

Das interkantonale Luftmessnetz



Luftbelastung in der Zentralschweiz und im Kanton Aargau

Ozонаuswertung 2001

Nummer 3, November 2001



1. Einleitung	3
2. Auswertung der Ozondaten 2001	4
2.1 Ozonwerte 2001	4
2.2 Die Ozondaten 2001 im Überblick	5
2.3 Entwicklung der Ozonwerte im Vergleich zum Vorjahr	6
2.4 Interpretation der Veränderungen zwischen 2000 und 2001	8
3. Rückgang der Ozonbelastung zwischen 1991 und 1999	9
4. Vergleich Modell – Messwerte	12
5. Detailanalyse der Ozonperioden im Hochsommer 2001	13

Impressum

Herausgeberin

Zentralschweizer Umweltschutzdirektionen (ZUDK) in Zusammenarbeit mit dem Kanton Aargau

Aktuelle Informationen sind im Internet unter www.in-luft.ch/in-luft oder www.in-luft.ch/aargau verfügbar

Verantwortliche Redaktion

Amt für Umweltschutz Kanton Luzern, Telefon 041 228 60 60, afu@lu.ch

Kontaktstellen

Umweltschutzämter der Kantone

Luzern:	Postfach, 6002 Luzern,	Telefon 041 228 60 60,	afu@lu.ch
Nidwalden:	Engelbergstr. 34, 6371 Stans	Telefon 041 618 75 04	afu@nw.ch
Obwalden:	Postfach 1661, 6061 Sarnen	Telefon 041 666 63 27	umwelt.luft@ow.ch
Schwyz:	Postfach 2162, 6431 Schwyz	Telefon 041 819 20 35	afu.di@sz.ch
Uri:	Klausenstrasse 4, 6460 Altdorf	Telefon 041 875 24 21	afu@ur.ch
Zug:	Postfach, 6301 Zug	Telefon 041 728 53 70	info.afu@bd.zg.ch
Aargau:	Buchenhof, 5001 Aarau	Telefon 062 835 33 60	umwelt.aargau@ag.ch

Gestaltung

Hilfiker AG, Werbeagentur BSW, Luzern

1. Einleitung



Der Sommer 2001 ist uns in Erinnerung als schöner, heisser Sommer mit viel Ozon. Das stimmt auch weitgehend. Im Vergleich zum Vorjahr sind mehr Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes aufgetreten, wenn auch die Anzahl der Tage mit Temperaturen über 25° Celsius erstaunlicherweise leicht unter dem Wert des Vorjahres lag. Die Veränderungen beim Ozon sind je nach Standorttyp unterschiedlich und werden in Abschnitt 2 ausführlich dargestellt.

Immer wieder stellt sich die Frage, ob die Massnahmen, welche zur Reduktion der Emissionen ergriffen wurden und werden, auch ihre Wirkung bei der Ozonbelastung zeigen. Die Antwort ist bekanntlich nicht so einfach, weil das Wetter einen wichtigen Faktor darstellt und beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Gleichwohl hat das BUWAL die Ozonwerte der 90er Jahre analysiert und einen abnehmenden Trend festgestellt. Trifft diese Tendenz auch auf die Zentralschweiz und den Kanton Aargau zu? Ja und Nein! Mehr dazu erfahren Sie im Abschnitt 3.

Im Bericht «Sommerzeit – Ozonzeit: Auswertungen 2000 und ein einfaches Prognosemodell» wurde ein Verfahren vorgestellt, mit welchem die maximalen Ozonwerte berechnet werden können. Der Vergleich der modellierten mit den gemessenen Ozonwerten des Jahres 2001 zeigt, dass das Modell die Erwartungen erfüllt. Je höher die Ozonwerte, desto zuverlässiger ist die Prognose.

Die Analyse der Ozonwerte führt jeweils auch zu neuen Fragestellungen, etwa zur Frage, ob der Feinstaub einen hemmenden Einfluss auf die Ozonbildung habe. Die statistische Analyse, die wir im Rahmen dieser Untersuchungen durchgeführt haben, gibt vorerst keinen Hinweis auf diesen Zusammenhang. Sie wird im letzten Abschnitt erläutert.

2. Auswertung der Ozondaten 2001



2.1. Ozonwerte 2001

Das «Ozonjahr 2001» war gekennzeichnet durch drei lange Schönwetterperioden in den Monaten Juni bis August. Die letzte Periode im August war durch einzelne weniger warme Tage unterbrochen, was zu einem kurzen Rückgang der Ozonbelastung führte. Rund 80–90% der Anzahl Stunden, an denen der 1h-Mittelwert überschritten wurde, entfallen auf diese drei Monate. Die restlichen 10–20% wurden im Mai registriert. Im September war aufgrund des kühlen und regnerischen Wetters keine übermässige Ozonbelastung zu verzeichnen.

Der Stundenmittelwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde je nach Standort während rund 90 bis 300 Stunden überschritten. Die maximalen Ozonwerte betragen $150\text{--}190 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2. Auswertung der Ozondaten 2001



2.2. Die Ozondaten 2001 im Überblick

Die folgende Tabelle zeigt die Ozonbelastung des Jahres 2001 im Überblick. Die Standorte können bezüglich der Ozonbelastung in Gruppen zusammengefasst werden. Die erste Gruppe (Autobahn) besteht aus der Immissionskategorie 1 (Ausserorts an stark befahrenen Strassen). Die zweite Gruppe (Stadt/Hochleistungsstrassen) umfasst die Immissionskategorien 2 (Innerorts an stark befahrenen Strassen) und 3 (Städte mit über 50 000 Einwohnern). In der dritten Gruppe (Agglomeration/regionale Belastung) sind die Immissionskategorien 4 (Städte/Regionalzentren mit 10 000 bis 50 000 Einwohnern), 5 (Ortschaften mit 5000 bis 10 000 Einwohnern), 6a (Ortschaften mit 500 bis 5000 Einwohnern) und 6b (Ländliche Gebiete unter 1000 m.ü.M.) zusammengefasst. Die vierte Gruppe (alpiner Standort) ist identisch mit der Immissionskategorie 6c (Nicht-Siedlungsgebiete über 1000 m.ü.M.).

