

**Cercl  
Air**

---

Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute  
Société suisse des responsables de l'hygiène de l'air  
Società svizzera dei responsabili della protezione dell'aria  
Swiss society of air protection officers

11. September 2017

## **Empfehlung Nr. 27c**

---

# **Berechnung des Indikators U11 Luftqualität des Cercle Indicateurs für Kantone und Gemeinden**

---



# Nachhaltigkeitsindikatoren für Kantone und Gemeinden

Berechnung der einwohnergewichteten Mittelwerte der  
Langzeit-Luftbelastungs-Indices für die Kantone und  
beteiligten Gemeinden in den Jahren 2002, 2007, 2011,  
2013 und 2015

## Impressum

Auftraggeber	Bundesamt für Statistik BFS
Kontaktpersonen	Dr. André de Montmollin
Adressen	Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum Espace de l'Europe 10 2010 Neuchâtel

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Dr. Richard Ballaman  
Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien  
3003 Bern

Datum	11.09.2017
Aktuelle Version	Schlussbericht
Ältere Versionen	-
Projektnummer	17_033
Datei	170911_bericht_lbi_cerclair.docx

Erstellt durch	Thomas Künzle
Kontrolliert durch	08.09.2017   Simon Albrecht-Widler
Genehmigt durch	08.09.2017   René Cattin

Gewährleistung	Meteotest gewährleistet ihren Kunden eine sorgfältige und fachgerechte Auftragsbearbeitung. Jegliche Haftung, insbesondere auch für Folgeschäden, wird im Rahmen des gesetzlich Zulässigen wegbedungen.
----------------	---

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Ausgangslage .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Datengrundlagen .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Auftrag .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Resultate.....</b>	<b>6</b>

## Tabellen

Tabelle 1:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices in den beteiligten Gemeinden/Städten in den Jahren 2002, 2007, 2011, 2013 und 2015. ....	12
Tabelle 2:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices in den Kantonen in den Jahren 2002, 2007, 2011, 2013 und 2015.....	13

## Abbildungen

Abbildung 1:	Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2002.....	6
Abbildung 2:	Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2007.....	7
Abbildung 3:	Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2011.....	7
Abbildung 4:	Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2013.....	8
Abbildung 5:	Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2015.....	8
Abbildung 6:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2002 pro Kanton. ....	9
Abbildung 7:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2007 pro Kanton. ....	9
Abbildung 8:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2011 pro Kanton. ....	10
Abbildung 9:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2013 pro Kanton. ....	10
Abbildung 10:	Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2015 pro Kanton. ....	11

# 1 Ausgangslage

In den Jahren 2003 bis 2005 entwickelten gemäss Internetseite des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)<sup>1</sup> verschiedene Kantone, Städte und Bundesämter je ein Kernindikatorensystem für Kantone und Städte. "Die zentrale Aufgabe von Kernindikatoren ist die Beurteilung des aktuellen Standes und der zeitlichen Veränderung der Nachhaltigen Entwicklung auf einer strategisch-politischen Ebene."

Meteotest wurde vom Bundesamt für Statistik (BFS) und Bundesamt für Umwelt (BAFU) beauftragt, auf der Basis der Empfehlung Nr. 27 b (Langzeit Luftbelastungs-Index LBI) des Cercl'Air<sup>2</sup> und verfügbarer Grundlagen der Luftqualität die LBI für das Jahr 2015 zu berechnen sowie eine Gewichtung mit der Wohnbevölkerung auf der Basis von Daten der Volkszählung 2015 zu realisieren. Zudem wurden die bisherigen Resultate der Jahre 2002, 2007, 2011 und 2013 aktualisiert. In den Jahren 2011, 2013 und 2015 wurden analoge Auswertungen für die Jahre 2002, 2007, 2011 und 2013 auf der Basis der damaligen Empfehlung Nr. 27 erarbeitet und dokumentiert<sup>3,4,5</sup>.

# 2 Datengrundlagen

Grundlagen sind die Karten der Jahreswerte von Feinstaub- und Stickstoffdioxid<sup>6</sup> sowie die Ozon-Karten mit den maximalen monatlichen 98er Perzentilwerten. Zur Berechnung der bevölkerungsgewichteten Mittelwerte wurden die Einwohnerdaten aus der Volkszählung in Hektarauflösung verwendet<sup>7</sup>. Für die Jahre 2002 und

---

<sup>1</sup> <https://www.are.admin.ch/are/de/home/nachhaltige-entwicklung/evaluation-und-daten/nachhaltigkeitsindikatoren/cercle-indicateurs--nachhaltigkeitsindikatoren-fuer-kantone-und-.html> [30.06.17]

<sup>2</sup> Empfehlung Nr. 27 b: Langzeit Luftbelastungs-Index LBI vom 10. Juni 2015  
[https://cerclair.ch/assets/src/pdf/27b\\_2015\\_06\\_10\\_D\\_Langzeit\\_Luftbelastungs\\_Index.pdf](https://cerclair.ch/assets/src/pdf/27b_2015_06_10_D_Langzeit_Luftbelastungs_Index.pdf) [30.06.17]

<sup>3</sup> Meteotest, 2011: Nachhaltigkeitsindikatoren für Kantone und Gemeinden. Berechnung des einwohnergewichteten Mittelwertes des Langzeit-Belastungs-Index der Luftqualität für die Kantone und beteiligten Städte. Schlussbericht im Auftrag des BFS, BAFU und ARE.

