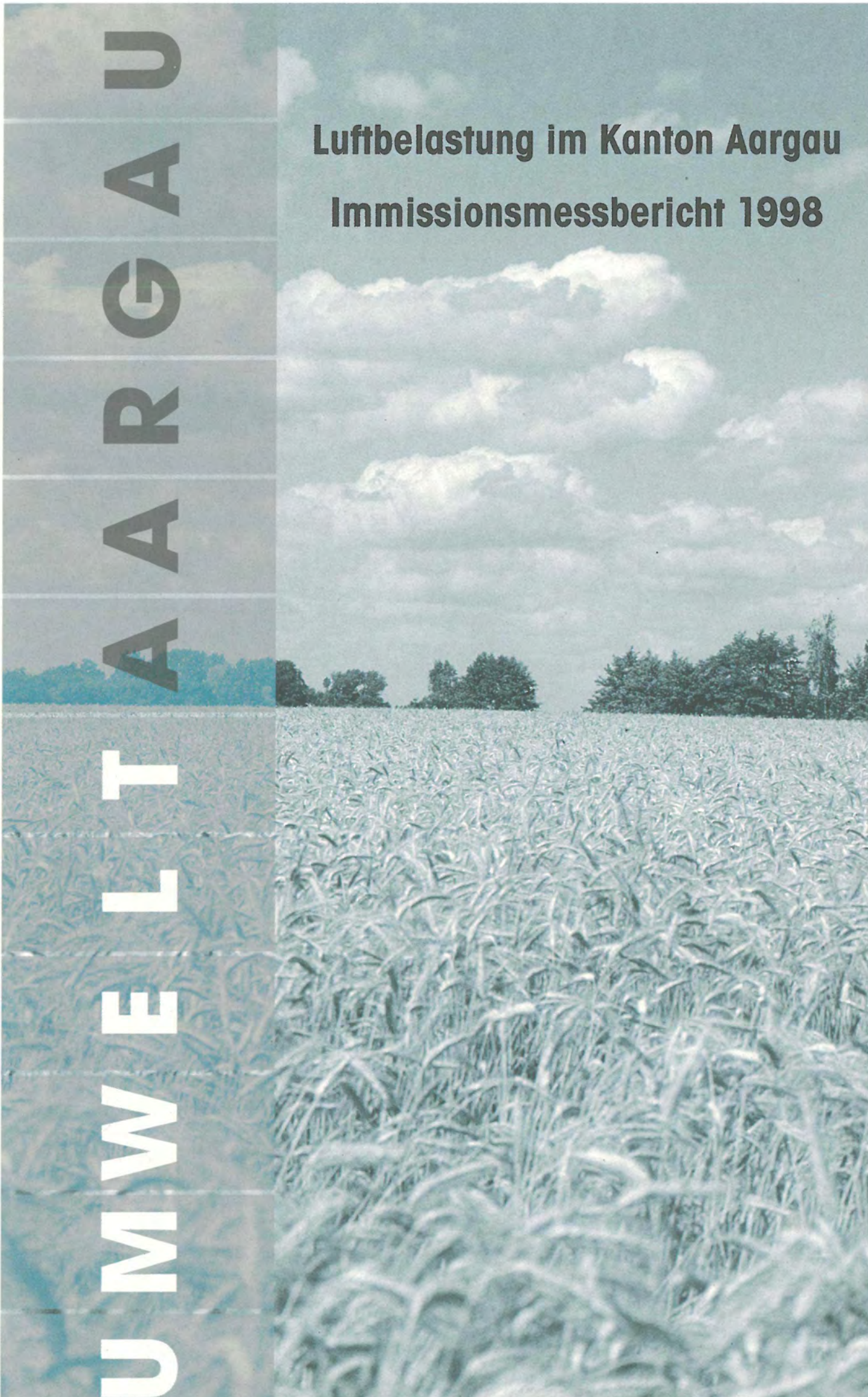


U M W E L T A A R G A U

Luftbelastung im Kanton Aargau Immissionsmessbericht 1998



Ausbildung	Recht	Natur	Raum Landschaft	Ressourcen	Gesundheit	Stoffe	Abfall	Luft Lärm	Boden	Wasser Gewässer	Allgemeines
------------	-------	-------	--------------------	------------	------------	--------	--------	--------------	-------	--------------------	-------------

IMPRESSUM

Sondernummer aus der Reihe UMWELT
AARGAU zum Thema «Luftbelastung im
Kanton Aargau, Immissionsmessbericht
1998»

Autoren

Markus Schenk und Heinrich Zumoberhaus,
Sektion Luft und Lärm
Abteilung Umweltschutz, 062 835 33 60

Redaktion und Produktion

Abteilung Umweltschutz
Buchenhof, 5001 Aarau
Tel. 062 835 33 60
Fax 062 835 33 69
e-mail: umwelt.aargau@ag.ch

Nachdruck

Mit Quellenangabe erwünscht.
Belegexemplar bitte an die Abteilung
Umweltschutz schicken.

Papier

Gedruckt auf hochwertigem
Recyclingpapier.

Foto Titelbild: Stefan Binder

**Umweltinformation
Kanton Aargau**



Vorwort

Die Luft – man sieht sie nicht, man kann sie jedoch hören, sie spüren, sie riechen und schmecken. Jeder von uns verbraucht pro Jahr nicht nur rund 100 Tonnen Wasser und eine halbe Tonne Nahrungsmittel, sondern auch ca. acht Tonnen gesunde, saubere Luft.

Noch vor wenigen Jahrzehnten wurde das Gut Luft als *freies* Gut gehandelt. Saubere Luft schien unbegrenzt zur Verfügung zu stehen. Doch heute, zu Beginn eines neuen Jahrtausends, ist uns allen klar, dass uns mit der Luft ein *knappes* Gut zur Verfügung steht. Unsere uneingeschränkte Mobilität oder unser Heizkomfort verschlechtern die lebensnotwendige Atemluft der andern. Lösungsmittel und lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel belästigen die Allgemeinheit durch die bodennahe Ozonbildung. Geruchsbelästigungen stressen ganze Wohnquartiere physisch und psychisch.