Standort	Immissionskategorie	Anzahl Überschreitungen des 1h-Mittelwertes	maximaler Ozonwert	Belastungstyp Ozon
Altdorf Gartenmatt	1	147	176	Autobahn
Zug Postplatz	2	156	179	Stadt/Hochleistungsstrassen
Baden Schulhausplatz	2	88	150	Stadt/Hochleistungsstrassen
Suhr Bärenmatte	2	168	183	Stadt/Hochleistungsstrassen
Luzern Museggstrasse	3	111	180	Stadt/Wohnquartier
Schwyz Rubiswilstrasse	4	223	182	Agglomeration/regionale Belastung
Stans Engelbergerstrasse	5	218	187	Agglomeration/regionale Belastung
Feusisberg Schulhaus	6a	267	175	Regionale Belastung
Suhr Distelmatte	6b	277	182	Agglomeration/regionale Belastung
Ebikon Sedel Hügelpuppe	6b	276	192	Agglomeration/regionale Belastung
Sisseln Areal der Firma Roche	6b	308	182	Regionale Belastung
Schüpfheim Chlosterbüel	6b	208	180	Regionale Belastung
Lungern Schönbüel (Turren)	6c	131	167	alpiner Standort

Tabelle 1: Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelwertes und maximale Stundenmittel für die 13 Stationen der Zentralschweiz und dem Kanton Aargau für das Jahr 2001.

2. Auswertung der Ozondaten 2001



2.3. Entwicklung der Ozonwerte im Vergleich zum Vorjahr

Überblick

Der Vergleich der Ozonwerte 2001 und 2000 zeigt in der Summe über alle Stationen eine leichte Zunahme der Anzahl Überschreitungen (rund 2600 h gegenüber rund 2300 h). An vier Stationen wurden weniger Überschreitungen des Grenzwertes festgestellt, während an acht Stationen mehr Überschreitungen zu verzeichnen waren. Die maximalen Ozonwerte sind im Mittel gleich geblieben oder haben unbedeutend abgenommen.

Anzahl Überschreitungen des 1h-Mittelwertes

Die Veränderungen gegenüber dem Vorjahr können nach Gruppen unterschieden werden. Bei einer Station (Altdorf Gartenmatt) ist eine deutliche Abnahme von rund 20% festzustellen. Bei fünf Stationen, die im wesentlichen eine regionale Ozonbelastung wiedergeben und im Zentrum und Süden des Beobachtungsgebietes liegen, ist keine bedeutende Veränderung eingetreten. Die Unterschiede gegenüber dem Vorjahr sind kleiner als 10%. Die im nördlichen Teil des Beobachtungsgebietes gelegenen Stationen «Suhr Distelmatt» und «Sisseln Roche Areal» weisen eine ähnliche regionale Charakteristik auf wie die oben erwähnten 5 Stationen. Hier sind die Zunahmen deutlich höher und liegen bei rund 20%. Bei den vier städtischen Standorten ist eine deutliche Zunahme von 20–50% zu beobachten. Die Station Lungern Schönbüel (Turren) weist ebenfalls eine Zunahme von rund 50% gegenüber dem Vorjahr auf.

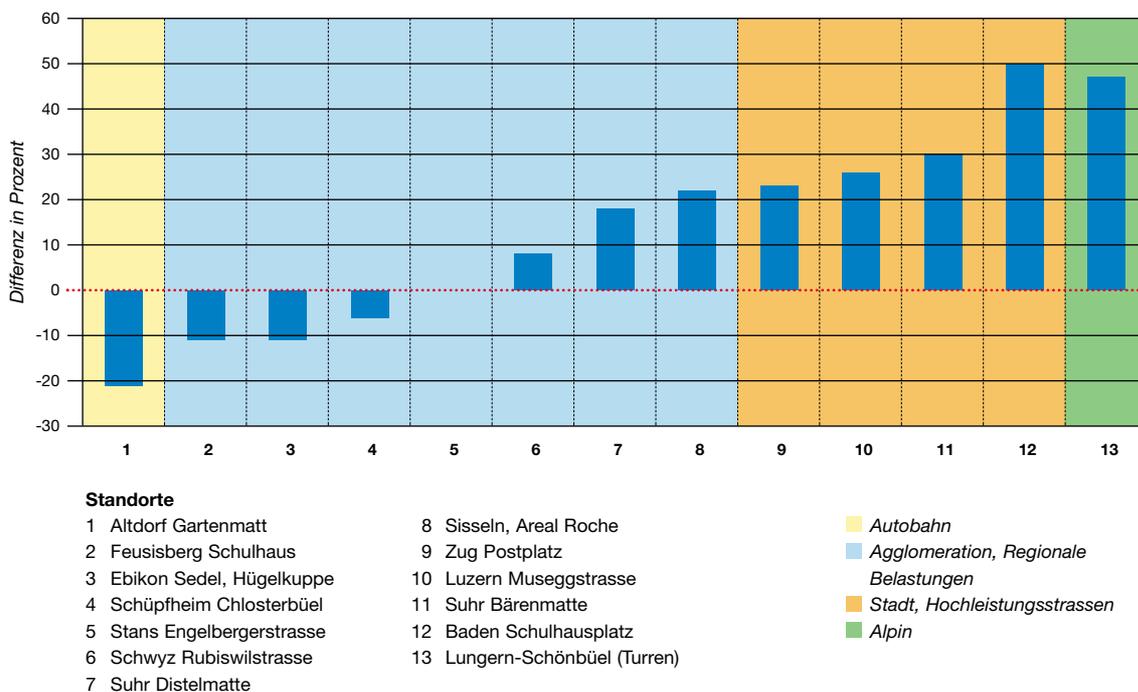


Abbildung 1: Anzahl Überschreitungen des 1h-Mittelwertes im Vergleich zwischen 2001 und 2000