<sup>4</sup> Meteotest, 2013: Nachhaltigkeitsindikatoren für Kantone und Gemeinden. Berechnung des einwohnergewichteten Mittelwertes des Langzeit-Belastungs-Index der Luftqualität für die Kantone und beteiligten Städte für die Jahre 2002, 2007 und 2011. Schlussbericht im Auftrag des BFS, BAFU und ARE.

<sup>5</sup> Meteotest, 2015: Nachhaltigkeitsindikatoren für Kantone und Gemeinden. Berechnung der einwohnergewichteten Mittelwerte der Langzeit-Luftbelastungs-Indices für die Kantone und beteiligten Gemeinden in den Jahre 2002, 2007, 2011 und 2013. Schlussbericht im Auftrag des BFS, und BAFU.  
[https://cerclair.ch/assets/src/pdf/27c\\_2015\\_08\\_12\\_D\\_Luftbelastungs\\_Index\\_U11\\_Cercle\\_Indicateurs.pdf](https://cerclair.ch/assets/src/pdf/27c_2015_08_12_D_Luftbelastungs_Index_U11_Cercle_Indicateurs.pdf) [30.06.17]

<sup>6</sup> <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte.html> [30.06.17]

<sup>7</sup> <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/dienstleistungen/geostat/geodaten-bundesstatistik/gebaeude-wohnungen-haushalte-personen/volks-gebaeude->

2007 standen keine GIS-Datensätze zur Verfügung, daher wurde der Datensatz der Volkszählung 2000 verwendet und gemeindeweise auf die ständige Wohnbevölkerung am Ende der Jahre 2002 und 2007 skaliert. Die Gemeindegrenzen standen aus Datensätzen des BFS zur Verfügung.

### 3 Auftrag

Die Berechnungen wurden für alle 26 Kantone durchgeführt. Zusätzlich zu den bisherigen 20 Gemeinden/Städte wurden die Werte für 10 neu dazugekommene Städte berechnet (dazu wurde eine Exceldatei geliefert). Die Werte der Jahre 2002, 2007, 2011 und 2013 wurden für diese Städte ebenfalls berechnet.

Einige Gemeinden wurden in den letzten Jahren fusioniert. Für die Rückberechnung der Städte Glarus und Bulle, wurde immer der aktuelle Gemeindestand des jeweiligen Jahres verwendet<sup>8</sup>. Für die Stadt Lugano, die im Jahr 2013 mit anderen Gemeinden fusioniert hat, wurde hingegen die ganze Reihe mit dem Gemeindestand nach der Fusion von 2013 berechnet.

### 4 Methodik

Das Vorgehen zur Bestimmung der bevölkerungsgewichteten Langzeit-Luftbelastungs-Indices kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Aufbereitung der Karten der Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM10) sowie der Karte von Ozon (O<sub>3</sub>) mit den maximalen monatlichen 98er Perzentilwerten (Rasterauflösung 200 m)
- Berechnung der Langzeit-Belastungs-Indices
- Bestimmung der bevölkerungsgewichteten Langzeit-Belastungs-Indices für die beteiligten Kantone und Gemeinden unter Anwendung der Einwohnerdaten der Jahre 2002, 2007, 2011, 2013 und 2015
- Kartographische Aufbereitung der Resultate

Der Langzeit-Belastungs-Index wurde gemäss der Definition des Cercl'Air bestimmt. Daraus entstehen zuerst Karten der in Stufen klassierten Werte, welche anschliessend gewichtet werden (PM10 Gewichtung: 4.5, NO<sub>2</sub> Gewichtung: 4.5,

---

[wohnungszahlungen-1970-1980-1990-2000.html](https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/dienstleistungen/geostat/geodaten-bundesstatistik/gebaeude-wohnungen-haushalte-personen/ergebnisse-volkszaehlung-ab-2010.html) [30.06.17]  
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/dienstleistungen/geostat/geodaten-bundesstatistik/gebaeude-wohnungen-haushalte-personen/ergebnisse-volkszaehlung-ab-2010.html> [30.06.17]

<sup>8</sup> Glarus vor 2011 mit Gmde-Nr 1609, ab 2011 mit Gmde-Nr 1632 oder Bulle für 2002 ohne La-Tour-de-Trême

O<sub>3</sub> Gewichtung: 1). Die bevölkerungsgewichteten LBI-Werte für die Kantone und Gemeinden wurden wie folgt bestimmt:

- a) Die Karten der Langzeit-Belastungs-Indices (fünf Untersuchungsjahre) wurden mit der Anzahl Einwohner der entsprechenden Jahre mit einer Rasterauflösung von 100 m multipliziert.
- b) Diese Zwischenresultate wurden für alle Kantone resp. Gemeinden der Schweiz summiert.
- c) Die Einwohnersummen pro Kanton und Gemeinde der fünf Jahre wurden berechnet.
- d) Das Resultat wurde ermittelt aus der Division von b) (der Summe aus der Multiplikation von LBI mit den Einwohnern) und c) (Einwohnersummen pro Kanton resp. Gemeinden).

## 5 Resultate

Abbildung 1 bis Abbildung 5 zeigen die Karten der Langzeit-Luftbelastungs-Indices für die Jahre 2002, 2007, 2011, 2013 und 2015 in einer Rasterauflösung von 200 m. Diese Karten wurden danach mit den Einwohnerdaten gewichtet. Abbildung 6 bis Abbildung 10 zeigen die bevölkerungsgewichteten Langzeit-Luftbelastungs-Indices für die Kantone in den fünf untersuchten Jahren.