Luftschadstoffe wirken aber nicht nur in unserer unmittelbaren Umgebung. Schadstoffe wirken auch in den höheren Luftschichten. Sie gefährden die lebensnotwendige Ozonschicht oder bewirken durch den Treibhauseffekt unvorhersehbare Auswirkungen auf die gesamte Natur.

Der vorliegende Immissionsmessbericht zeigt, dass weitere Massnahmen zur Luftreinhaltung erforderlich sind. Die Quellen der Luftverschmutzung sind uns allen wohl hinlänglich bekannt. Die Realisierung der Massnahmen im wirtschaftlichen Umfeld ist aber auch mit dem Immissionsmessbericht nicht einfacher. Und trotzdem arbeiten wir an unserem Ziel: gesunde Menschen in harmonischer Beziehung zu gesunder Luft.

Mit dem vorliegenden Bericht informiert die Abteilung Umweltschutz die Öffentlichkeit über den Umweltschutz und den Stand Luftbelastung im Kanton Aargau.

Ich wünsche Ihnen, liebe Leserin, lieber Leser, eine spannende und informative Lektüre und uns allen den Mut und die Kraft, aus dem Wissen auch die nötigen Konsequenzen zu ziehen.

Dr. Philippe Baltzer
Chef Abteilung Umweltschutz

Inhalt

Zusammenfassung	3
1. Warum Luftimmissionsmessungen?	4
2. Das kantonale Luftmessnetz	4
3. Luftschadstoff-Belastung	6
3.1 Stickstoffdioxid (NO ₂)	6
3.2 Ozon (O ₃)	8
3.3 Schwefeldioxid (SO ₂)	11
3.4 Schwebestaub	12
3.5 Staubniederschlag und Inhaltsstoffe	13
4. Literaturverzeichnis	13
Anhang 1: Immissionsgrenzwerte	14
Anhang 2: Resultate der NO ₂ -Passivsammlermessungen 1998	15
Anhang 3: Glossar	16

Zusammenfassung

Für die Poesie des Wassers und des Windes, des Büffels und des Grases, in der sich ihr Leben (das Leben der Rothäute) verkörperte, gab es nur Hohn - und nun beginnen wir westlich Zivilisierten in unseren Städten etwas davon zu spüren, wie wirklich die Poesie des Wassers und des Windes ist und was sich in ihr verkörpert.

Heinrich Böll

Im Sinne der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) hat die Abteilung Umweltschutz des kantonalen Baudepartementes 1998 den Stand und die Entwicklung der Luftverunreinigungen auf dem Kantonsgebiet überwacht, gemessen und aufgrund der Immissionsgrenzwerte der LRV beurteilt. Neben dem reinen Beobachtungsauftrag wird mit den Immissionsmessungen die Informationsaufgabe der Umweltschutzfachstelle gemäss Umweltschutzgesetz erfüllt, wonach die Öffentlichkeit über den Umweltschutz und den Stand der Umweltbelastung informiert werden soll.

Die Schwefeldioxid-Konzentrationen lagen 1998 eindeutig unter den Grenzwerten der Luftreinhalteverordnung. Aufgrund der Luftreinhaltemassnahmen sind die Emissionen dieser Schadstoffe in den letzten Jahren stark zurückgegangen.

Die Grenzwerte für den Schadstoff *Stickstoffdioxid* wurden in ländlichen Gebieten eingehalten. Im Stadtzentrum Aarau (LES) lagen die Stickstoffdioxidwerte im Bereich

des Grenzwertes und in stark verkehrsexponierten Standorten in der Regel deutlich darüber. Der Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentrationen hat sich verlangsamt. Ab 1997 bleiben die Konzentrationen stagnierend oder nehmen sogar wieder leicht zu.

Die *Ozonentwicklung* zeigt keine einheitliche oder sinkende Tendenz. Der Stundenmittelgrenzwert wurde zwischen 173-mal in Sisseln und 303-mal in Aarau überschritten. Pro Jahr dürfte der Grenzwert einmal überschritten werden.

Der Grenzwert für *Schwebstaub* wurde 1998 an keinem Standort erreicht. Der Bundesrat hat auf den 1. März 1998 die geänderte Luftreinhalte-Verordnung in Kraft gesetzt. Darin wird dem *Schwebstaub PM10* – Staubteilchen mit einem Durchmesser kleiner 10 Mikrometer – die grössere Aufmerksamkeit geschenkt. PM10 ist zurzeit das am besten geeignete Mass zur Erfassung des gesundheitlichen Risikos der Luftverschmutzung.

Im Bereich PM10 hat die Abteilung Umweltschutz Anfang 1998 in Zusammenarbeit mit der Lufterlektrischen Station (LES) der Alten Kantonsschule Aarau und mit dem Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern das interkantonale Messprojekt für lungengängige Partikel (PM10) gestartet. Mit dem Projekt sollen aussagekräftige Ergebnisse über die verschiedenen PM10-Messmethoden ermittelt werden. Die Ergebnisse stehen Mitte 1999 zur Verfügung.

1. Warum Luftimmissionsmessungen?

Saubere, natürliche Luft ist für Pflanzen, Tiere und Menschen ebenso unentbehrlich wie Wasser und Erde. Es ist ein zentrales Anliegen der Abteilung Umweltschutz (AUS) den Schutz der Luft zum Nutzen aller Lebewesen optimal zu gewährleisten.

Art. 11 Abs. 1 USG verlangt, dass Emissionen nicht erst in ihren Auswirkungen zu bekämpfen sind, sondern schon an ihrem Ursprung. Für die Luftreinhaltung ist diese Bestimmung von zentraler Bedeutung, da einmal emittierte Luft nicht mehr gereinigt werden kann. Und sich passiv gegen verschmutzte Luft zu schützen, ist wohl eine Sache der Unmöglichkeit.

In diesem Sinne sind die Emissionen unabhängig von den bestehenden Umweltbelastungen im Rahmen des Vorsorgeprinzips so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Die Emissionsbegrenzungen sind dabei zu verschärfen, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastungen schädlich oder lästig werden.

