



Arealstatistik

Berechnung von Veränderungen

Neuenburg, 2022

Herausgeber: Bundesamt für Statistik (BFS)
Auskunft: arealstatistik@bfs.admin.ch, Tel. 058 463 61 61
Redaktion: Arealstatistik, GEO
Inhalt: Arealstatistik, GEO
Themenbereich: 02 Raum, Umwelt
Originaltext: Deutsch
Übersetzung: Sprachdienste BFS

Layout: Sektion GEO
Grafiken: © Arealstatistik
Download: www.statistik.ch
Copyright: BFS, Neuchâtel 2022
Wiedergabe unter Angabe der Quelle
für nichtkommerzielle Nutzung gestattet

Berechnung von Veränderungen

In diesem Dokument werden die Konzepte und Formeln beschrieben, mit denen die jährlichen Veränderungen der Bodennutzung und Bodenbedeckung in der Schweiz auf der Grundlage von der Arealstatistik Erhebungen ermittelt werden.

Die dargestellten Berechnungen entsprechen den Formeln 4 bis 8 des Dokuments:

"Ferster, M., Assoulin, D.: Methodologische Notiz - Arealstatistik: Referenzdokument zu den Formeln. Statistische Methoden, BFS, Juli 2019."

Eine Aktualisierung der Arealstatistik der ganzen Schweiz benötigt mehrere Jahre, wobei pro Jahr jeweils die aktuellsten Luftbilder von 1/6 der Schweiz interpretiert werden. Dadurch basiert jede gesamtschweizerische Auswertung der Arealstatistik auf einem Mosaik von Luftbildaufnahmen verschiedener Jahrgänge. Bisher gibt es vier Erhebungen in den vier Überflugsperioden 1979-1985 (A1), 1992-1997 (A2), 2004-2009 (A3) und 2013-2018 (A4). Die drei Zeiträume vom letzten Flugjahr einer Überflugsperiode bis zum letzten Flugjahr der nächsten Überflugsperiode, verkürzt sich von 12 auf 9 Jahre. Die fünfte Überflugsperiode hat 2020 begonnen und wird 2025 enden, wodurch sich der Zeitraum auf 6 Jahre verkürzt.

Da das Flugprogramm des Bundesamts für Landestopografie für die als Datengrundlagen der Arealstatistik verwendeten Luftbilder im Laufe der Jahre immer wieder geändert wurde und auch kurzfristige und kleinräumige Anpassungen des Flugplans aus meteorologischen Gründen unvermeidlich sind, ergeben sich Abweichungen vom Standardintervall (12 respektive 9 oder 6 Jahre), die je nach Region stark variieren können.

Um aussagekräftige Vergleiche zwischen unterschiedlichen Betrachtungsperioden und Regionen zu ermöglichen, werden die Veränderungen zwischen zwei oder mehreren Überflugsperioden in jährliche Veränderungen umgerechnet. Vor 2018 wurde dafür die Veränderung eines Gebietes durch das entsprechende Standardintervall dividiert, ab 2018 wird die jährliche Veränderung zwischen zwei Überflugsperioden für jeden Stichprobenpunkt einzeln berechnet.

Mittleres Flugjahr

Das mittlere Flugjahr einer Erhebung einer bestimmten Region wird durch Mitteln der Flugjahre aller Stichprobenpunkte, welche innerhalb dieser Region liegen, berechnet. Für Publikationen werden die mittleren Flugjahre auf Jahre gerundet, für Berechnungen werden immer die exakten Werte verwendet.

Beispiel: Die Stichprobenpunkte der vierten Erhebung des Kantons Bern wurden zwischen 2013 und 2016 überflogen. Durch Mitteln erhält man einen Dezimalwert von 2014,08. Für Publikationen wird der Wert 2014 verwendet.

Mittlere Betrachtungsperiode (Formel 7)

Werden für Veränderungen in einem gewissen Gebiet zwei Überflugsperioden betrachtet, so möchte man auch eine Angabe zur Länge des Zeitintervalls, auf welches sich diese Veränderungen beziehen, machen.

Für die Berechnung der mittleren Betrachtungsperiode wird die Differenz der gemittelten Flugjahre des Gebiets gebildet.

Für Publikationen wird die mittlere Betrachtungsperiode auf Jahre gerundet, für Berechnungen werden die exakten Werte verwendet.