Die Veränderungen zwischen 2001 und 2000 bei der Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes können in vier Gruppen zusammengefasst werden (siehe Abschnitte 2.2 und 2.4).

2. Auswertung der Ozondaten 2001



Maximale Ozonwerte

Die maximalen Ozonwerte sind im Mittel gleich geblieben oder haben unbedeutend abgenommen. Eine Ausnahme bildet hier die Station Zug Postplatz, wo im Jahre 2000 ein Einzelereignis mit einer ausserordentlich hohen Ozonbelastung beobachtet wurde. Eine plausible Begründung für dieses Ereignis konnte nicht ermittelt werden. Bei den übrigen Stationen betragen die Veränderungen weniger als 10%.

Meteo

Der Vergleich bei den drei Stationen Altdorf, Ebikon Sedel und Schwyz zeigt, dass das Jahr 2001 gegenüber dem Vorjahr rund 8% weniger Tage mit einem Temperaturmaximum über 25° Celsius aufwies. Die Differenz ist als gering einzustufen, insbesondere weil nur drei Messstationen bei diesem Vergleich berücksichtigt wurden. Die Schönwetterperioden mit hohen Ozonbelastungen im Sommer 2001 waren deutlich länger als im Vorjahr. Ohne eine weitergehende Analyse der meteorologischen Daten betrachten wir die beiden Jahre jedoch hinsichtlich der Meteorologie, welche die Ozonbildung beeinflusst, als vergleichbar.

2. Auswertung der Ozondaten 2001



2.4. Interpretation der Veränderungen zwischen 2000 und 2001

Zunahme in den Städten

Die Zunahme der Ozonbelastung in den Städten ist eine Tatsache, die seit längerer Zeit zu beobachten ist und die im Rückgang der Primärschadstoffe begründet liegt. Die Primärschadstoffe sind für zwei gegenläufige Prozesse verantwortlich, für die Ozonbildung einerseits und für den lokalen Abbau andererseits. Beim Rückgang der Primärschadstoffe bleibt das Ozonbildungspotenzial zu Beginn noch hoch, während der Ozonabbau bereits an Bedeutung verliert.

In der Summe ist ein Anstieg der Ozonbelastung zu beobachten. Dieser Sachverhalt wird auch durch die Analyse der langjährigen Entwicklung bestätigt, wenn auch hier aufgrund der meteorologischen Schwankungen die nötige Zurückhaltung bei der Interpretation geboten ist (siehe dazu auch Abschnitt 3: Rückgang der Ozonbelastung in den 90er Jahren?).

Abnahme in Altdorf

Der Rückgang der Ozonbelastung 2001 in Altdorf ist nicht eindeutig zu erklären. Da der Standort sehr nahe an der Autobahn liegt, könnte eine Abnahme aufgrund höherer Emissionen von Primärschadstoffen, vor allem von Stickoxiden vermutet werden. Die Messwerte von Stickoxiden zeigen aber im gleitenden Jahresmittel gleiche bzw. unbedeutend tiefere Werte und auch die maximalen Tagesmittelwerte zeigen keine eindeutige Zunahme für 2001. Das gleiche gilt für die Belastung mit Feinstaub, was als Indikator für höhere Emissionen durch den Schwerverkehr gewertet werden kann. Hingegen sind die Tage mit einer maximalen Temperatur über 25° Celsius im Vergleich zum Vorjahr und im Vergleich zu anderen Stationen deutlich tiefer. Es liegt daher nahe, den Grund für die Verschiebung vor allem in den meteorologischen Gegebenheiten zu suchen.

Ein Faktor, der zu mehr Stunden mit Grenzwertüberschreitungen im Jahre 2000 geführt haben könnte, liegt in der Häufigkeit der Föhnstunden. 2001 wurden im Vergleich zum Vorjahr nur rund $\frac{1}{3}$ Föhnstunden während der Monate April bis September aufgezeichnet. Föhn ist mit hohen Windgeschwindigkeiten und im Sommerhalbjahr häufig mit Ozonwerten über dem Grenzwert verbunden. Im Monat April sind im Jahre 2000 38 Stunden mit Grenzwertüberschreitungen registriert worden, in diesem Jahr keine. Die Überschreitungen im April 2000 wurden grösstenteils während Föhnphasen registriert.

Agglomerationsstandorte, regionale Belastung

Bei den Standorten in der Agglomeration und denjenigen, die eine regionale Belastung wiedergeben, ist mittelfristig eine Abnahme zu erwarten. Die geringfügigen Veränderungen bei den fünf Stationen Ebikon Sedel, Feusisberg, Schüpfheim, Stans und Schwyz liegen im Bereich dieser Erwartungen. Die Zunahme der Überschreitungen in Suhr Distelmatte und in Sisseln Areal Roche muss im Rahmen längerfristiger Betrachtungen zu einem spätern Zeitpunkt untersucht werden. Im Vergleich zum Jahre 2000 kann ein Nord-Süd Gefälle beobachtet werden. Während die Anzahl Überschreitungen der Stundenmittelwerte in den zentralen und südlichen Gebieten leicht zurück gegangen oder gleich geblieben ist, kann eine deutliche Zunahme bei den nördlichen Standorten beobachtet werden.

