

Die 10 wichtigsten Methoden der Umweltstatistik

Um Ihnen einen Blick in den Werkzeugkoffer der Umweltstatistik zu ermöglichen, bietet diese Handreichung eine kompakte Übersicht über zentrale Methoden und ihre Anwendungsfelder. Sie wurde als Teil der DAGStat-Stellungnahme zum Thema „Umweltstatistik“ vom 16.03.2023 erarbeitet. Die gesamte Stellungnahme finden Sie unter folgendem Link:

<https://www.dagstat.de/aktivitaeten/stellungnahmen>

Die folgende Zusammenstellung soll zudem Anknüpfungspunkte für verwandte Fachgebiete und die Politik bieten, um einen breiteren Einsatz in geeigneten Zusammenhängen zu fördern. Gleichwohl sei angemerkt, dass jede Methode spezifische Unsicherheiten und Anforderungen für die fachliche Begleitung mit sich bringt.

1. Regressionsmodelle

Regressionsmodelle ermöglichen die Untersuchung des Zusammenhangs einer abhängigen (z. B. Krankenhauseinweisungen, Mortalität) und einer oder mehrerer unabhängiger Variablen (z. B. Umweltrisikofaktoren). Sie werden aber auch zur Vorhersage von Umweltfaktoren verwendet, wie z. B. die räumliche Modellierung von Luftschadstoffen oder Temperatur. Neben der einfachen linearen Regression und dem Adjustieren für potentielle Störgrößen (z. B. Alter, Geschlecht) können in komplexeren additiven oder gemischten Modellen auch nichtlineare Zusammenhänge, Wechselwirkungen und wiederholte Messungen berücksichtigt werden.

[Anwendungsfelder: Umweltepidemiologie, Ökosysteme, Klimawandel]

2. Meta-analytische Methoden

Häufig ist eine einzelne Studie nicht groß und aussagekräftig genug, um eine Forschungsfrage zuverlässig beantworten zu können. Oder es gibt bereits mehrere Studien zu dieser Forschungsfrage, die aber zu widersprüchlichen Ergebnissen kommen. Um eine verlässliche Antwort zu finden, ist es deshalb nötig, möglichst mehrere bzw. alle Studien gemeinsam zu betrachten und zu analysieren. Mit meta-analytischen Methoden kann ein zusammengefasstes Ergebnis berechnet werden, das die Interpretation von Zusammenhängen und Auswirkungen erleichtert. Das Gesamtergebnis hat oft eine deutlich höhere Aussagekraft als die Ergebnisse der Einzelstudien. Allerdings kann es durch den sogenannten Publikationsbias (Studien mit positiven bzw. signifikanten Ergebnissen haben eine größere Chance, publiziert zu werden) zu einer verzerrten Datenlage in den wissenschaftlichen Zeitschriften kommen, die dann auch das zusammengefasste Ergebnis verzerren.

[Anwendungsfeld: Umweltepidemiologie]

3. Health Impact Assessment

Ein quantitatives Health Impact Assessment ist ein methodischer Rahmen, um die gesundheitlichen Auswirkungen von Schadstoffbelastungen und Emissions-Reduktions-Maßnahmen zu beurteilen. Hierfür werden Expositions-Wirkungs-Funktionen aus systematischen Übersichtsarbeiten herangezogen. Die Exposition der betroffenen Bevölkerung und die Größe der betroffenen Bevölkerung werden ebenfalls berücksichtigt. Die Luftqualität wird u.a. anhand von Monitoring-Daten geschätzt und die Umweltstatistik spielt eine wichtige Rolle.

[Anwendungsfeld: Umweltepidemiologie]

4. Environmental-Economic Accounting Standards

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen sind ein methodischer Rahmen, um die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Gesellschaft abzubilden. Sie sind eine Zusammenstellung von standardisierten Konzepten, Definitionen, Klassifikationen und Accounting-Regeln, um konsistente und international vergleichbare Statistiken zu erzeugen. Daten zu Material- und Energieflüssen, Naturkapital und Umweltschutz werden in einem kohärenten Kontensystem aufbereitet, das die Betrachtung einzelner Merkmale in einem erweiterten Kontext ermöglicht.

[Anwendungsfeld: Ökosysteme]

5. Automatisierte Verarbeitung von Geo-Daten

Um Umweltdaten flächendeckend und regelmäßig erfassen zu können, kann auf Datenprodukte der Fernerkundung (wie jene des europäischen Copernicus-Programms), in-situ Monitoringdaten und georeferenzierte Stichproben zurückgegriffen werden. Diese Geodaten können in räumlich konsistenten Analyseeinheiten kombiniert, durch Algorithmen klassifiziert und analysiert werden. Die Ökosystemrechnungen, die gänzlich auf flächendeckenden, räumlich hochaufgelösten Geodaten basieren, sind ein Anwendungsbeispiel dafür.

[Anwendungsfelder: Umweltepidemiologie, Ökosysteme, Klimawandel]

6. Modellierung von Ökosystemleistungen

Ökosystemleistungen, die von der Natur für den Menschen bereitgestellt werden, können durch verschiedene Methoden analysiert und quantifiziert werden. Dazu zählen unter anderem physikalische Modelle (z. B. der Hydrographie), Schätzmodelle (z. B. urbane Kühlleistung) oder räumliche Disaggregation (z. B. Tourismus oder Agrarstatistiken „in die Fläche bringen“).