Beispiel: Das mittlere Flugjahr des Kantons Bern der vierten Erhebung ist 2014,08 und dasjenige der ersten 1980,84. Die Differenz, also die mittlere Betrachtungsperiode, ergibt 33,17 Jahre. Für Publikationen wird der Wert 33 Jahre verwendet.

Jährliche Veränderung in Hektaren (Formeln 4 + 5)

Für jeden Stichprobenpunkt wird eine jährliche Veränderung bezüglich der interessierenden Kategorie berechnet (Formel 4). Die jährliche Veränderung in Hektaren einer Bodenbedeckungs- oder Nutzungskategorie während einer Betrachtungsperiode einer bestimmten Region ist die Summe der jährlichen Veränderungen aller Stichprobenpunkte (Formel 5).

Diese Grösse dient der Darstellung von Wachstum respektive Rückgang einer Kategorie in Hektaren pro Jahr.

Wird in dieser bestimmten Region die jährliche Veränderung bezüglich allen Bedeckungs- oder Nutzungskategorien summiert, so heben sich die gegenseitigen Veränderungen auf und es gibt immer Null (Eigenschaft Flächeninvarianz).

Beispiel: Im Kanton Genf ist die Siedlungsfläche zwischen der ersten und der zweiten Erhebung um 63,7 ha pro Jahr gewachsen, zwischen der zweiten und der dritten Erhebung um 49,7 ha pro Jahr und zwischen der dritten und vierten Erhebung noch um 38,8 ha pro Jahr. Im Kanton Jura sind die Zahlen für die jeweiligen Erhebungen 68,3 ha, 59,2 ha und 42 ha pro Jahr (vgl. Abbildung 1).

Jährliche Veränderungsrate einer Region

Möchte man jedoch unterschiedliche Gebiete bezüglich jährlicher Veränderungen vergleichen, so macht es Sinn, Veränderungen relativ zu einer Bezugsfläche zu definieren, um beispielsweise der unterschiedlichen Grösse der Gebiete Rechnung zu tragen.

Jährliche Veränderung einer Kategorie in Prozentpunkten (Formel 6)

Die jährliche Veränderung einer Kategorie von einer Überflugsperiode zu einer nächsten kann sich auf den Anteil dieser Kategorie an der Gesamtfläche der betrachteten Region beziehen. Hier gilt die Eigenschaft der Flächeninvarianz, das heisst, die Veränderungen über alle Kategorien heben sich in der Summe auf. Diese Grösse eignet sich für Vergleiche von Veränderungen von Kategorien in verschiedenen Regionen und unterschiedlichen Betrachtungsperioden.

Beispiel: Der jährliche Zuwachs des Anteils Siedlungsfläche in Bezug auf die Gesamtfläche beträgt im Kanton Genf 0,22% für das erste Intervall, 0,176% für das zweite und 0,137% für das dritte. Der Kanton Jura liegt mit der jährlichen Veränderung von 0,08%, 0,07% und 0,05% deutlich tiefer (vgl. Abbildung 3).

Jährliche Veränderungsrate der Kategorie (Formel 8)

Die jährliche Veränderung einer Kategorie von einer Überflugsperiode zu einer nächsten kann sich auf die Fläche dieser Kategorie in der Ausgangs-Überflugsperiode beziehen. Hier gilt die Eigenschaft der Flächeninvarianz nicht.

Diese Grösse eignet sich für die Analyse von Veränderungen verschiedener Kategorien und verschiedener Regionen einer Betrachtungsperiode. Bei einem Vergleich der Veränderungsrate von unterschiedlichen Betrachtungsperioden ist zu beachten, dass sich die Werte im Nenner jeweils auf die Ausgangs-Überflugsperioden beziehen und somit im Allgemeinen unterschiedlich sind.

Beispiel: Die jährliche Veränderungsrate der Siedlungsfläche zwischen der dritten und vierten Erhebung beträgt im Kanton Genf 0,41% und im Kanton Jura 0,75% (vgl. Abbildung 2).

Aufzeigen von Entwicklungen

Grundsätzlich ist sehr wichtig, genau zu informieren ob man von der Veränderung in Hektaren oder der Veränderung in Prozent spricht und ob diese bezüglich der Kategorie oder bezüglich der Grösse des Gebietes berechnet wurde. Die Beispiele Genf und Jura zeigen die stark unterschiedlichen Resultate und Zahlenwerte sehr gut. Die jährliche Siedlungszunahme in Hektaren ist ähnlich, die Wachstumsrate der Kategorie ist im Jura viel höher, die Veränderung des Anteils der Siedlungsfläche in Prozentpunkten ist wiederum in Genf viel höher.