Alpiner Standort (Lungern Schönbühl)

Der Standort Lungern Schönbühl weist stark schwankende Belastungen auf. Mit der vorliegenden Messreihe, die nur eine relativ kurze Zeitspanne abdeckt, können im Moment noch keine gesicherten Aussagen gemacht werden.

3. Rückgang der Ozonbelastung zwischen 1991 und 1999



Rückläufiger Trend gemäss BUWAL

Das BUWAL hat in einer Medienmitteilung im Juli 2001 über eine Abnahme von ca. 10–15% bei den Ozon-Spitzenwerten innerhalb der letzten 10 Jahre berichtet. Diese Aussage beruht auf der Auswertung der maximalen Stundenmittelwerte und der Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes. Es wurden sämtliche NABEL-Stationen sowie die Stationen der kantonalen Messnetze verwendet, an denen in den Jahren 1991 bis 1999 durchgehend gemessen wurde. Die Stationen wurden einerseits nach Alpennordseite und Alpensüdseite und andererseits nach Stadt, Agglomeration und Land eingeteilt und die Auswertungen entsprechend differenziert vorgenommen.

Auch in der Zentralschweiz und im Kanton Aargau?

Wir haben diese Auswertungen für den gleichen Zeitraum zusätzlich nur für die Zentralschweiz und den Kanton Aargau durchgeführt. Es wurden sämtliche Stationen berücksichtigt, für die mehrjährige Messungen in den Jahren 1991 bis 1999 vorlagen. Diese sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Demnach wurden die gemittelten Vergleichswerte jeweils aufgrund von nur wenigen Stationen bestimmt. In der Gruppe Stadt sind es für das Jahr 1998 nur ein Wert und für das Jahr 1999 lag kein Wert von einer Messstation mit einer mehrjährigen Messreihe vor. Der Vergleich wurde deshalb für diese Kategorie für die Periode 91 bis 98 durchgeführt.

Gruppe	Station	Messperiode
Stadt	Aarau	91–98
Stadt	Luzern Bruchstrasse	91–94
Stadt	Luzern Löwenplatz	92–97
Agglomeration	Suhr	91–99
Agglomeration	Ebikon Sedel	91–99
Agglomeration	Emmen	91–95
Agglomeration	Sursee	92–97
Agglomeration	Stans	93–99
Land	Sisseln	91–95 / 97–99
Land	Meggen	91–97
Land	Schüpfheim	91–99
Land	Feusisberg	91–99
Land	Flüelen	91–98

Tabelle 2: Standorte mit mehrjährigen Messreihen, die für die Trendanalyse der Ozonbelastung in der Zentralschweiz und im Kanton Aargau verwendet wurden

3. Rückgang der Ozonbelastung in den letzten 10 Jahren?



Die Resultate

Die Trends für die maximalen Stundenmittel und für die Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes sind in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt. Die Abbildungen geben die Resultate für die Zentralschweiz und den Kanton Aargau wieder.

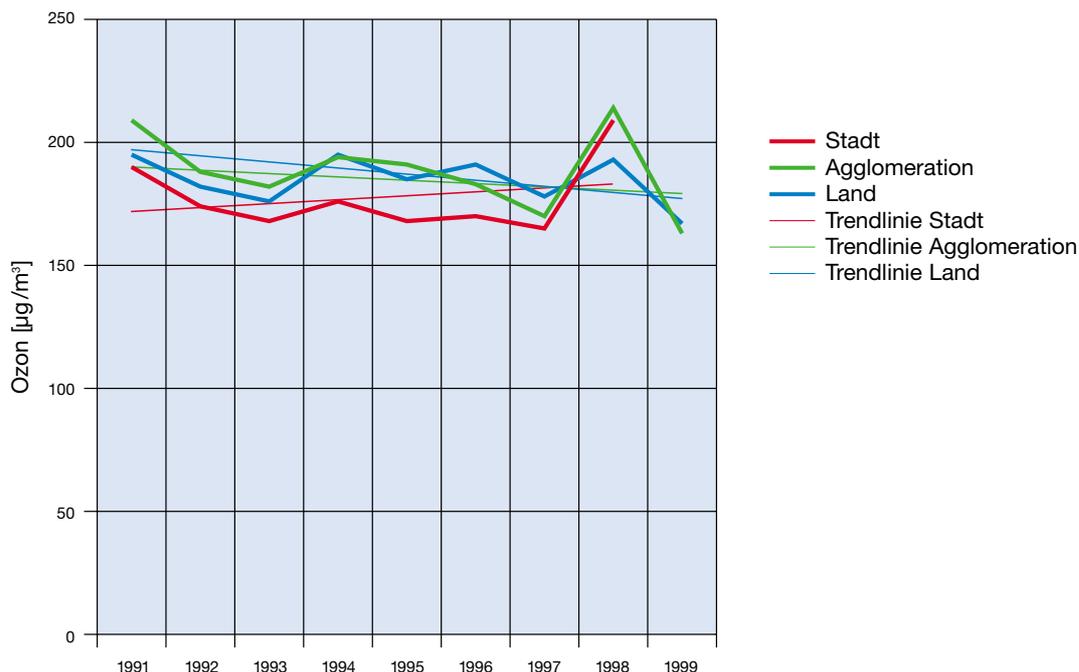


Abbildung 2: Maximale Stundenmittel Ozon (Mittelwerte Zentralschweiz und Kanton Aargau)

