



Formale Beschreibung als Grundlage für Transparenz, Innovation und Qualität in der Arealstatistik Schweiz

Daniel Assoulin, Martina Brügger, Monika Ferster, Alice Jeannet
Sektionen Statistische Methoden (METH) und Geoinformation (GEO)
Bundesamt für Statistik (BFS)

Schweizer Statistiktage, Lugano,
6.-8. September 2021



Die Schweizerische Arealstatistik

Die Schweizerische Arealstatistik liefert Ergebnisse, um einerseits

- ▶ die (aktuelle) Situation bezüglich Bodennutzung und Bodenbedeckung zu erfassen
- ▶ und andererseits Entwicklungen aufzuzeigen.

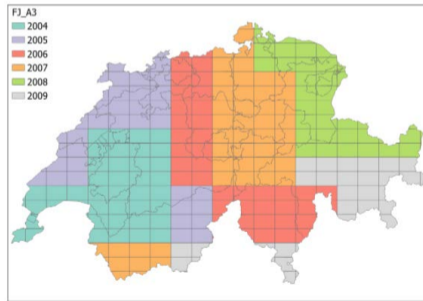
Die Erhebung basiert auf Luftbildern, über welche ein Gitter von 100 Metern Maschenweite gelegt wird („Stichprobengitter“). Den ca. 4.1 Mio. Gitterschnittpunkten (Stichprobenpunkte), welche jeweils einen Hektar repräsentieren, wird je eine Bodennutzungs- und Bodenbedeckungskategorie zugeordnet.



Gesamtschweizerische Auswertung - Charakteristiken

Illustration AREA3 - ein Mosaik von Luftbildern aus verschiedenen Jahren.

AREA3 (nach KB)





Motivation

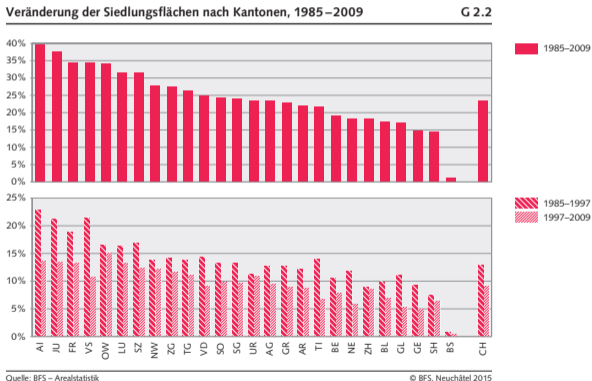
2017 kontaktiert GEO die Sektion METH um abzuklären, wie die Daten zur Bodennutzung/-bedeckung

- ▶ statistisch korrekt
- ▶ und verständlich

präsentiert werden können. Dies nicht zuletzt vor dem Hintergrund einer ab dem Jahr 2017 eingeführten Flugplanänderung und der Tatsache, dass sich das Standardintervall zwischen A3 und A4 auf 9 Jahre verkürzen würde.



Illustration aus Bodennutzung in der Schweiz, Auswertungen und Analysen, BFS (2015).





Erste Schlussfolgerungen

- ▶ Für einen exakten Beschrieb und somit auch eine klare Interpretation der berechneten Grössen wäre eine formale (mathematische) Grundlage / Dokumentation von grossem Nutzen.
- ▶ Für eine bessere Vergleichbarkeit zwischen Gebieten und zwischen verschiedenen Überflugperioden in Bezug auf Veränderungen das Augenmerk auf durchschnittliche jährliche Veränderungen legen.



Erarbeitung eines formalen Beschriebs

In Zusammenarbeit mit GEO erstellte METH einen formalen Beschrieb (Assoulin und Ferster (2019)) zu den Resultaten der Arealstatistik. Fokus:

- ▶ Beschrieb / Darstellung der Resultate einer Erhebungsperiode
- ▶ Entwicklung / Definition geeigneter Veränderungsmasse für den Beschrieb der Veränderung zwischen zwei Erhebungsperioden. Illustriert werden die Veränderungsmasse im Dokument *Arealstatistik: Berechnung von Veränderungen*, erstellt durch die Sektion GEO.

Im Folgenden wird ein Auszug aus den beiden Dokumenten präsentiert, wobei der Fokus auf die Berechnung von Veränderungen gelegt wurde.



Jährliche Veränderungen in Hektaren

Für jeden Stichprobenpunkt wird

- ▶ basierend auf zwei Überflugsperioden
- ▶ eine jährliche Veränderung bezüglich der interessierenden Bodennutzungs-/Bodenbedeckungskategorie in Hektaren berechnet.

Die mittlere jährliche Veränderung einer Region: Summe der jährlichen Veränderungen der entsprechenden Punkte.



Formal

Die für den Punkt (i, j) beobachtete Veränderung in Bezug auf die Kategorie Siedlungsfläche s zwischen A_4 und A_3 wird durch folgende Funktion beschrieben:

$$\Delta(i, j, s, f_3, f_4) = \begin{cases} 1 & y_{f_3}(i, j) \neq s, y_{f_4}(i, j) = s \\ -1 & y_{f_3}(i, j) = s, y_{f_4}(i, j) \neq s \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases} \quad (1)$$

Dabei entspricht $y_{f_k}(i, j)$ der Nutzungskategorie des Punktes (i, j) während der k -ten Überflugsperiode und $f_k(i, j)$ dem entsprechenden Flugjahr. Entsprechend für die jährliche (*pa* für "per annum" oder "pro anno") Veränderung:

$$\Delta_{pa}(i, j, s, f_3, f_4) = \frac{\Delta(i, j, s, f_3, f_4)}{f_4(i, j) - f_3(i, j)} \quad (2)$$