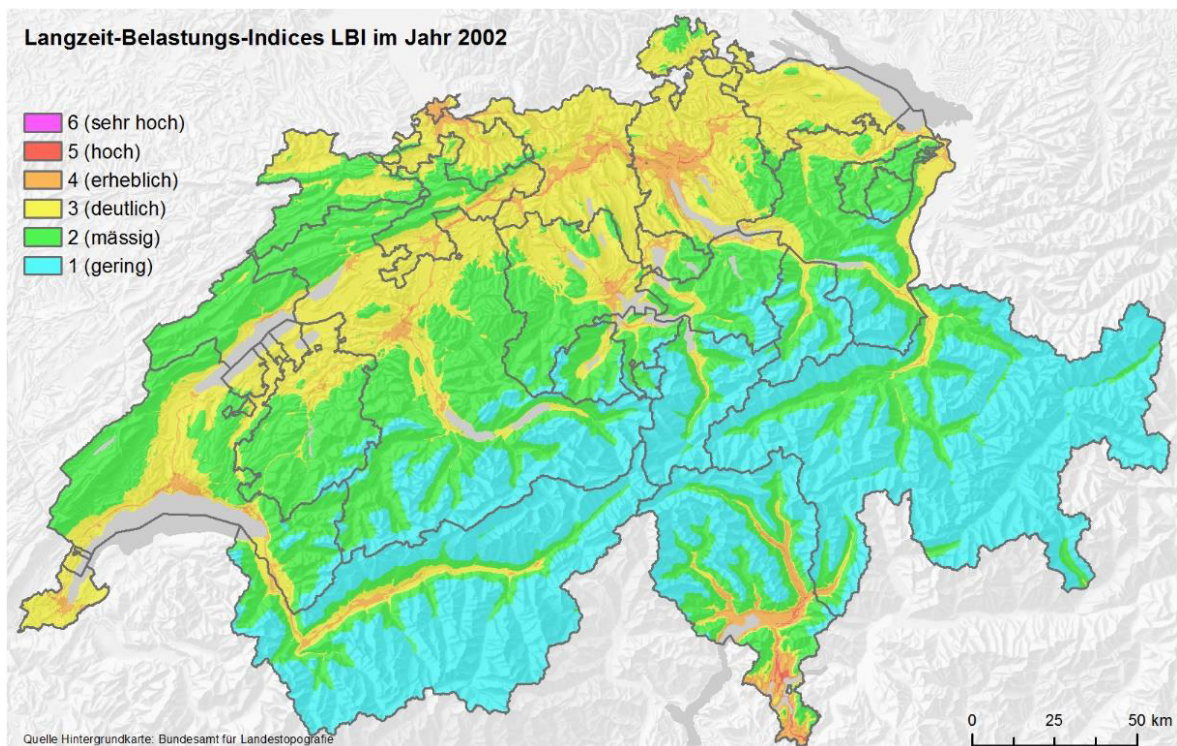


Abbildung 1: Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2002.



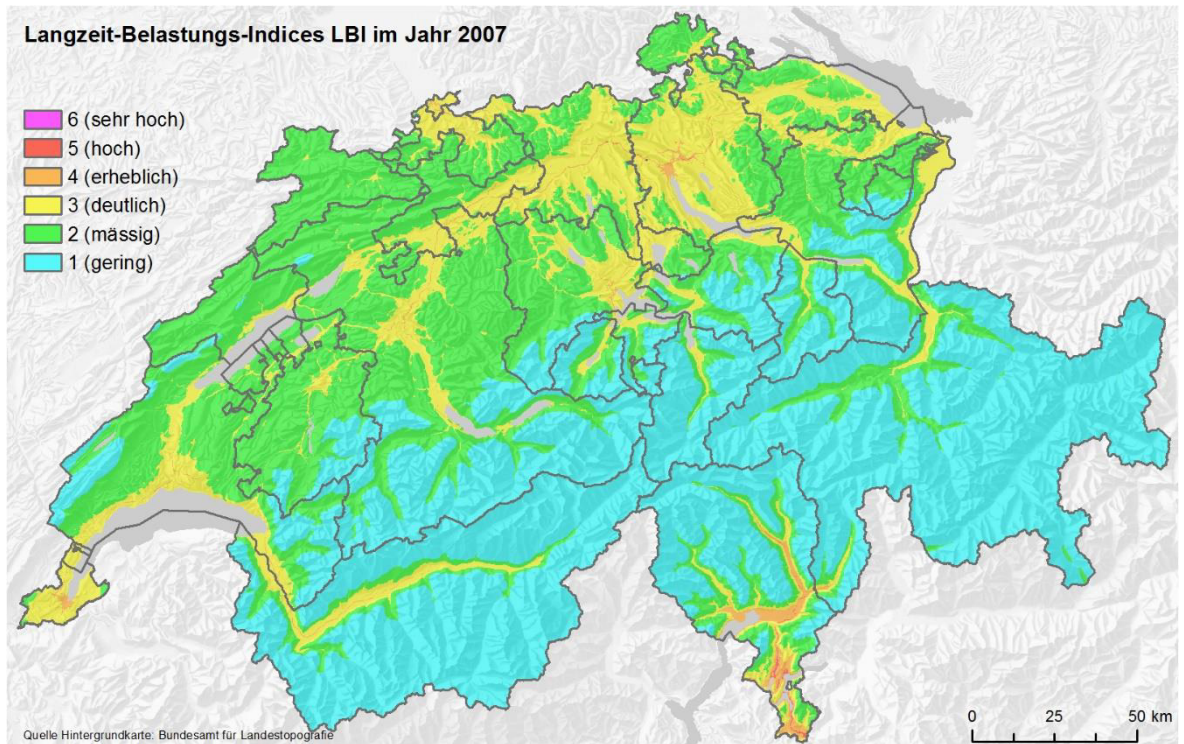


Abbildung 2: Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2007.

