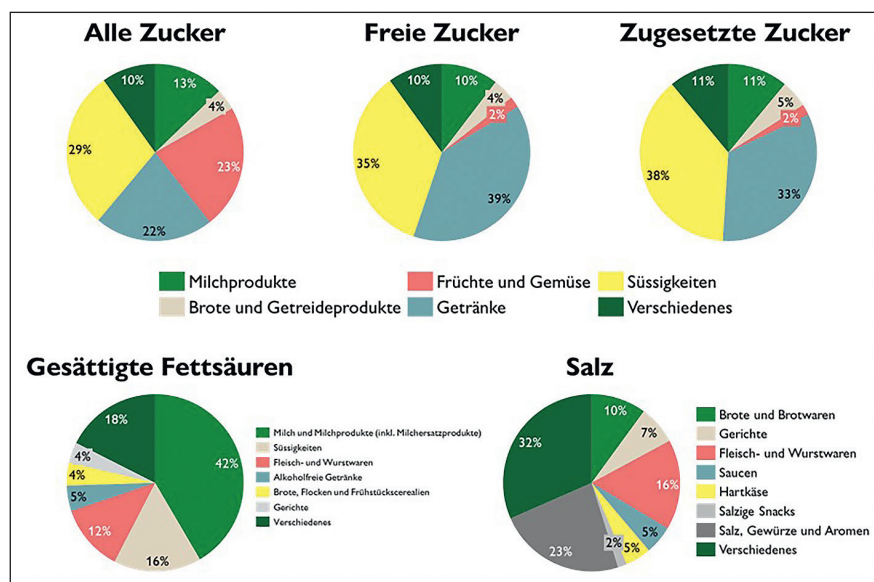


Abbildung: Prozentualer Anteil der einzelnen Produktkategorien an der Zufuhr von Nährstoffen.

Detaillierte Analyse: Kommentierte Kassensbons erlauben bei Zugang zu Produktinformationen ein rasch erfassbares, nährwert- und zutatenbezogenes Gesamtbild (6).

Longitudinale Analyse: Kassensbons können über längere Zeiträume hinweg gesammelt werden (1), was die Überwachung von Ernährungsgewohnheiten und die Adhärenz zu Ernährungsinterventionen ermöglicht. Gemeinsam mit parallel erhobenen Gesundheitsdaten ist ein solch longitudinaler Ansatz hilfreich, um die Änderung im Ernährungsverhalten zu bewerten und notwendige Anpassungen vorzunehmen.

Standardisierte Analyse: Die Datenanalyse zu Ernährungsgewohnheiten erfolgt standardisiert, mit Potenzial zur Automatisierung. Im Vergleich zu konventionellen Methoden führt dies zu schnelleren Ergebnissen und ermöglicht Visualisierungen von Optimierungspotenzial.

Individualisierte und spezifische Beratung: Die Analyse von Einkaufsdaten erlaubt mittels Zugriff auf Produktdatenbanken, geeignete Alternativprodukte vorzuschlagen. Neben Zusammensetzung können auch Produkteigenschaften wie Regionalität oder Preis berücksichtigt werden.

Limitationen bei der Verwendung kommentierter Kassensbons

Begrenzter Erfassungsbereich: Kommentierte Kassensbons erfassen in erster Linie den Kauf von Lebensmitteln und Getränken sowie den Verzehr von Mahlzeiten ausser Haus. Dennoch fehlen gewisse Lebensmittel, was zu Datenlücken führen kann (4). Unter anderem werden Mahlzeiten, die bei anderen Haushalten stattfinden, Essensgeschenke, aber auch getrunkenes Leitungswasser nicht erfasst. Zudem kommt es vor, dass entweder kein Kassensbon ausgegeben wird oder die Studienteilnehmenden vergessen, den Kassensbon mitzunehmen. Diese Gründe unterstreichen die Relevanz eines holistischen Ernährungsmonitorings: Zum einen mittels kommentierter Kas-

senbons, zum anderen durch komplementäre, etablierte Befragungsmethoden.

Genauigkeit: Die Genauigkeit der Angaben hängt von der Detailgenauigkeit der Personen bei der Kommentierung der Kassensbons ab. Einige Personen schätzen möglicherweise die Verzehrverteilung im Haushalt falsch ein, was zu Ungenauigkeiten führen kann.

Datenschutz: Von Kassensbons stehen weitaus mehr Daten zur Verfügung als lediglich die gekauften Produkte oder der gekaufte Warenkorb. Der Umgang mit sensiblen Daten wie Ausgabebetrag, teilweise anonymisierten Kreditkartendaten und Informationen aus Loyalitätsprogrammen der jeweiligen Unternehmen muss daher kritisch reflektiert werden.

Ausblick: Automatisierung und die Zukunft des Ernährungsmonitorings

Die Zukunft des Ernährungsmonitorings bietet vielversprechende Entwicklungsmöglichkeiten, insbesondere im Bereich der Automatisierung. Im Zuge des technologischen Fortschritts wird es zunehmend möglich, Anwendungen und Instrumente zu entwickeln, die eine automatische Erkennung von Lebensmitteln auf Einkaufsbelegen ermöglichen. In der Schweiz gibt es bereits erste Projekte, welche sich mit der automatisierten Erfassung von digitalen Kassensbons von Loyalitätskartenbesitzern (z. B. Dietcoach [3]) oder dem Scannen von physischen Kassensbons von Lebensmitteleinkäufen (z. B. Schweizer Ernährungsatlas [4] oder BitsAboutMe [12]) befassen. Diese Fortschritte können das Ernährungsmonitoring auf folgende Weise revolutionieren:

Automatisierte Nährwertberechnung: Mithilfe automatisierter (via digitaler Kassensbons [3, 13]) oder halbautomatisierter Applikationen können Nährwerte von Lebensmitteleinkäufen in Zukunft innert wenigen Sekunden erfasst werden. Apps und Software können mithilfe von KI zudem den Nährstoffgehalt der bestellten Mahlzeiten in Restaurants automatisch anhand der erkannten Lebensmittel berechnen (14). Dadurch wird der Prozess der Ernährungsanalyse weiter automatisiert und objektiviert.