Beispiel: In Abbildung 1 können alle Werte direkt miteinander verglichen werden, da es sich um Flächen handelt. So liegt zum Beispiel die jährliche Zunahme an Siedlungsfläche in den Kantonen Jura und Genf in derselben Grössenordnung, beträgt aber von der ersten zur zweiten Flugperiode gut 50 Ha, von der zweiten zur dritten um die 50 Ha und von der dritten zur vierten klar unter 50 Ha pro Jahr, also eine leichte Verlangsamung.

Der Kanton Fribourg illustriert die unterschiedlichen Aussagen der beiden Veränderungsmasse, die sich auf eine Referenzfläche beziehen. Vergleicht man die Veränderungsraten der Siedlungsfläche (jeweils in Bezug auf die Siedlungsfläche der Ausgangs-Überflugsperiode) der verschiedenen Perioden, entsteht der Eindruck, dass sich das Siedlungswachstum in der 2. und 3. Periode stark verlangsamt hat (Abbildung 2). Da hier unterschiedliche Referenzgrössen vorhanden sind, ist so eine Aussage über verschiedene Überflugsperioden-Vergleiche schwierig. Es lässt sich aber zum Beispiel zeigen, dass die jährlichen Veränderungsraten bezüglich Siedlungsfläche von der ersten zur zweiten und von der zweiten zur dritten Flugperiode in den Kantonen Fribourg und Jura ähnlich sind, jedoch von der dritten zur vierten Flugperiode die jährliche Zunahmerate an Siedlungsfläche in Fribourg viel grösser ist. Werden jedoch die Veränderungen des Anteils der Siedlungsfläche in Prozentpunkten verglichen, so zeigt sich, dass die Entwicklung des Siedlungswachstums im Kanton Fribourg anders verläuft als in den Kantonen Genf, Jura und Bern, wo sich das Wachstum kontinuierlich abgeschwächt hat (Abbildung 3).

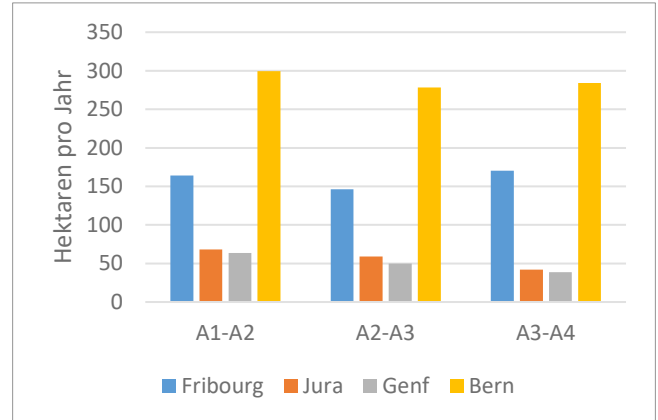


Abbildung 1: Jährliche Veränderung der Siedlungsfläche in Hektaren

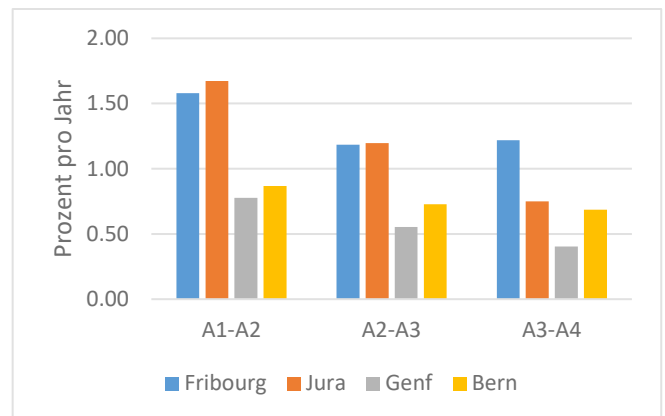


Abbildung 2: Veränderungsrate der Siedlungsfläche

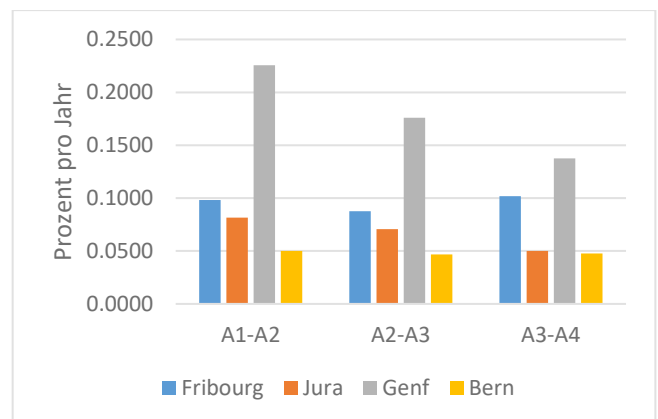


Abbildung 3: Jährliche Veränderung des Anteils der Siedlungsfläche in Prozentpunkten