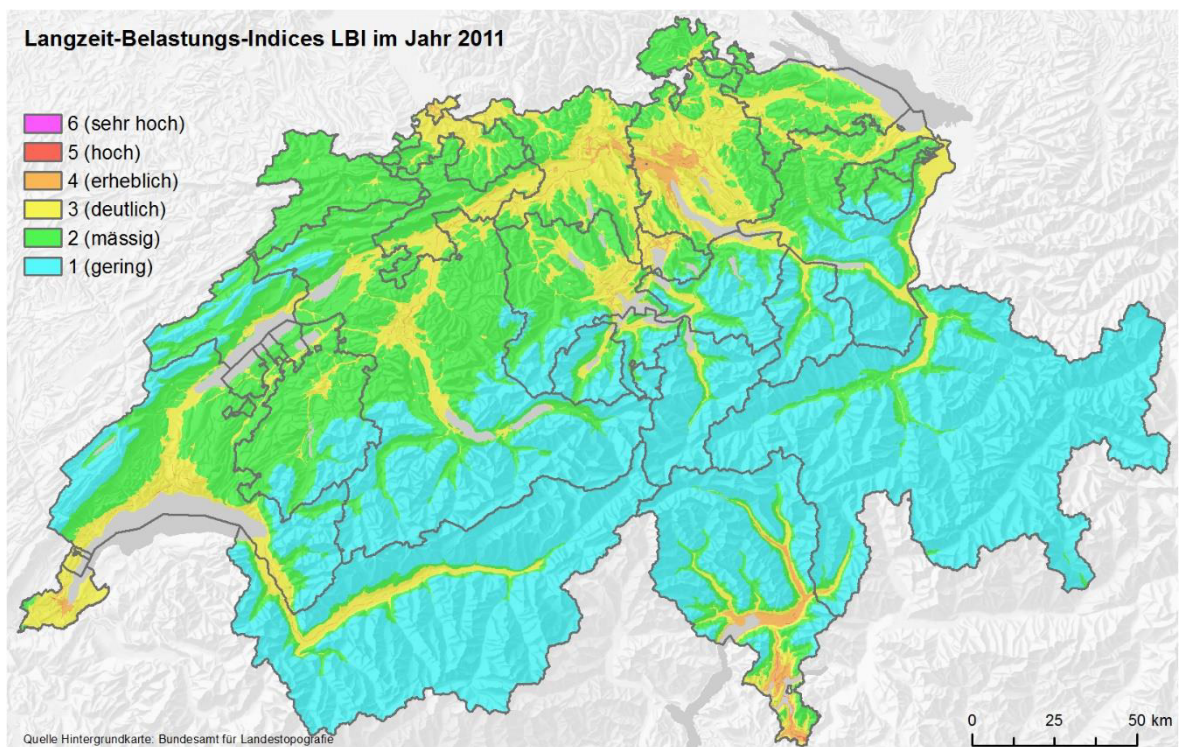


Abbildung 3: Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2011.



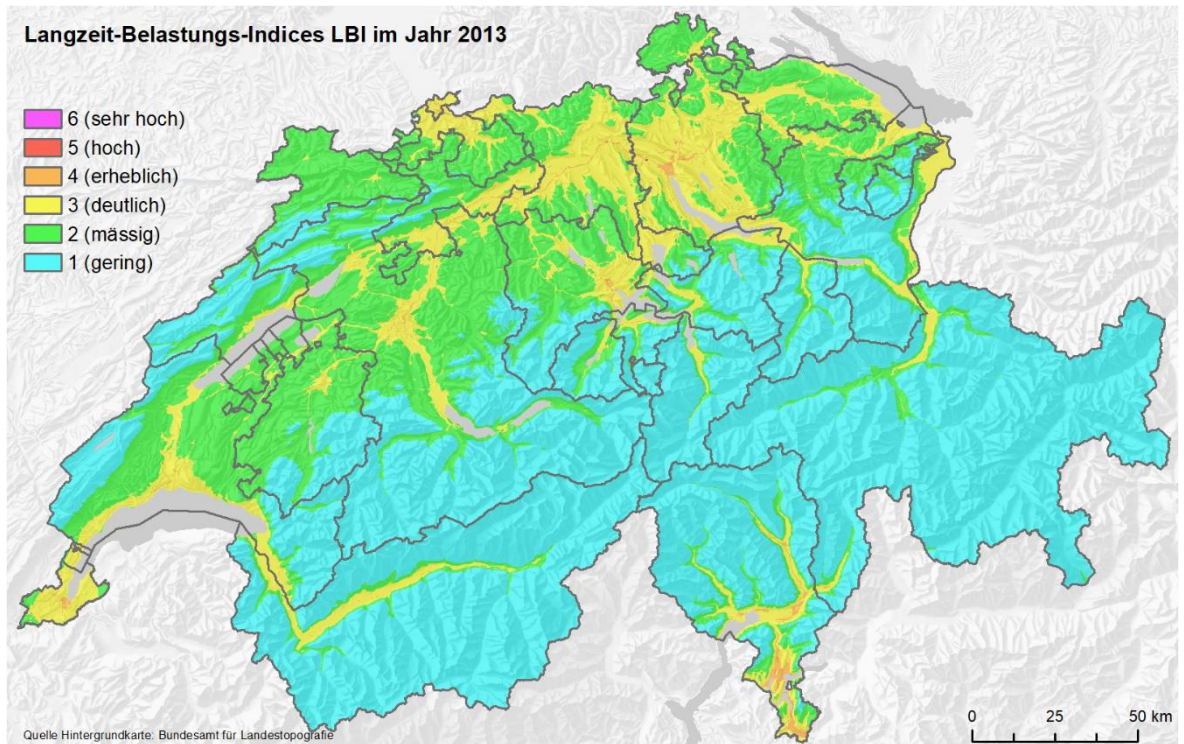


Abbildung 4: Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2013.