Formal (2)

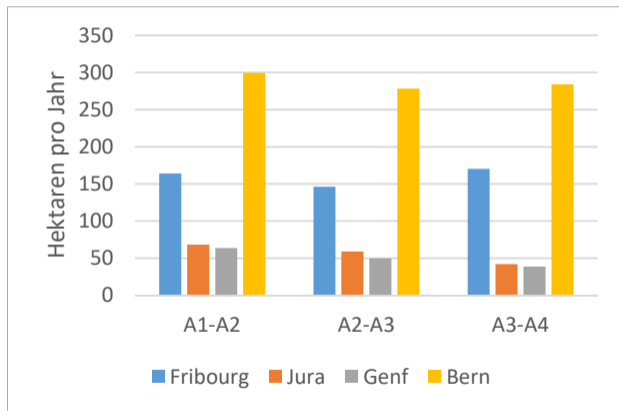
Summation für die Berechnung der jährlichen Veränderung im Gebiet d :

$$\Delta_{pa,a}(d, s, f_3, f_4) = \sum_{(i,j) \in d} \Delta_{pa}(i, j, s, f_3, f_4). \quad (3)$$

Bemerkung: Summation der (jährlichen) Veränderungen über alle Kategorien ergibt 0 (Flächeninvarianz).



Illustration: Jährliche Veränderungen Siedlungsfläche in Hektaren.





Alternative Veränderungsmasse

Für Vergleiche zwischen verschiedenen Regionen kann es Sinn machen, jährliche Veränderungen

- ▶ in Bezug zur Gesamtfläche (d.h. eine Veränderung von Anteilen)
- ▶ relativ zum Flächenwert in der Ausgang-Überflugperiode (relative Veränderungen)

der jeweiligen Regionen zu betrachten



Illustration: Mittlere jährliche Veränderung des Anteils Siedlungsfläche.

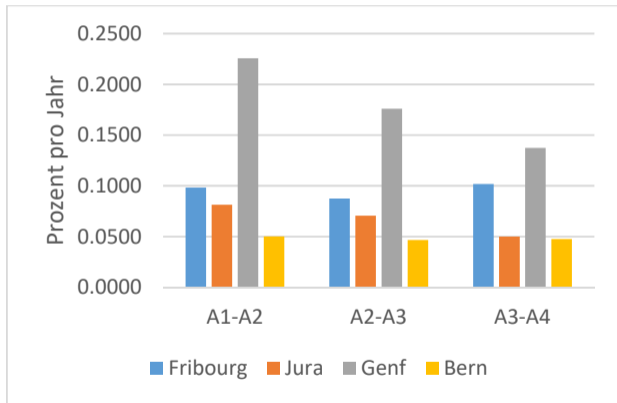
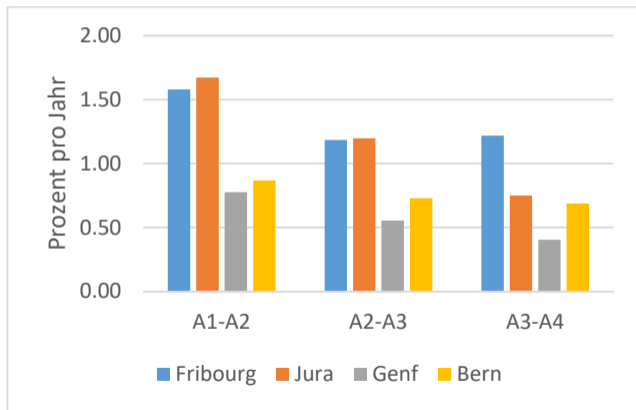




Illustration: Mittlere jährliche Veränderungen der Siedlungsfläche relativ zur vorangehenden Überflugsperiode.





Diskussion

Die Resultate illustrieren, dass die verschiedenen Masse als komplementär betrachtet werden können. Beispielsweise ist

- ▶ die jährliche Zunahme in Hektaren in den Kantonen Genf und Jura ähnlich,
- ▶ die jährliche Veränderung des Anteils Siedlungsfläche an der Gesamtfläche in Genf viel höher,
- ▶ währenddessen im Jura die jährliche Zunahme der Siedlungsfläche im Vergleich zur vorangehenden Überflugperiode wesentlich höher ausfällt.



Schlussfolgerungen

Die Datenlage in der Arealstatistik ist komplex. Ein formaler Beschrieb

- ▶ erlaubt eine klare Beschreibung der erstellten Resultate (Transparenz) und vermindert das Risiko von Fehlinterpretationen,
- ▶ bildet die Grundlage um Statistiken (Masse) zu entwickeln und deren Charakteristiken zu analysieren.

Illustrationen und beschreibende Texte stellen wertvolle Ergänzungen dar, um die Konzepte auf eine weniger mathematische, attraktive Weise zu kommunizieren.

ENDE - vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Referenzen

- ▶ David Altwegg und Sektion GEO (2015). *Die Bodennutzung in der Schweiz - Auswertungen und Analysen*. Bundesamt für Statistik. Neuchâtel, 2015. (<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raumumwelt/bodennutzung-bedeckung.assetdetail.349272.html>)
- ▶ Monika Ferster und Daniel Assoulin (2019). *Arealstatistik: Referenzdokument zu den Formeln*. Methodologische Notiz, Bundesamt für Statistik.
- ▶ Sektion GEO (2021). *Arealstatistik: Die Berechnung von Veränderungen*. Bundesamt für Statistik.