Für die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen durch Luftverunreinigungen sind in der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) Immissionsgrenzwerte (siehe Anhang 1) festgelegt worden. Bei Überschreitungen dieser Immissionsgrenzwerte besteht immer ein erhöhtes Risiko für gesundheitliche Auswirkungen sowie für Schädigungen von Pflanzen, der Vegetation und ganzer Ökosysteme.

Artikel 14 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz (USG)) vom 7. Oktober 1983 beschreibt die zu schützenden Bereiche:

Die Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen sind so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte

- Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden;
- Die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören;
- Bauwerke nicht beschädigen;
- Die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation und die Gewässer nicht beeinträchtigen.

Sie signalisieren daher die Notwendigkeit, wirksame Massnahmen gegen Luftverunreinigungen anzuordnen. Zur Beurteilung der Gefährdungen durch die Luftschadstoffe und zur Bekämpfung der Luftverschmutzungen hat die Abteilung Umweltschutz als kantonale Umweltschutzfachstelle während des vergangenen Jahres 1998 auf dem Gebiet des Kantons Aargau die gemäss Art. 27 LRV vorgeschriebenen Ermittlungen der Immissionen durchgeführt.

2. Das kantonale Luftmessnetz

Die Abteilung Umweltschutz als kantonale Umweltschutzfachstelle hat 1998 an drei kontinuierlich messenden Fixstationen und an zwei projektspezifischen Standorten die Luftqualität auf dem Gebiete des Kantons Aargau ermittelt. Zusätzlich zu diesen kontinuierlichen Immissionsmessun-

gen wurden zur Erhärtung der grossräumigen Aussagen an 43 Standorten die durchschnittliche NO₂-Belastung mit Hilfe von Passivsammlern gemessen.

Das Aargauische Luftmessnetz



- Luftmessstationen
- NO₂-Passivsammlerstandorte

Messstandort	Abk.	Standorttyp	Nähere Beschreibung
Referenzstation Suhr	RE	Agglomeration	Koordinaten: 647.240 / 246.400 Höhe m ü.M.: 405 Besiedlung: ausserorts, offenes Landwirtschaftsgebiet Verkehrsexposition: 700 m nordw. Autobahn A1 Andere Emittenten: 1 km südw. Industriegebiet Messgrössen: SO ₂ , NO _x , NO ₂ , NO, O ₃ , Druck, Temperatur, Taupunkt, Wind, Globalstrahlung, Staub
Luftelektrische Station Aarau/Dach	LS_D	städtisch	Koordinaten: 646.280 / 249.380 Höhe m ü.M.: 382 Besiedlung: innerorts, Dach Alte Kanti; 35 m ü.G. Verkehrsexposition: nördl. Rchtg. 3-spurige Strasse stadteinwärts Andere Emittenten: Umkreis von 1 km div. Industrien Messgrössen: SO ₂ , NO _x , NO ₂ , NO, O ₃ , Druck, Temperatur, rel. Feuchte, Wind, Globalstrahlung, Staub, PM10
Luftelektrische Station Aarau/Parterre	LS_P	städtisch	Koordinaten: 646.280 / 249.380 Höhe m ü.M.: 382 Besiedlung: innerorts Verkehrsexposition: nördl. Rchtg. 3-spurige Strasse stadteinwärts Andere Emittenten: Umkreis von 1 km div. Industrien Messgrössen: SO ₂ , NO _x , NO ₂ , NO, O ₃ , Druck, Temperatur, rel. Feuchte, Wind, Globalstrahlung, Staub, PM10
Sisseln, Roche AG	SI	ländlich	Koordinaten: 640.280 / 266.250 Höhe m ü.M.: 306 Besiedlung: Rheinebene, nahe bei Roche AG Verkehrsexposition: 450 m nördl. Autobahn A3 Andere Emittenten: Industrie Messgrössen: SO ₂ , NO _x , NO ₂ , NO, O ₃ , Druck, Temperatur, rel. Feuchte, Wind, Staub
Baden	BA	städtisch	Koordinaten: verschiedene Standorte Höhe m ü.M.: 383 Besiedlung: innerorts Verkehrsexposition: Andere Emittenten: Gewerbe, Industrie Messgrössen: SO ₂ , NO _x , NO ₂ , NO, O ₃

3. Luftschadstoff-Belastung

3.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickoxide (NO_x) entstehen vor allem bei Verbrennungen von fossilen Brenn- und Treibstoffen. Stickoxide werden zuerst als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, die sich anschliessend in der Atmosphäre relativ rasch zu Stickstoffdioxid (NO₂) umwandeln. NO_x ist die Summe von NO und NO₂. Stickoxide führen zu Erkrankungen der Atemwege sowie zur Schädigung von Pflanzen und Bauwerken. Ausserdem sind sie die Vorläufer von sauren Niederschlägen und von Ozon.

Dauerbelastung durch Stickstoffdioxid

Die Dauerbelastung durch Stickstoffdioxid wird durch die Jahresmittelwerte ausgedrückt. Diese liegen nahe am Grenzwert von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter und zeigen im Vergleich zu den Vorjahren keine wesentliche Verbesserung. In Suhr wurden 24 µg/m³, in Aarau LES-Dach

24 µg/m³, in Aarau LES-Parterre 30 µg/m³ und in Sisseln 24 µg/m³ gemessen (siehe Tab. 3.1.1).

Wie die Resultate der NO₂-Passivsammlermessungen (vgl. Anhang 2) zeigen, ist die Luftbelastung durch Stickstoffdioxid an Strassen deutlich höher als in grösserer Entfernung davon. Dies mag wohl auch der Grund sein, weshalb bei der Luftpunktmessung an der Luftpunktmessstation Aarau der auf Parterrehöhe gemessene Wert (30 µg/m³, unvollständige Messreihe) tendenziell höher liegt als der auf dem Dach gemessene Wert. In Baden (47 µg/m³), Windisch (38 µg/m³), Lenzburg (41 µg/m³), Kaiseraugst (33 µg/m³), Aarburg (52 µg/m³) und Aarau Graben (48 µg/m³) sind die Immissionsgrenzwerte deutlich überschritten.