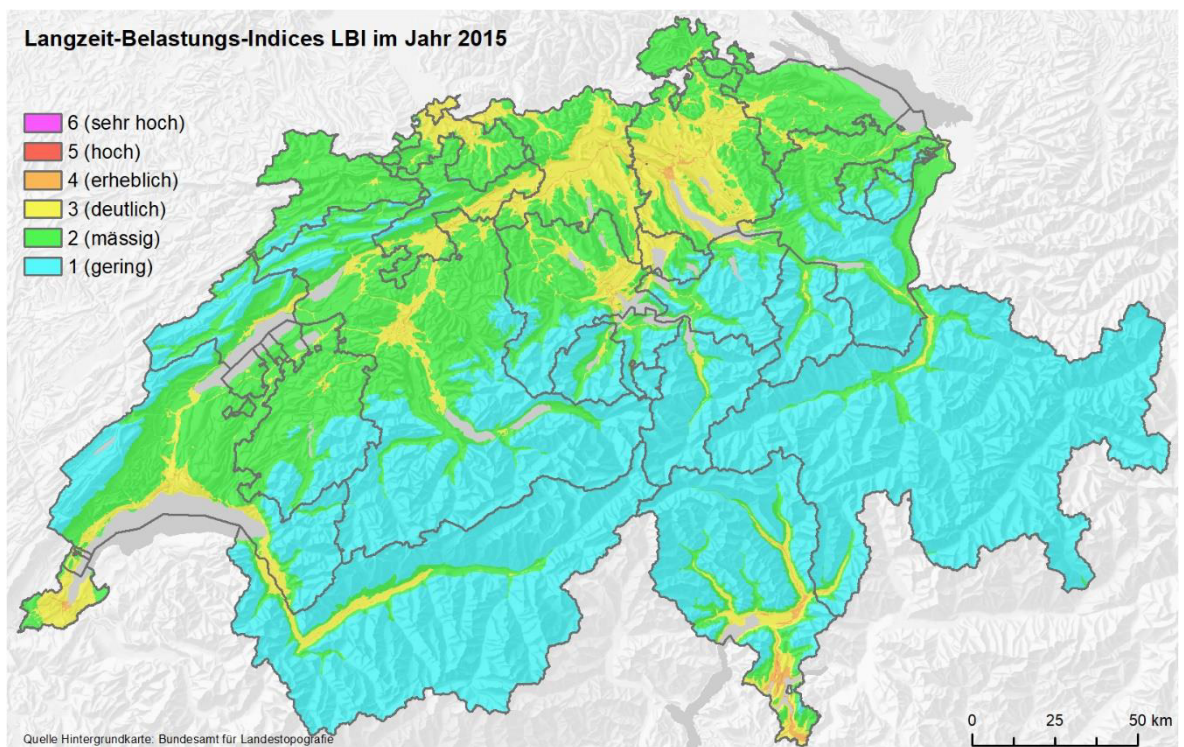


Abbildung 5: Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2015.



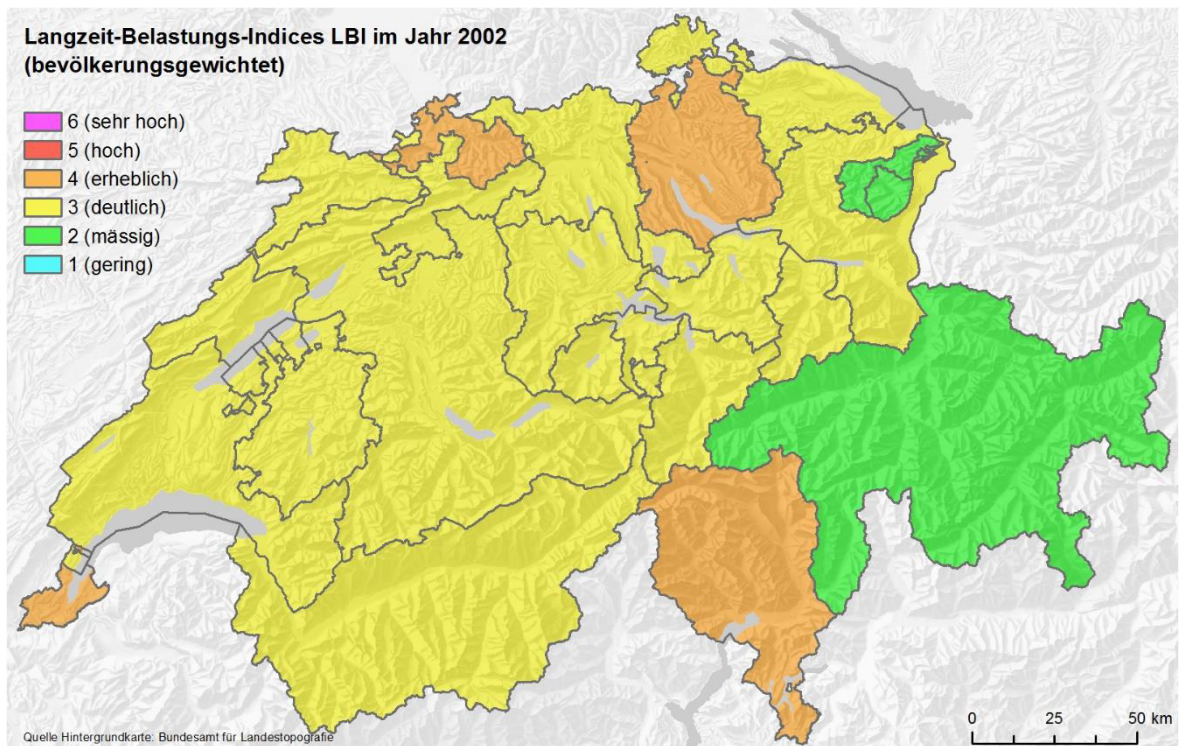


Abbildung 6: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2002 pro Kanton.