[Anwendungsfeld: Ökosysteme]

7. Survey-Methoden

Surveys bzw. Umfragen dienen der Erhebung von personen- und haushaltsbezogenen Daten, z. B. Umwelteinstellungen und Umwelthandeln. In der Regel wird eine Zufallsstichprobe aus einer großen Grundgesamtheit (z. B. aller in Deutschland in Privathaushalten lebenden Personen ab 18 Jahren) gezogen, die dann mittels standardisiertem Fragebogen befragt wird. Zur Umfrageadministration stehen unterschiedliche Erhebungsmodi sowie deren systematische Kombination im Rahmen von Mixed-Mode-Surveys zur Verfügung: persönlich (face-to-face), telefonisch, postalisch und online. Bei entsprechender Planung können Umfragedaten auch mit anderen Datenquellen verknüpft werden, z. B. mit Geo-Informationen über das Wohngebiet der Befragten durch Geo-Referenzierung (siehe Methode 5) zur Analyse umweltepidemiologischer Fragestellungen (siehe Methode 1).

[Anwendungsfeld: Umweltepidemiologie, Umwelthandeln]

8. Flussrechnungsmodelle

Flussrechnungen haben sowohl auf der Seite der Natur (Wasser, Energie usw.) als auch auf der Seite der Wirtschaft (Input/Output von Wirtschaftssektoren) eine lange Tradition in der sachlogischen

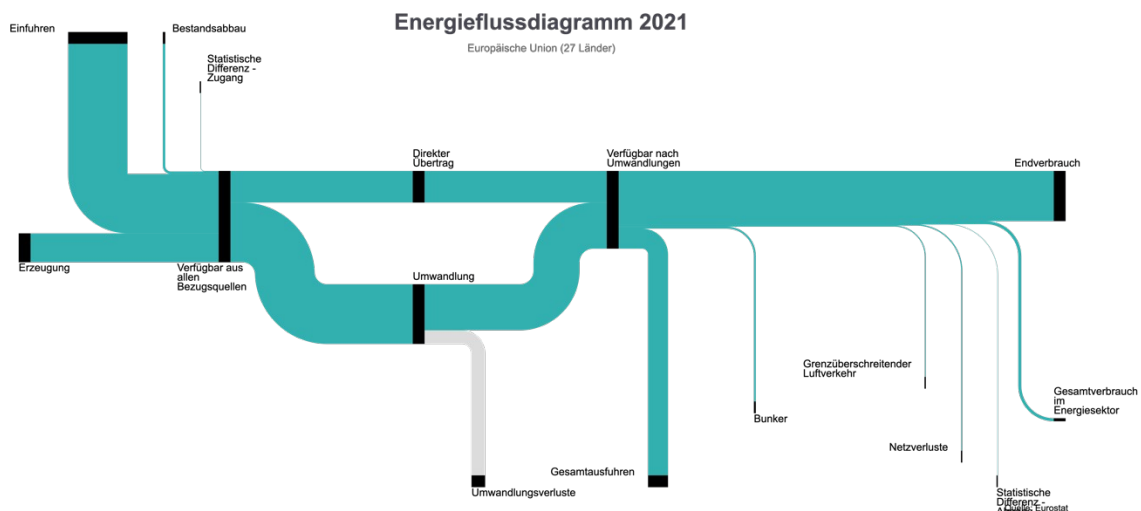


Abb. 1: Energieflussdiagramm 2021, Europäische Union (Quelle: Eurostat, Energy balances flow for EU27)

Verbindung von Einzeldaten (siehe Abbildung 1). Ihr besonderer „Charme“ für die Umweltstatistik zeigt sich dann, wenn es um die Quantifizierung von physischen Flüssen (Energie, Materialien) aus der Natur in die Wirtschaft hinein, durch diese hindurch und wieder hinaus geht, und zwar mit den entsprechenden Begleiterscheinungen in Form von Abfallproduktion, Energieverbrauch oder toxischen Belastungen für Natur und Mensch.

[Anwendungsfeld: Klimawandel]

9. Indikatoren und Kommunikation von Material- und Energieflüssen

Mit Hilfe von Flussrechnungen lassen sich hochaggregierte Indikatoren, wie Carbon Footprint, Domestic Material Consumption („Fußabdruck“ des Konsums gemessen in Rohstoffen) oder die Ressourcenproduktivität berechnen. Solche Indikatoren sind geeignet, die bisher populären Indikatoren wie Bruttoinlandsprodukt oder Arbeitsproduktivität in Dashboards der Politik sinnvoll zu ergänzen.

Darüber hinaus ermöglichen Flussrechnungen auch wichtige Analysen auf geographisch feineren Gliederungsebenen (z. B. Hydrographie) oder Wirtschaftssektoren. Auf empirischen Flussrechnungen können Modelle zukünftiger Entwicklungen oder politische Szenarien aufbauen.

[Anwendungsfeld: Klimawandel]

10. Extremwertstatistik

Für die Warnung vor meteorologischen Extremen oder die Planung, z. B. von Schutzvorrichtungen und baulichen Maßnahmen allgemein, sind wir auf die Abschätzung der maximalen Intensität und auch der Häufigkeit von Extremereignissen (Starkregen, Orkanstärken, Hitzeperioden etc.) angewiesen, mit denen wir in den kommenden Stunden bis Tagen oder Jahren rechnen müssen – oder über noch deutlich längere Zeiträume. Die Extremwertstatistik erlaubt es, Aussagen hierüber samt der zugehörigen statistischen Unsicherheit mittels statistischer Modelle und Grenzwertsätze für Maxima aus oft vergleichsweise kurzen Datenreihen abzuleiten. Die moderne Forschung in diesem Bereich befasst sich dabei unter anderem mit der Berücksichtigung von Unsicherheiten über das angenommene Modell, die räumliche Struktur von Extremereignissen aufgrund der beteiligten physikalischen Prozesse und von Trends aufgrund von klimatischen Änderungen.

[Anwendungsfeld: Klimawandel]