Messstation	Jahresmittelwert µg/m ³	95-Perzentil µg/m ³	Höchster Tages- mittelwert µg/m ³	Anzahl Werte über 80 µg/m ³
Referenzstation Suhr	24	55	70	0
Luftpunktmessstation Aarau/Dach	24	72	79	0
Luftpunktmessstation Aarau/Parterre*	30	62	77	0
Sisseln, Roche AG	24	54	62	0
LRV-Immissionsgrenzwert	30	100	80	1

Tab. 3.1.1: Messresultate Stickstoffdioxid (* unvollständige Messreihe)

Spitzenbelastung durch Stickstoffdioxid

Das Stickoxid-Problem ist im wesentlichen das Problem einer permanent starken Belastung. Dies äussert sich in den Jahresmittelwerten der Stickstoffdioxide, die nahe am bzw. über dem Immissionsgrenzwert liegen. Der Tagesmittelgrenzwert von 80 µg/m³ für Stickstoffdioxid wird an keinem Messstandort überschritten.

Stickstoffmonoxid

Stickoxide werden zuerst hauptsächlich als Stickstoffmonoxid emittiert, das sich anschliessend relativ rasch in Stickstoffdioxid umwandelt. Die Stickstoffmonoxidkon-

zentration kann daher als Indikator für die lokale Luftbelastung betrachtet werden. Je höher der Stickstoffmonoxid-Anteil liegt, um so stärker wird die Luftqualität durch lokale Emissionen bestimmt. Abbildung 3.1.1 zeigt nicht zufällig die höchste Stickstoffmonoxid-Belastung in der Luftpunktmessstation auf Parterrehöhe. Von den vier Messorten ist LES-Parterre der dem Verkehr am stärksten ausgesetzte Standort.

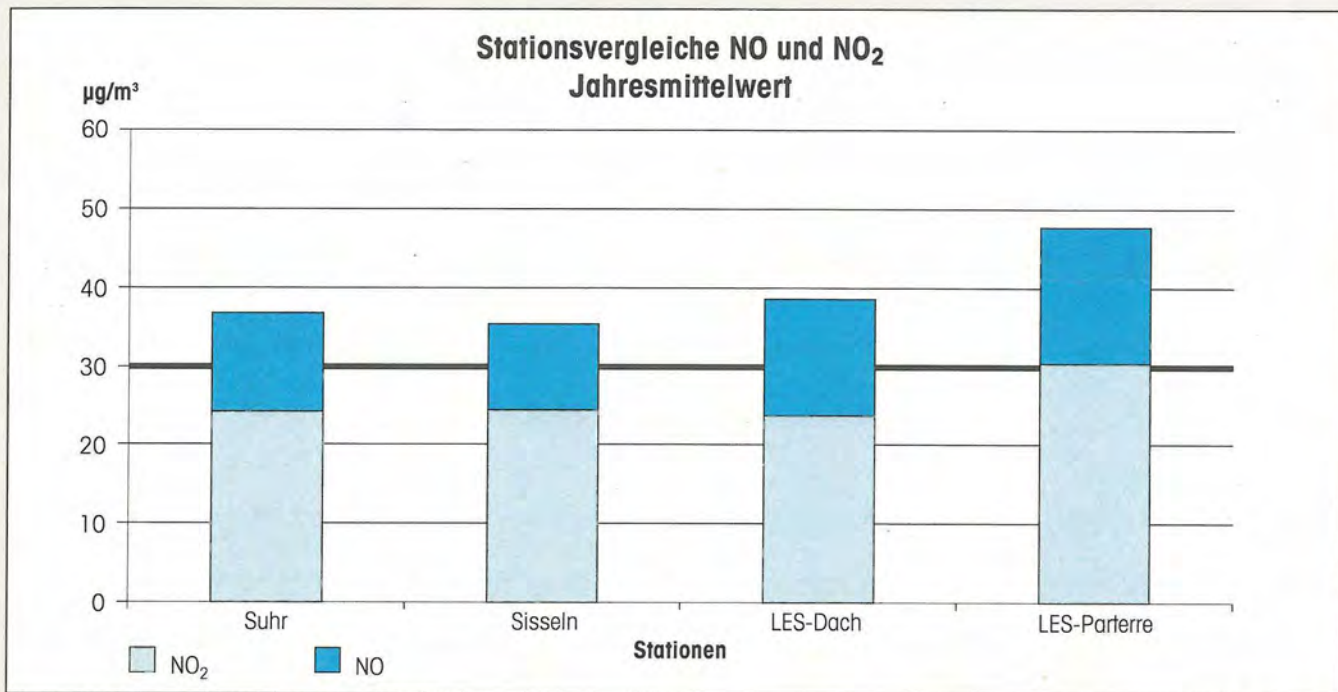


Abb. 3.1.1: Jahresmittelwert Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid

Jahresgang Stickstoffdioxid

Bei allen vier Messstationen ist beim Stickstoffdioxid ein ähnlicher Jahresgang feststellbar. Maximale Stickstoffdioxidkonzentrationen werden im Winterhalbjahr gemessen. Mögliche Nebellagen sorgen zu dieser Jahreszeit für eine

verminderte Durchmischung der Luft und bewirken somit eine Anreicherung von Stickstoffdioxidschadstoffen.