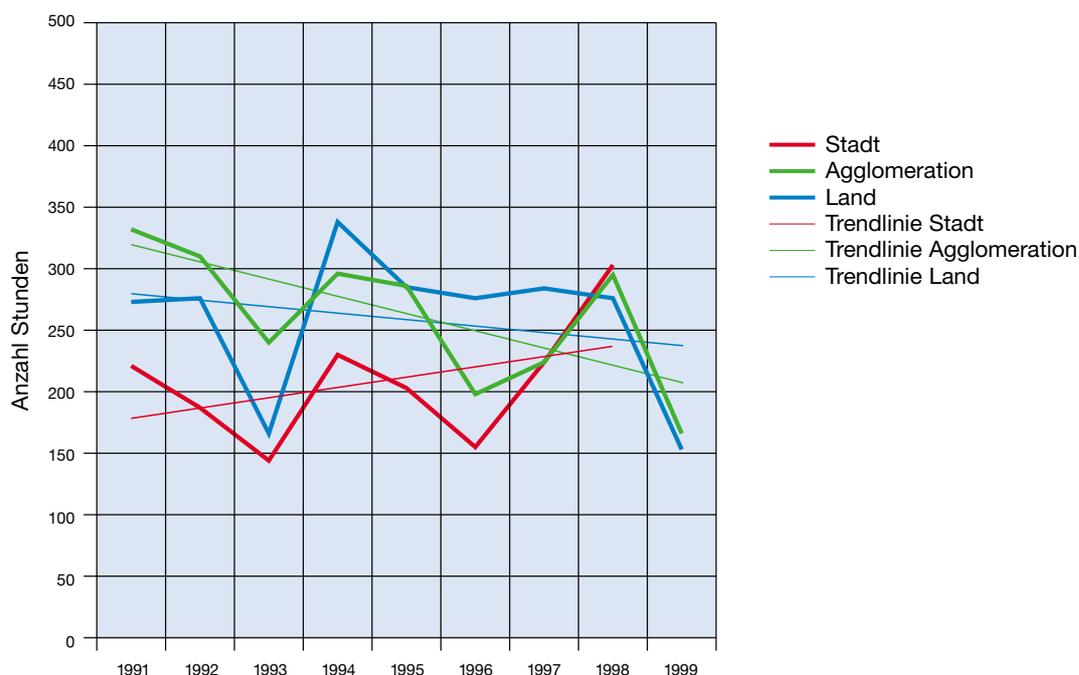


Abbildung 3: Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes (Mittelwerte Zentralschweiz und Kanton Aargau)

3. Rückgang der Ozonbelastung in den letzten 10 Jahren?



Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen der BUWAL Auswertung einerseits und der Auswertung für die Zentralschweiz und den Kanton Aargau andererseits.

Beim Vergleich mit den Ergebnissen der BUWAL Auswertung stellt man Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest:

- Bei den maximalen Stundenmittelwerten stimmen die Niveaus (Achsenabschnitte) gut überein.
- Der Trend der maximalen Stundenmittelwerte stimmt nur teilweise überein. In der Agglomeration stimmen die Trends in der Zentralschweiz und im Kanton Aargau mit der gesamtschweizerischen Auswertung überein, auf dem Land ist er bei den Stationen der Zentralschweiz und des Kantons Aargau nur halb so gross und in der Stadt ist sogar ein zunehmender Trend festzustellen. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die Datenbasis für den städtischen Vergleich sehr dünn ist.
- Bei der Anzahl Überschreitungen der Stundenmittelwerte unterscheiden sich sowohl das Niveau als auch die Steigung der Geraden. Eine Ausnahme stellen die Messwerte in den Städten dar, an denen die Niveaus in beiden Untersuchungen übereinstimmen. Wie bei den maximalen Stundenmittelwerten weist auch hier der Trend in den Städten eine Zunahme in den 90er Jahren auf (Datenbasis schmal).

Extremwerte bestimmen den Trend

Die zunehmende Tendenz der maximalen Stundenmittelwerte und der Anzahl Überschreitungen in der Stadt kann zumindest teilweise mit dem fehlenden letzten Wert und der schmalen Datenbasis begründet werden. Die Aussage, wonach bei der Kategorie «Stadt» zwischen BUWAL und Zentralschweiz / Kanton Aargau eine gegenläufige Tendenz festzustellen ist, bleibt aber auch dann bestehen, wenn nur die Jahre 1991 bis 1998 in Betracht gezogen werden.

Der Trend wird massgeblich durch die (Extrem)Werte zu Beginn und am Ende der betrachteten Periode bestimmt. Ohne diese Werte, d. h. wenn man generell nur die Periode von 1993–1998 betrachtet, ergibt sich für Stadt, Agglomeration und Land ein zunehmender Trend bei den höchsten Stundenmittelwerten und bei der Anzahl Überschreitungen der Stundenmittelwerte.

Einen signifikanten Trend könnte man allenfalls mit deutlich längeren Messreihen bestimmen, weil damit Meteo-Effekte ausgemittelt werden könnten (für fundierte Trendaussagen sind sehr lange Messreihen erforderlich). Eventuell wäre es auch möglich, mit einer geeigneten Meteo-Bereinigung der Daten der 90er Jahre die Variabilität zu verringern und einen signifikanten Trend zu bestimmen.

Wir haben die Auswertung für die Zentralschweiz und den Kanton Aargau zusätzlich mit den verfügbaren Daten der Jahre 2000 und 2001 durchgeführt. In diesem Falle ergab sich ein abnehmender Trend für alle drei Gruppen bei der Spitzenbelastung und der Anzahl Überschreitungen der Stundenmittelwerte.