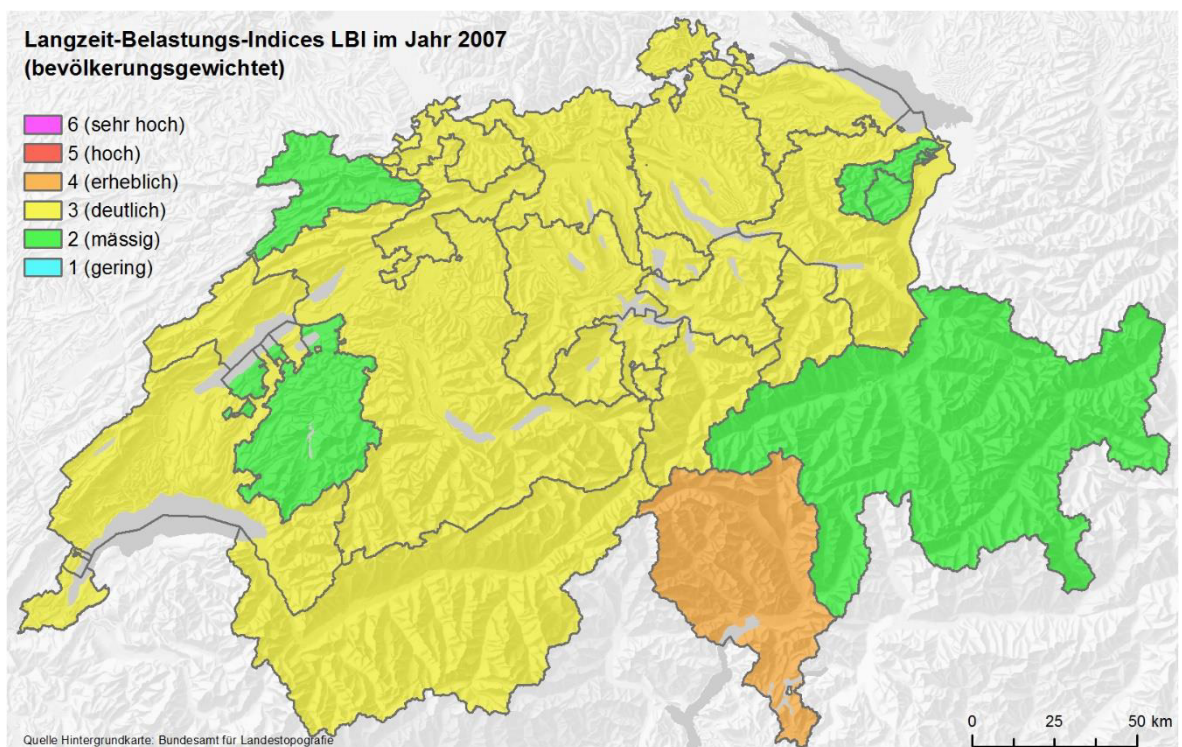


Abbildung 7: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2007 pro Kanton.