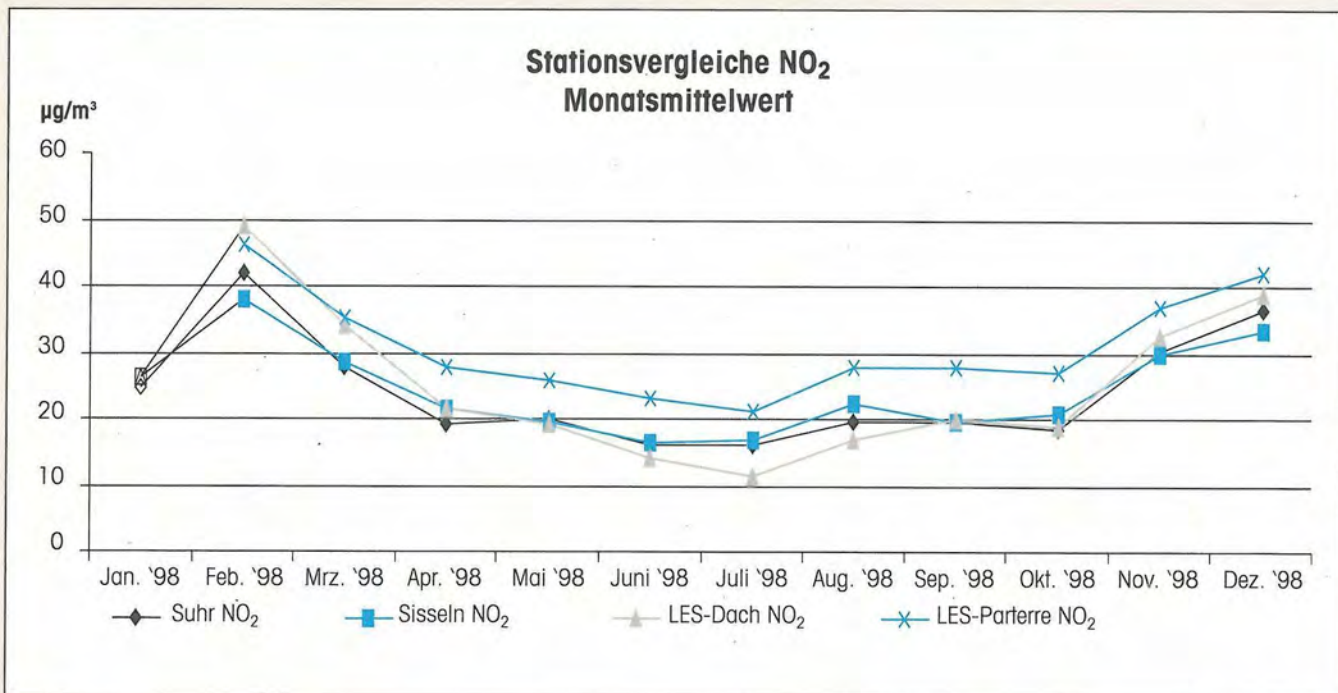


Abb. 3.1.2: Monatsmittelwerte NO₂

Entwicklung der NO₂-Belastung

Die Abbildung 3.1.3 zeigt die Entwicklung der Luftschadstoffbelastung durch Stickstoffdioxid in der Referenzstation Suhr (RE), Luftpfeilerstation Aarau (LES), Sisseln (SI), Ratshaus Aarburg (ZO4) und Schulhausplatz Baden (BA5).

Die Stickstoffdioxid-Konzentrationen sind im Schnitt nur schwach rückläufig. Ab 1997 bleiben die Konzentrationen stagnierend oder nehmen teilweise sogar wieder leicht zu.

Das geforderte Ziel, die LRV-Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid flächendeckend einzuhalten, ist noch nicht erreicht. Die bisherigen Massnahmen zur Luftverbesserung haben jedoch bewirkt, dass wenigstens abseits von Hauptverkehrsachsen die Schadstoffbelastungen knapp unter dem vorgegebenen Grenzwert liegen.

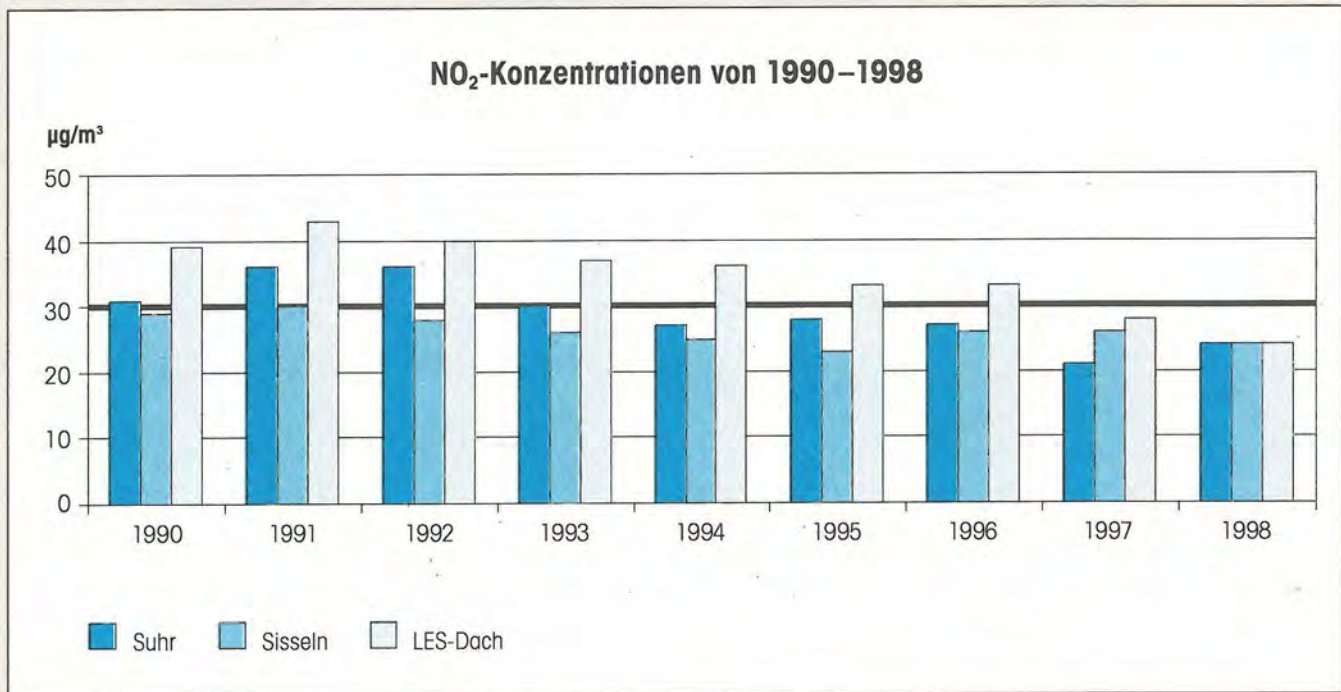


Abb. 3.1.3: NO₂-Konzentrationen von 1990-1998

3.2 Ozon (O₃)

Ozon ist eines der stärksten Oxidationsmittel und eines der stärksten Reizgase. Aus diesen Eigenschaften resultiert eine hohe Aggressivität gegen menschliche, tierische und pflanzliche Gewebe sowie Materialien. Es greift beim Menschen vor allem die Atemwege und Lungengewebe an.