4. Vergleich Modell – Messwerte



Einfaches Prognosemodell

Im Rahmen des Berichts «Sommerzeit – Ozonzeit: Auswertungen 2000 und ein einfaches Prognosemodell» wurde ein Verfahren entwickelt, mit welchem die maximalen Ozonwerte des Folgetages berechnet werden können. Aus den maximalen Ozonwerten und der Temperaturprognose des folgenden Tages kann die maximale Ozonkonzentration des folgenden Tages ermittelt werden. Mit diesem einfachen Modell, das nur Daten verwendet, die für alle Interessierten leicht zugänglich sind, können rund zwei Drittel der Variabilität erklärt werden.

Erwartungen an das Modell erfüllt

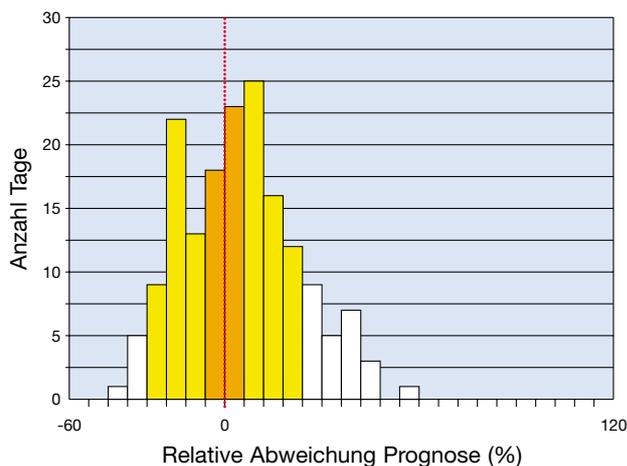
Mit den Ozondaten des Jahres 2001 konnte das Modell nun ein erstes Mal richtig getestet werden. Es zeigt sich, dass

- die Erwartungen an das Modell erfüllt wurden,
- das Modell die maximalen Ozonwerte generell leicht überschätzt,
- rund 66% aller Prognosen im Bereich +/- 20% der gemessenen Werte liegen,
- Betrachtet man nur die Tage mit Ozonwerten zwischen 100 und 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, d. h. im Bereich des Grenzwertes, so liegen rund 66% der Prognosen bereits im Bereich von +/- 15%. Im Bereich über 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen sogar rund 90% der prognostizierten Werte im Bereich von +/- 15%.

Das Modell ist vor allem für hohe Ozonbelastungen geeignet

Die folgende Darstellung zeigt den Vergleich zwischen Modell und Messungen für zwei Bereiche der Ozonbelastung. Die Gegenüberstellung zeigt deutlich, wie die Qualität des Modells für die höhere Ozonbelastung steigt.

Abbildungen 4 und 5: Vergleich der relativen Abweichungen zwischen Prognose und Messung für verschiedene Bereiche der Ozonbelastung und acht Messstationen. Die Messunsicherheit für die Ozonmessungen liegt bei +/- 5% (siehe auch Resultate des Ringversuches 2000).



- Messunsicherheit Ozonmessung
- gute Werte Prognosemodell

Abbildung 4: Differenz zwischen berechneten und gemessenen Ozonmaxima für Werte zwischen 100 und 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

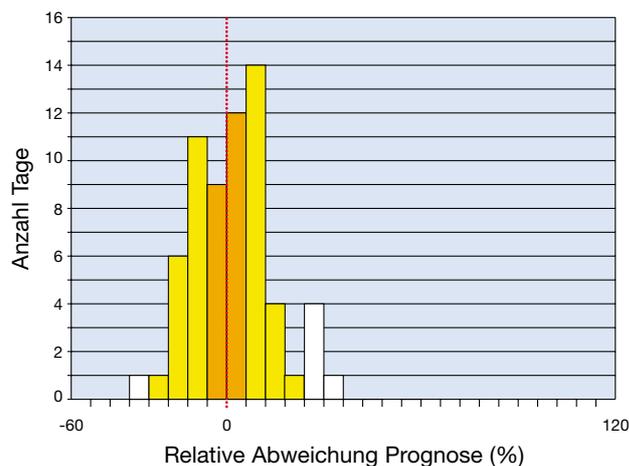


Abbildung 5: Differenz zwischen berechneten und gemessenen Ozonmaxima für Werte grösser als 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5. Detailanalyse der Ozonperioden im Hochsommer 2001



Neue Fragestellungen

Bei der Analyse der Ozonwerte in den beiden langandauernden Phasen von Ende Juni und Ende Juli stellt man fest, dass die maximalen Ozonwerte nach einer Aufbauphase stagnieren. Da die Konzentration des Feinstaubes bei langen Trockenperioden ansteigt stellte sich die Frage, ob der Feinstaub eventuell einen hemmenden Einfluss auf die Ozonbildung habe. Mit Hilfe einer statistischen Analyse wurde eine mögliche Korrelation zwischen Ozon und Feinstaub (PM10) untersucht.

Datenkollektiv

Für die zwei Aufbauphasen vom 20.06.2001 bis 30.06.2001 und vom 20.7.2001 bis 02.08.2001 standen die Daten bezüglich Ozon- und PM10-Konzentrationen von acht Stationen (Altdorf Gartenmatt, Zug Postplatz, Luzern Museggstrasse, Schwyz Rubiswilstrasse, Ebikon Sedel, Suhr Distelmatte, Suhr Bärenmatte, Sisseln Areal Roche) zur Verfügung. Für die statistische Beurteilung wurden jeweils die maximalen Halbstunden-Mittelwerte pro Tag verwendet. Dies ergab total 194 Datensätze. Zwei davon wurden als Ausreisser klassiert und deshalb nicht berücksichtigt, so dass für die weitere Bearbeitung 192 Datensätze zur Verfügung standen.