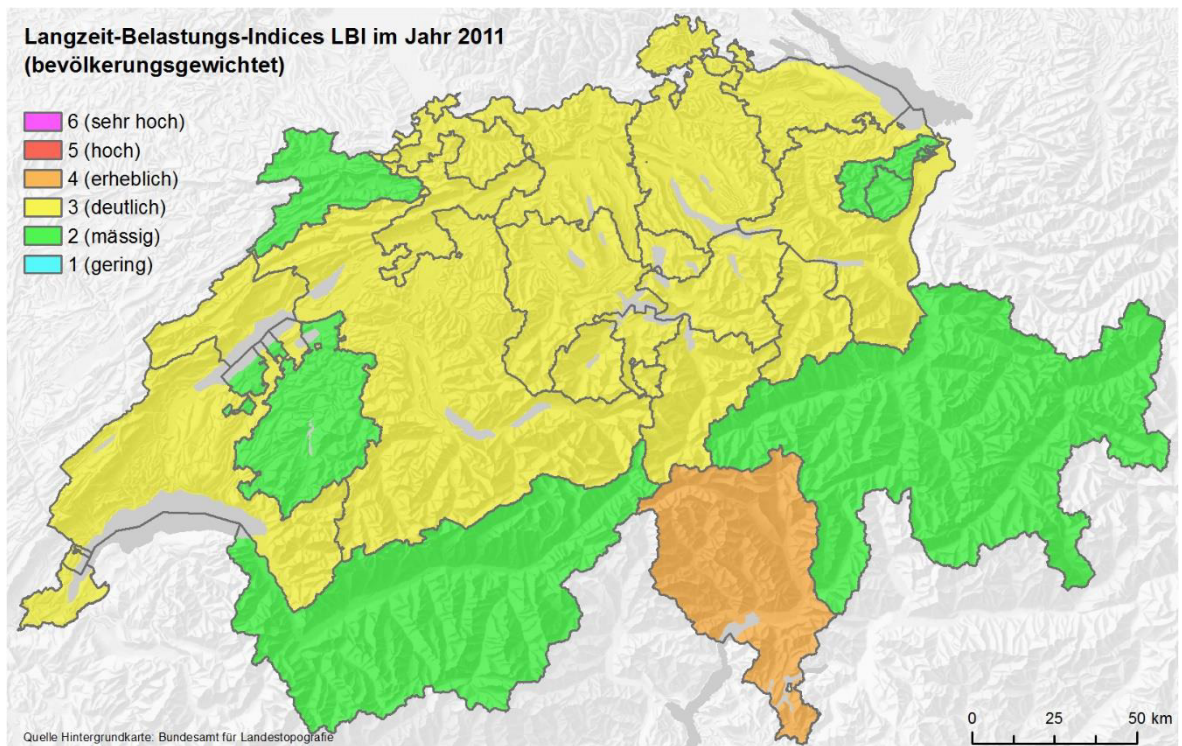


Abbildung 8: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2011 pro Kanton.

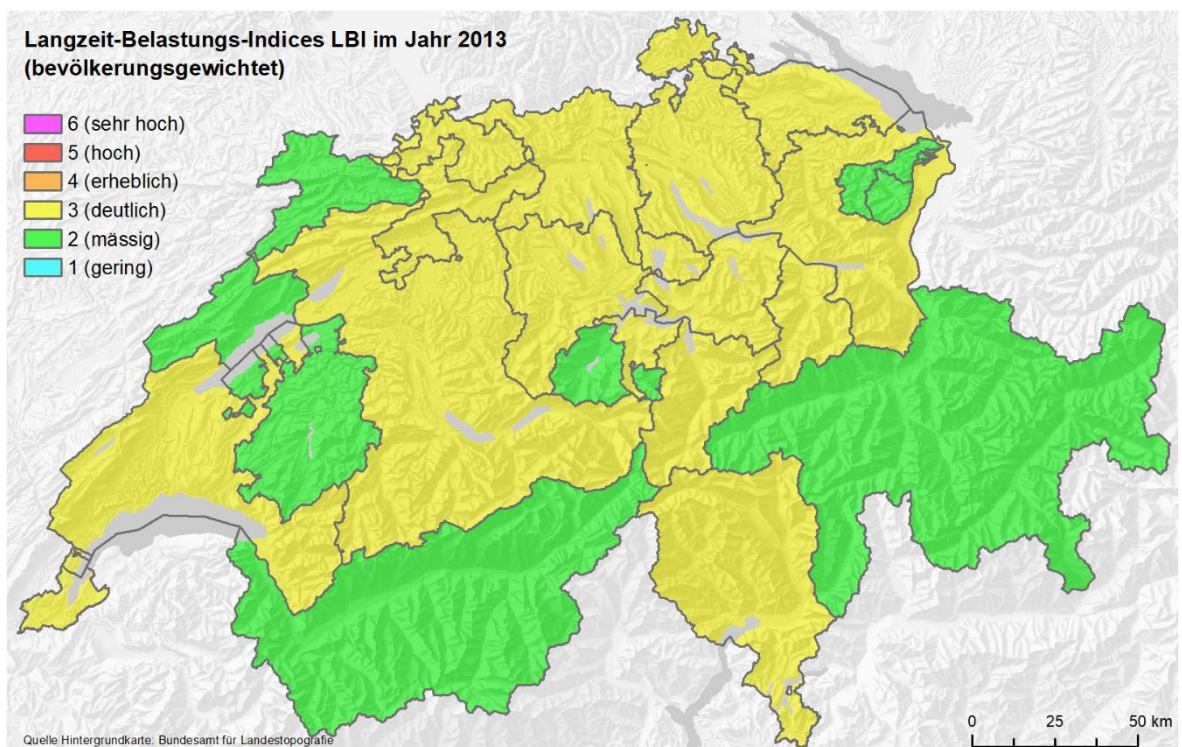


Abbildung 9: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2013 pro Kanton.