Ozon: oben zuwenig - unten zuviel

Die Ozonschicht in der Stratosphäre (20 bis 50 km über der Erdoberfläche) schützt den Menschen und die Ökosysteme vor zu intensiver UV-Strahlung. Diese schützende Ozonschicht ist heute durch die anthropogenen Emissionen von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen (FCKW) stark gefährdet (Ozonloch).

Durch intensiven Luftaustausch zwischen der Stratosphäre und der Troposphäre gelangt Ozon in Bodennähe. Dieses Ozon erreicht hier Konzentrationen in der Grössenordnung von 20 bis 30 µg/m³, mit Spitzenwerten von 60 bis 80 µg/m³. Diese Konzentration des Ozons in der bodennahen Luft-

schicht ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Dieses troposphärische Ozon entsteht überwiegend durch Spurengase aus anthropogenen Quellen. Es wird in der Atmosphäre durch photochemische Reaktionen aus sogenannten Vorläuferschadstoffen, den Stickoxiden (NO_x) und den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC), gebildet.

Stickstoffdioxid (NO₂) wird von Sonnenlicht kurzer Wellenlänge photochemisch gespalten. Es entsteht ein Stickstoffmonoxidmolekül (NO) und ein Sauerstoffatom (O), das mit einem Sauerstoffmolekül (O₂) zu Ozon (O₃) weiterreagiert. Ozon wiederum reagiert mit Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid und Sauerstoff.

Ozonproduktion und Ozonabbau stehen in einem Gleichgewicht. Tagsüber dominiert die Ozonbildung, nachts der Ozonabbau.

Ozon-Belastung 1998

Die Tabelle 3.2.1 zeigt, dass die Ozon-Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung häufig und zum Teil erheblich überschritten wurden. Die höchsten Werte wurden auf dem Dach der Lufterlektrischen Station gemessen. Hier wurde der maximale Stundenmittelwert von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ während 303 Stunden überschritten. Während sechs Monaten – März bis August – überschritt der 98-Perzentil (Anhang 3) den zulässigen Grenzwert von 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die hohen Ozonimmissionen stellen ein Lufthygieneproblem von grossräumigem Ausmass dar. Die eigentlichen Ursachen dieser übermässigen Ozonimmissionen sind die hohen Belastungen der Luft durch die anthropogen bedingten Vorläufersubstanzen wie die Stickoxide (NO_x) und die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC).

Mittlerer Tagesgang der Ozonbelastung

Abbildung 3.2.1 zeigt einen typischen Tagesgang Ozon vom 10. August 1998 in der Referenzstation Suhr. Tagsüber dominiert die Ozonbildung, entsprechend werden tiefe NO_2 -Konzentrationen gemessen, nachts dominiert der Ozonabbau und die NO_2 -Konzentrationen steigen dementsprechend. Höchstwerte an Ozonkonzentrationen finden wir zwischen 12 Uhr und 18 Uhr, das Minimum um 8 Uhr morgens.

Maximale Stundenmittel von Ozon

Die höchsten Ozonkonzentrationen wurden während der Sommermonate Mai bis August gemessen. Bei allen Messstationen wurde ein ähnlicher Konzentrationsverlauf festgestellt. Die höchste Ozonkonzentration von 209 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde auf dem Dach der Alten Kantonsschule Aarau ermittelt.

Messstation	Max. 1-h-Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Std. $>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Max. 98-%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Monate 98-Perzentil $>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Referenzstation Suhr	192	231	162	6
Lufterlektrische Station Aarau/Dach	209	303	164	6
Lufterlektrische Station Aarau/Parterre*	176	185	157	5
Sisseln, Roche AG	194	173	167	6
LRV-Immissionsgrenzwert	120	1	100	0

Tab. 3.2.1: Messresultate Ozon (* unvollständige Messreihe)