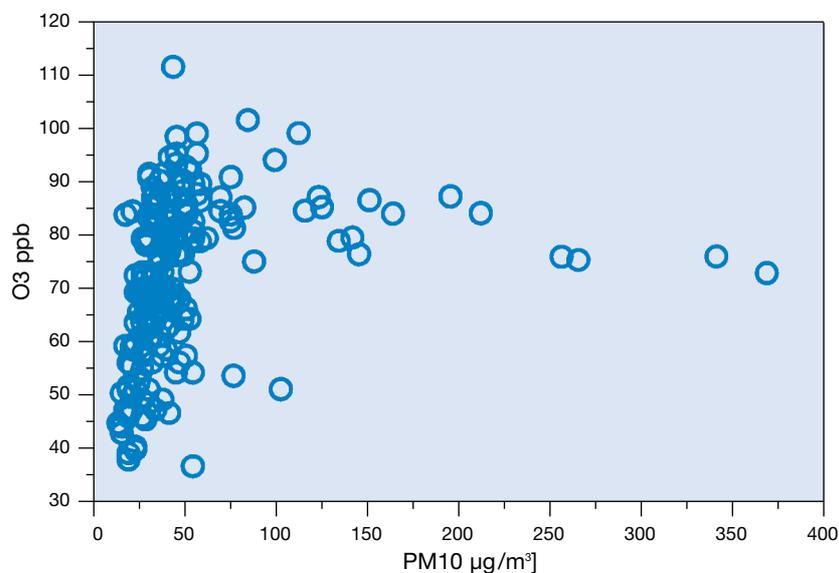


Abbildung 6: Streudiagramm der 192 Datensätze. Die PM10-Messwerte über 80 µg/m³ wurden um den 1. August 2001 gemessen.

5. Detailanalyse der Ozonperioden im Hochsommer 2001



Positive Korrelation von Ozon und PM10

Das Streudiagramm zeigt, dass für PM10-Konzentrationen bis etwa $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mit 164 von 192 Datensätzen) eine deutlich positive Korrelation besteht. Erst für Werte über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ scheint dies nicht mehr der Fall zu sein.

Die Betrachtung der Halbstundenwerte über die Zeit bestätigt rein visuell (Abb. 6), dass die beiden Grössen Ozon und PM10 wohl positiv korreliert sind. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen das Beispiel von Altdorf für die Tage vom 21. Juni 2001 bis 30. Juni 2001. Die sinkenden Ozonkonzentrationen gegen Ende der Periode gehen mit abnehmenden PM10-Konzentrationen einher (vgl. Abbildung 8). Dies kann mit den beginnenden Niederschlägen begründet werden, da dadurch das Ozon zerstört wird und der Feinstaub ausgewaschen wird.

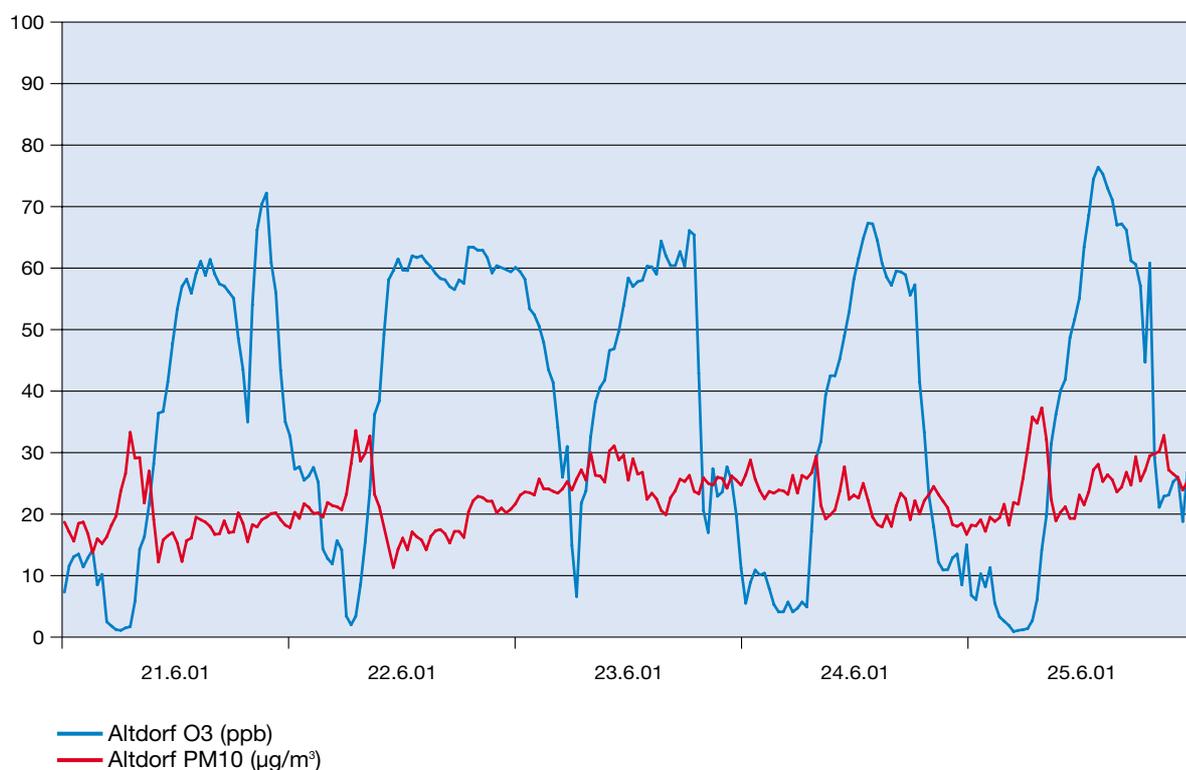


Abbildung 7: Ozon- und PM10-Konzentrationen der Station Altdorf für die Tage vom 21.06.2001 bis 25.06.2001 (Halbstundenwerte, Teil I der Periode 21.06.2001 bis 30.06.2001)