Glossar

Begriff	Definition
Aggregationsstufen	Zusammenfassung der Grundkategorien in übergeordnete Klassen.
Bedeckungs- und Nutzungskategorie	Bodenbedeckung und -nutzung nach den Kategorien der entsprechenden Nomenklatur.
Betrachtungsperiode eines Stichprobenpunktes	Differenz zwischen zwei Überflugsjahren eines Stichprobenpunktes.
Erhebung	Tätigkeit, statistische Aktivität, durch welche statistische Daten, Ergebnisse erzeugt oder produziert werden. Die Erhebung der Arealstatistik beinhaltet insbesondere Bildinterpretation, Kontrollen und Plausibilisierung, Feldverifikation, Auswertung und Diffusion der Resultate.
Flächeninvarianz	Wird in einem Gebiet über alle Kategorien summiert, so heben sich die gegenseitigen Veränderungen auf und es gibt immer Null.
Gitterschnittpunkt	Schnittpunkte der 100m-Koordinaten der Landeskarte der Schweiz. Synonym zu Stichprobenpunkt.
Interpretation	Zuteilung einer Bedeckungs- und Nutzungskategorie auf Grundlage des Luftbildes.
Jährliche Veränderung des Anteils in Prozentpunkten	Jährliche Veränderung der Fläche einer Kategorie im Verhältnis zur Gesamtfläche des betrachteten Gebietes.
Jährliche Veränderungsrate der Kategorie	Jährliche Veränderung der Fläche einer Kategorie im Verhältnis zur Fläche dieser Kategorie in der Ausgangs-Überflugsperiode.
Luftbild	Fotografische Aufnahme, die während eines Überflugs eines Gebietes gemacht wird. Luftbilder sind die wichtigste Erhebungsgrundlage der Arealstatistik.
Mittlere Betrachtungsperiode eines Gebiets [in Jahren]	Differenz der mittleren Flugjahre eines Gebiets.
Mittleres Flugjahr eines Gebiets [in Jahren]	Mittelwert der Flugjahre aller Stichprobenpunkte innerhalb einer Region.
Region/Gebiet	Geografisches Gebiet, nicht notwendigerweise zusammenhängend. Minimal kann das einen einzelnen Stichprobenpunkt, maximal der ganzen Schweiz entsprechen..
NOAS04	Standardnomenklatur der Arealstatistik, abgeleitet aus einer Kombination von Bodennutzungs- und Bodenbedeckungskategorien, gemäss Definition von 2004.
NOLC04	Nomenklatur der Bodenbedeckungskategorien, gemäss Definition von 2004.
NOLU04	Nomenklatur der Bodennutzung , gemäss Definition von 2004.
Standardintervall	Soll-Intervall zwischen zwei Erhebungen (12, 9, oder 6 Jahre)
Stichprobenpunkt	Schnittpunkte der 100m-Koordinaten der Landeskarte der Schweiz. Synonym zu Gitterschnittpunkt.
Jährliche Veränderung einer Kategorie eines Gebietes [in Hektaren]	Summe der jährlichen Flächenveränderungen einer Kategorie über alle Stichprobenpunkte innerhalb eines Gebietes.
Überflugsjahr/Flugjahr	Jahr in dem ein Gebiet überflogen wird und davon Luftbilder erstellt werden.
Überflugsperioden	Zeitspanne der Referenzjahre der als Datengrundlagen verwendeten Luftbilder einer Erhebung der Arealstatistik
Zeitreihe	Serie von Messungen, Beobachtungen und Aufzeichnungen von Variablen an aufeinanderfolgenden Zeitpunkten, z.B. Bodennutzung und Bodenbedeckung eines Gebiets verschiedener Überflugsperioden.

Weiterführende Dokumente

Ferster, M., Assoulin, D.: Methodologische Notiz : Arealstatistik : Referenzdokument zu den Formeln

Berechnungsbeispiel.xlsx : Excel-Datei mit einem fiktiven Beispiel, das zeigt, wie die Formeln in der Praxis angewendet werden.