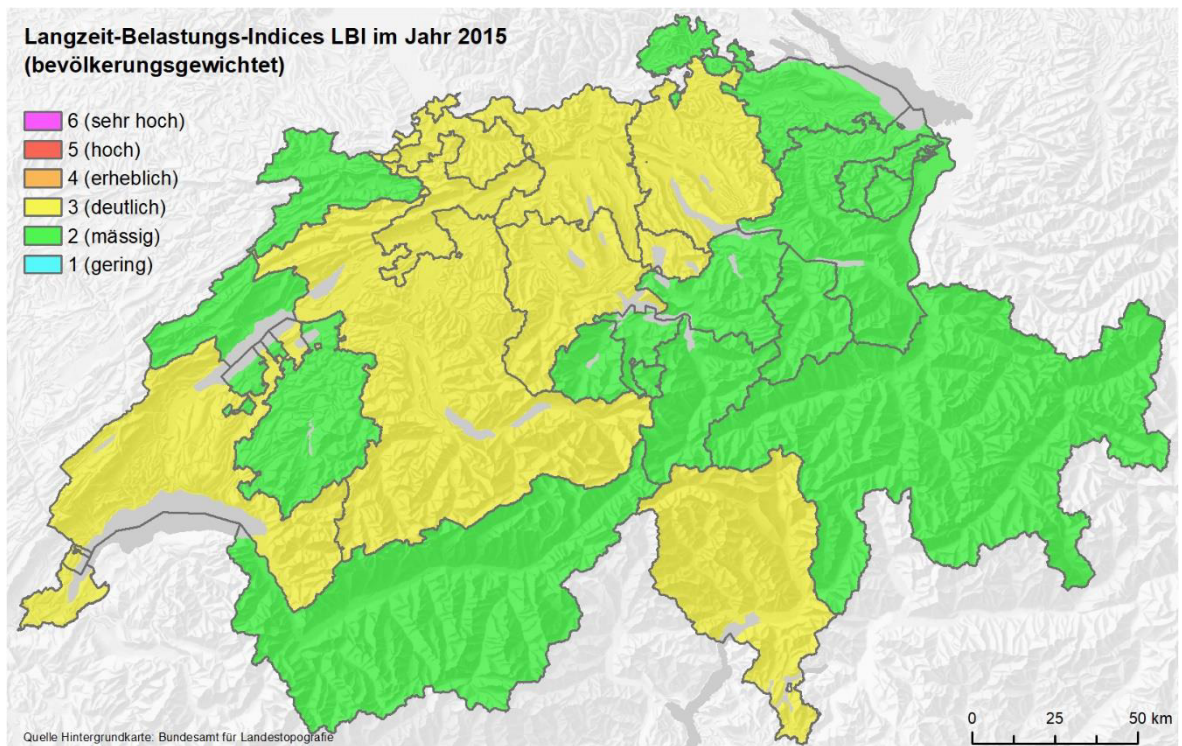


Abbildung 10: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices im Jahr 2015 pro Kanton.

Die Tabelle 1 zeigt für die beteiligten Gemeinden die bevölkerungsgewichteten Langzeit-Luftbelastungs-Indices in den fünf untersuchten Jahren.

Tendenziell ist eine abnehmende Belastung festzustellen. Im Jahr 2002 waren viele Gemeinden in der Stufe 4 (erheblich) klassiert, Lugano sogar in der Stufe 5 (hoch). Zürich, Lugano und Genf (Grossstädte) mit hohen Emissionen und vielen Einwohnern blieben abgesehen von Zürich in der Stufe 4 klassiert. In den übrigen Gemeinden resultieren seit 2007 mehrheitlich deutliche Belastungen (Stufe 3).

Tabelle 1: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices in den beteiligten Gemeinden/Städten in den Jahren 2002, 2007, 2011, 2013 und 2015.

Gemeinde-nummer	Gemeinde-name	LBI 2002	LBI 2007	LBI 2011	LBI 2013	LBI 2015
4021	Baden	4	3	4	3	3
2701	Basel	4	3	3	3	3
351	Bern	4	3	3	3	3
371	Biel/Bienne	4	3	3	3	3
2765	Binningen	4	3	3	3	3
53	Bülach	4	3	3	3	3
2125	Bulle	3	3	3	2	2
404	Burgdorf	3	3	3	3	3
4566	Frauenfeld	3	3	3	3	3
2196	Fribourg	4	3	3	3	3
6621	Genève	4	4	4	4	4
1632	Glarus	3	3	3	3	3
174	Illnau-Effretikon	4	3	3	3	3
6628	Lancy	4	3	3	3	3
5586	Lausanne	4	3	3	3	3
5192	Lugano	5	4	4	4	4
1061	Luzern	4	3	3	3	3
6630	Meyrin	4	3	3	3	3
5886	Montreux	4	3	3	3	3
5724	Nyon	3	3	3	3	3
6631	Onex	3	3	3	3	3
5757	Orbe	3	3	3	3	3
5591	Renens (VD)	4	3	3	3	3
2601	Solothurn	4	3	3	3	3
3203	St. Gallen	3	3	3	3	2
69	Wallisellen	4	3	3	3	3
230	Winterthur	4	3	3	3	3
5938	Yverdon-les-Bains	4	3	3	3	3
1711	Zug	4	3	3	3	3
261	Zürich	4	4	4	3	3



Die Tabelle 2 zeigt für alle Kantone die bevölkerungsgewichteten Langzeit-Luftbelastungs-Indices in den fünf untersuchten Jahren.

Tendenziell ist eine abnehmende Belastung festzustellen. Im Jahr 2002 waren Kantone mit Grossstädten (hohe Emissionsfrachten und viele Einwohner) in der Stufe 4 (erheblich) klassiert. Im Tessin blieb diese Stufe bis 2011 bestehen. Seit 2007 resultieren mehrheitlich deutliche Belastungen (Stufe 3), abgesehen von eher ländlich geprägten Kantonen, wo mässige Luftbelastungen ausgewiesen werden (Stufe 2). Im Jahr 2015 wurden gegenüber 2013 sieben zusätzliche Kantone von deutlicher zu mässiger Belastung um klassiert.

Tabelle 2: Bevölkerungsgewichtete Langzeit-Luftbelastungs-Indices in den Kantonen in den Jahren 2002, 2007, 2011, 2013 und 2015.

Kanton	LBi 2002	LBi 2007	LBi 2011	LBi 2013	LBi 2015
AG	3	3	3	3	3
AI	2	2	2	2	2
AR	2	2	2	2	2
BE	3	3	3	3	3
BL	4	3	3	3	3
BS	4	3	3	3	3
FR	3	2	2	2	2
GE	4	3	3	3	3
GL	3	3	3	3	2
GR	2	2	2	2	2
JU	3	2	2	2	2
LU	3	3	3	3	3
NE	3	3	3	2	2
NW	3	3	3	3	2
OW	3	3	3	2	2
SG	3	3	3	3	2
SH	3	3	3	3	2
SO	3	3	3	3	3
SZ	3	3	3	3	2
TG	3	3	3	3	2
TI	4	4	4	3	3
UR	3	3	3	3	2
VD	3	3	3	3	3
VS	3	3	2	2	2
ZG	3	3	3	3	3
ZH	4	3	3	3	3