Typischer Tagesgang Ozon (O_3) vom 10. August 1998 bei der Station Suhr

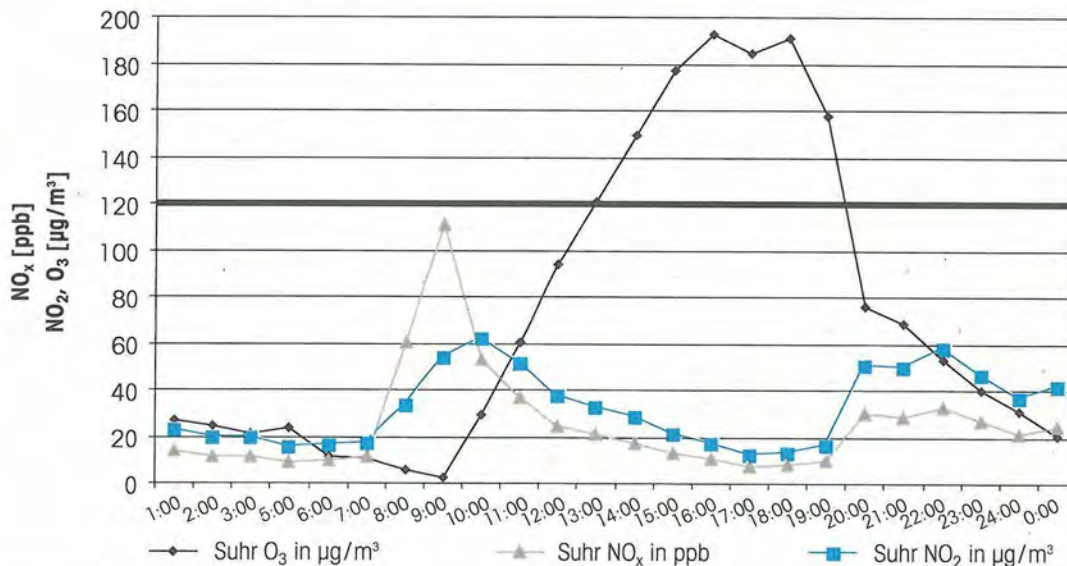


Abb. 3.2.1: Typischer Tagesgang im Sommer 1998

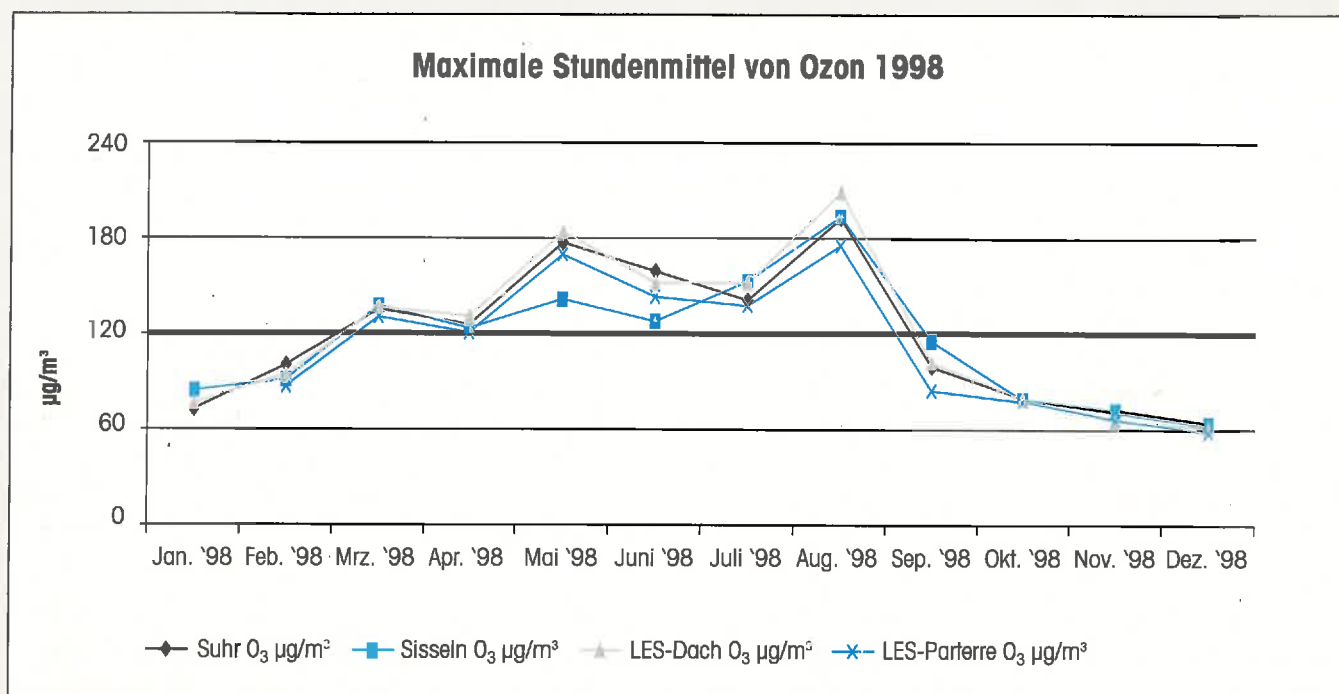


Abb. 3.2.2: Maximale Stundenmittel von Ozon

Belastungsgrenzen von Ozon für Wald und Weizen

Für die wirkungsorientierte Betrachtungsweise ist neben der Konzentration auch derjenige Anteil der Ozonbelastung relevant, der von der Pflanze über die Spaltöffnungen aufgenommen wird. Um diese Menge möglichst exakt zu bestimmen, wurde der AOT40-Wert (Accumulation over Threshold 40 ppb) definiert.

Beim AOT40-Wert werden in Abhängigkeit der Spaltöffnungsaktivität diejenigen Anteile aller Stundenmittelwerte aufsummiert, die über einem Schwellenwert von 40 ppb liegen. Die kumulative Ozondosis wird in der Einheit ppb*h bestimmt.

Die Europäische Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UN-ECE) hat die tolerierbare Belastungsgrenze bei einer Ernteeinbusse von 10 % festgelegt. Bei Weizen entspricht dies einer Ozondosis von 5300 ppb*h und bei Waldbäumen 10'000 ppb*h.

An allen Messstandorten wurde im vergangenen Jahr die kritische Ozonbelastungsdosis für Weizen und Waldbäume deutlich überschritten.