Alternative Produktempfehlungen: Vergleiche von gekauften Produkten innerhalb von Datenbanken ermöglichen die Empfehlung von geeigneteren Alternativprodukten.

Intelligente Diättempfehlungen: Mit kommentierten Kassensbons können KI-gesteuerte Systeme personalisierte Ernährungsempfehlungen anbieten, die auf den Ernährungsgewohnheiten des Einzelnen basieren. Die potenzielle Verknüpfung mit individuellen Gesundheitsdaten erlaubt das Massschneidern von generischen Empfehlungen im Sinne einer personalisierten Empfehlung.

Fazit

Kassensbons von Lebensmitteleinkäufen und Restaurantkonsumationen bieten grosses Potenzial als wertvolle Datenquelle für das Monitoring von Ernährungsgewohnheiten und die personalisierte Beratung.

Die Methodik eignet sich sowohl für das Erfassen der Ernährungsgewohnheiten auf Bevölkerungsebene als auch auf Individualebene in der Medizin oder der Ernährungsberatung. Der Schweizer Ernährungsatlas verdeutlicht, dass kommentierte Kassensbons, v. a. in Kombination mit Methoden zur Zufuhranalyse (z. B. Ernährungstagebuch), komplementäre Einblicke in Ernährungsgewohnheiten ermöglichen. Digitalisierung von Kassensbons, Verknüpfung mit Gesundheitsdaten und Anwendung von KI sind wichtige Schritte Richtung personalisierter Ernährung.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Marc Linzmajer
ab 1.10.2023

Lehrstuhl für ABWL: Dienstleistungsmanagement
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
Ulmenstrasse 69
D-18051 Rostock
E-Mail: marc.linzmajer@uni-rostock.de

Co-Autor: Matthias Eggenschwiler, Forschungszentrum für
Handelsmanagement, Universität St. Gallen
Co-Autorin: Prof. Dr. med. Dr. phil. Lia Bally, Universitäts-
klinik für Diabetologie, Endokrinologie Ernährungsmedizin &
Metabolismus (UEM), Inselspital Bern

Referenzen:

- Jennesson VL et al.: A systematic review of supermarket automated electronic sales data for population dietary surveillance. *Nutrition Reviews*. 2022; 80(6): 1711-1722.
- Rutishauser IHE: Dietary intake measurements. *Public Health Nutrition*. 2005; 8(7a): 1100-1107.
- UEM: Dietcoach Studie – Helfen Lebensmitteleinkaufsdaten um eine personalisierte Ernährungsempfehlung zu geben? 2023; (Datum letzter Zugriff: 20.09.2023); URL: <https://www.udem.insel.ch/de/lehre-und-forschung/forschungsschwerpunkte/ernaehrungsmedizin/dietcoach>.
- Linzmajer M et al.: Der Schweizer Ernährungsatlas – Eine Schätzmethode des Ernährungsverhaltens der Schweizer Bevölkerung, basierend auf Einkaufsdaten. 2022; St.Gallen.
- BfS: Bestand der Haushalte im Jahr 2020. 2021; (Datum letzter Zugriff: 28.06.2022); URL: <https://www.bfs.admin.ch/news/de/2021-0185>.
- French SA et al.: Annotated receipts capture household food purchases from a broad range of sources. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2009; 6(1): 37.
- BLV: Fachinformation Ernährung: Wichtigste Quellen von Zucker – Welche Lebensmittel tragen zu der zu hohen Zuckerzufuhr der Schweizer Bevölkerung bei? 2019; Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV: Bern.
- Sozialministerium: Kilokalorie. 2022; (Datum letzter Zugriff: 11.10.2022); URL: [https://www.gesundheit.gv.at/lexikon/K/kalorie1-hk.html#:~:text=1%20Gramm%20Fett%20liefert%2037,17%20kJ%20\(4%20kcal%20](https://www.gesundheit.gv.at/lexikon/K/kalorie1-hk.html#:~:text=1%20Gramm%20Fett%20liefert%2037,17%20kJ%20(4%20kcal%20)
- Reynolds A et al.: Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *The Lancet*. 2019; 393(10170): 434-445.
- de Oliveira DCRS et al.: Comparison between household food purchase and individual food consumption in Brazil. *Public Health Nutrition*. 2019; 22(5): 841-847.
- Närhinen M et al.: Sales data of a supermarket – a tool for monitoring nutrition interventions. *Public Health Nutrition*. 1998; 1(2): 101-107.
- BitsAboutMe: BitsAboutMe. 2023; (Datum letzter Zugriff: 20.09.2023); URL: <https://bitsabout.me/de/>.
- Wu J et al.: Estimating Dietary Intake from Grocery Shopping Data – A Comparative Validation of Relevant Indicators in Switzerland. *Nutrients*. 2021; 14(1): 159.
- Sahoo D et al.: FoodAI: Food Image Recognition via Deep Learning for Smart Food Logging. *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*. 2019; 2260–2268.