5. Detailanalyse der Ozonperioden im Hochsommer 2001

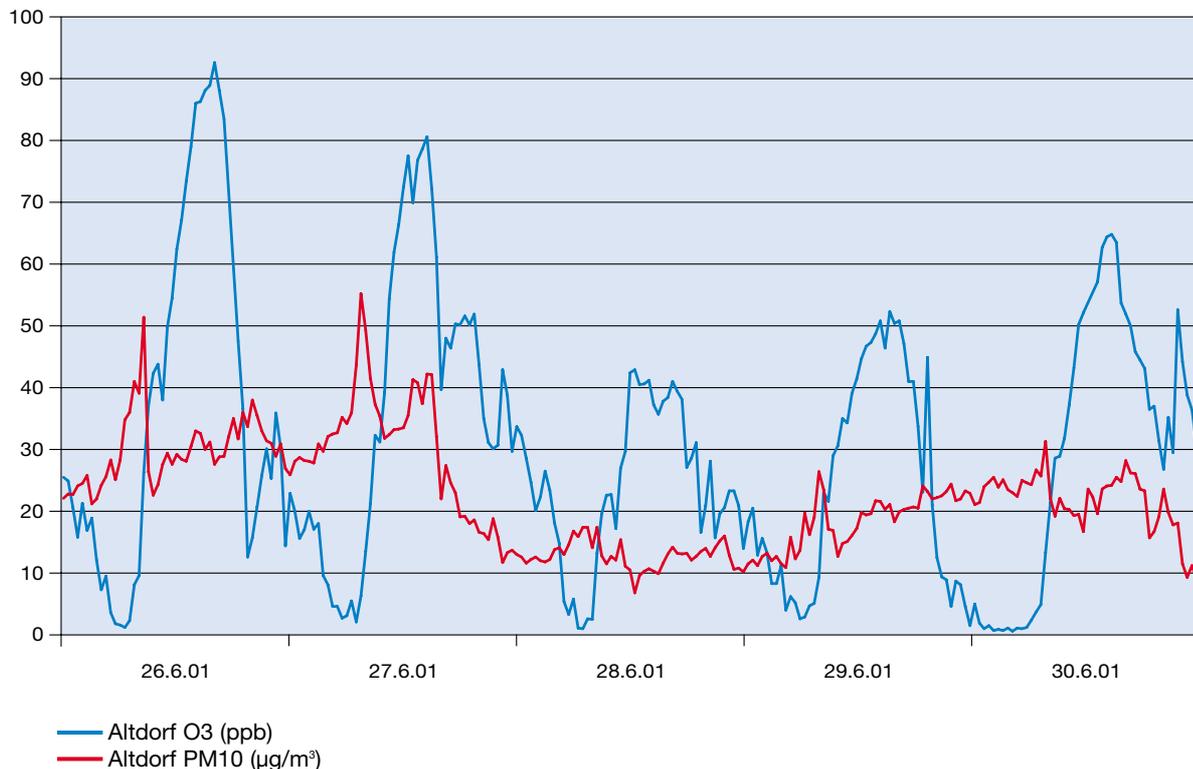


Abbildung 8: Ozon- und PM10-Konzentrationen der Station Altdorf für die Tage vom 26.06.2001 bis 30.06.2001 (Halbstundenwerte, Teil II der Periode 21.06.2001 bis 30.06.2001)

Negative Korrelation bei hohen PM10-Werten?

Die Datensätze mit PM10-Werten über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden separat ausgewertet. Die negative Korrelation erwies sich als nicht signifikant. Um mehr Werte zur Beurteilung dieser Frage zur Verfügung zu haben, wurde die gleiche Auswertung mit den Daten des Jahres 2000 (Stationen Altdorf Gartenmatt, Schwyz Rubiswilstrasse und Luzern Sedel) durchgeführt. Es wurden jene Tage berücksichtigt, an denen vollständige Messreihen für Ozon vorhanden waren und PM10-Werte über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftraten (total 51 Datensätze). Es ergab sich eine positive Korrelation. Aufgrund dieser Ergebnisse ist keine gesicherte Aussage möglich.

Andere Einflussfaktoren sind massgeblich

Die Tatsache, dass Ozon- und PM10-Konzentrationen positiv korreliert sind, lässt allein noch keine Schlüsse für oder gegen einen kausalen Zusammenhang zu. Es gilt zunächst bloss festzuhalten, dass nach einigen Tagen eine Stagnation der Ozonwerte und damit ein Gleichgewicht zwischen den ozonbildenden und ozonabbauenden Prozessen eintritt.

Bei den Ozonwerten, die am 1. August 2001 gemessen wurden, ist kein Einfluss der hohen PM10-Werte festzustellen. Dies deutet darauf hin, dass kein kausaler Zusammenhang zwischen der PM10-Belastung und den stagnierenden Ozonwerten besteht. Eine abschliessende Antwort kann allerdings nur durch eine vertiefte Analyse erzielt werden.