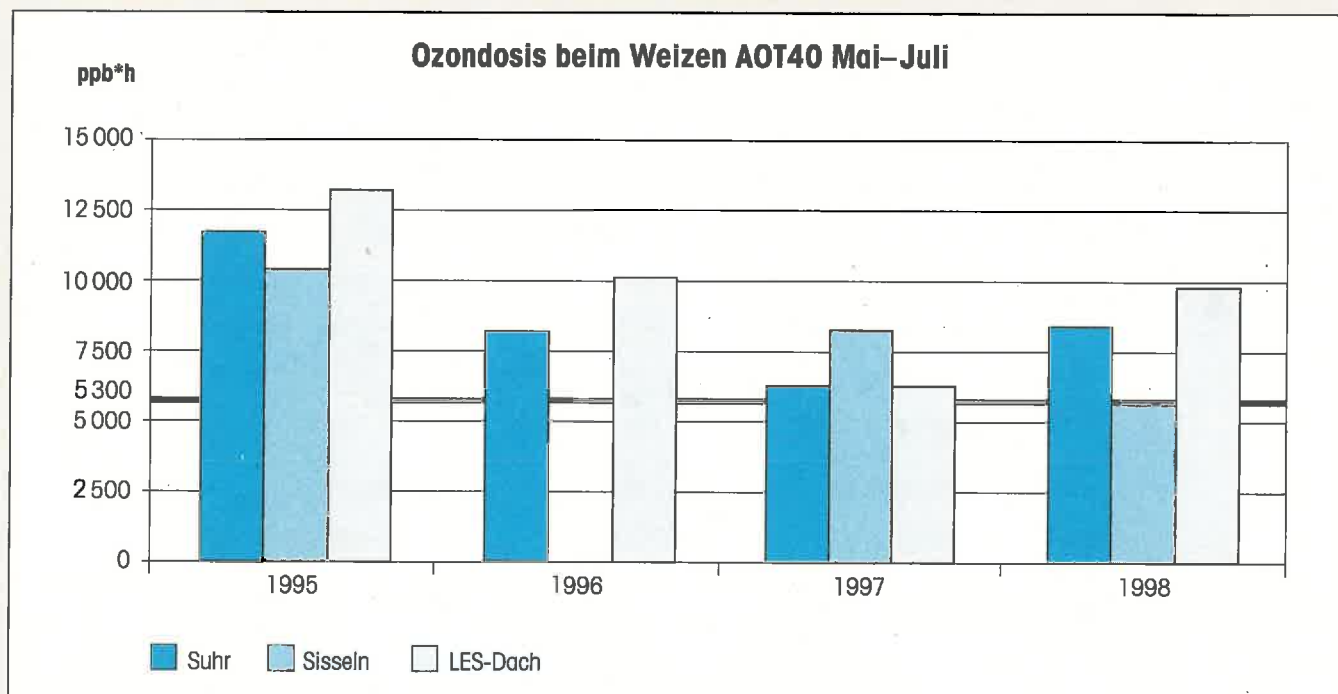


Abb. 3.2.3: Ozondosis für Weizen

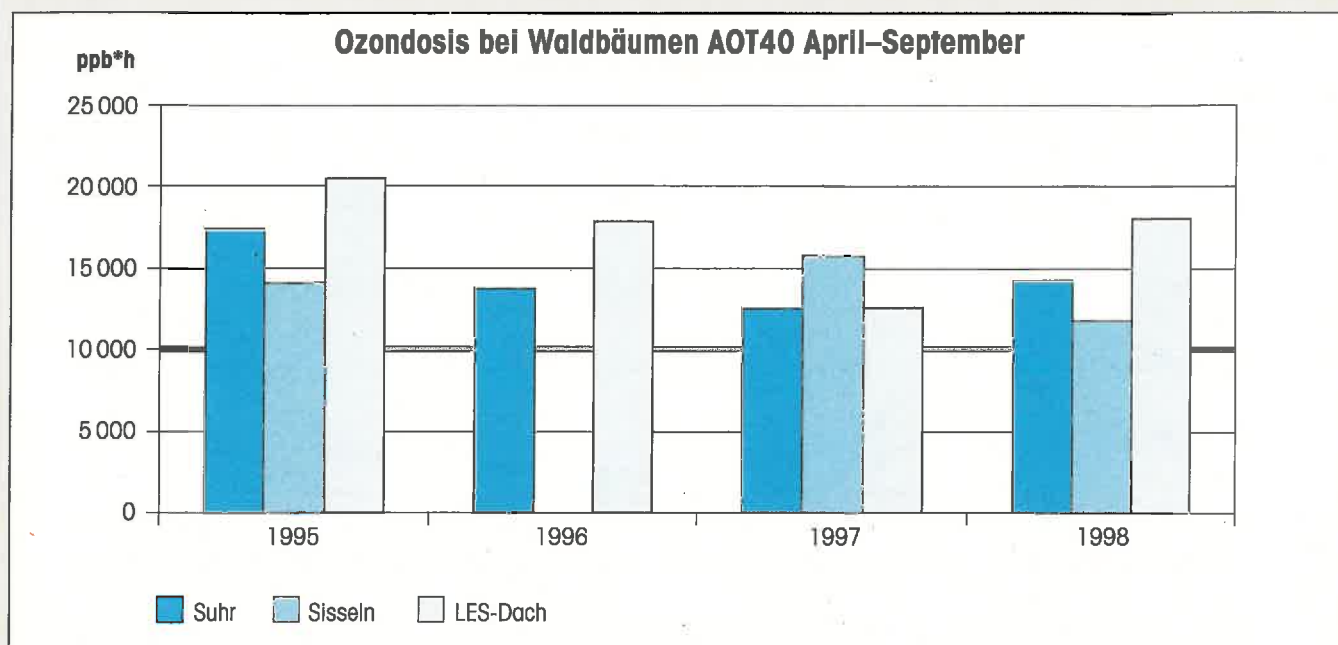


Abb. 3.2.4: Ozondosis für Waldbäume

3.3 Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid ist ein farbloses, in höheren Konzentrationen stechend riechendes, gut wasserlösliches Reizgas. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung schwefelhaltiger Brenn- und Treibstoffe. Gesundheitliche Auswirkungen betreffen vor allem die Erkrankung der Atemwege. Es ist zudem eine wichtige Vorläufersubstanz für die Bildung von sauren Niederschlägen und sekundären Aerosolen (d.h. sehr feinen Stäuben).

Schwefeldioxid-Belastung 1998

Die Schwefeldioxid-Messergebnisse sind in der Tabelle 3.3.1 zusammengestellt. Beim Schwefeldioxid wurden 1998 an allen Messstationen der Langzeitgrenzwert und

Kurzzeitemissionsgrenzwert klar eingehalten. Diese günstige Situation ist insbesondere auf die Herabsetzung des Schwefelgehaltes im Heizöl sowie auf die zahlreichen Umstellungen von Heizungen auf Erdgas zurückzuführen. Die Abbildung 3.3.1 zeigt die SO₂-Monatsmittelwerte der verschiedenen Messstandorte. Ersichtlich ist der davon geprägte Jahresgang, während der Heizperiode im Winter werden höhere Konzentrationen gemessen als im Sommer. Erkennbar ist auch der Unterschied zwischen städtischen und ländlichen Stationen.

Messstation	Jahresmittelwert µg/m ³	95-Perzentil µg/m ³	Max. 24-h- Mittelwert µg/m ³	Anzahl GW Überschreitung 24-h-Mittelwert
Referenzstation Suhr	3	10	17	0
Luftelektrische Station Aarau/Dach	8	28	37	0
Luftelektrische Station Aarau/Parterre*	7	23	39	0
Sisseln, Roche AG	7	22	36	0
LRV-Immissionsgrenzwert	30	100	100	1

Tab. 3.3.1: Messresultate Schwefeldioxid (* unvollständige Messreihe)

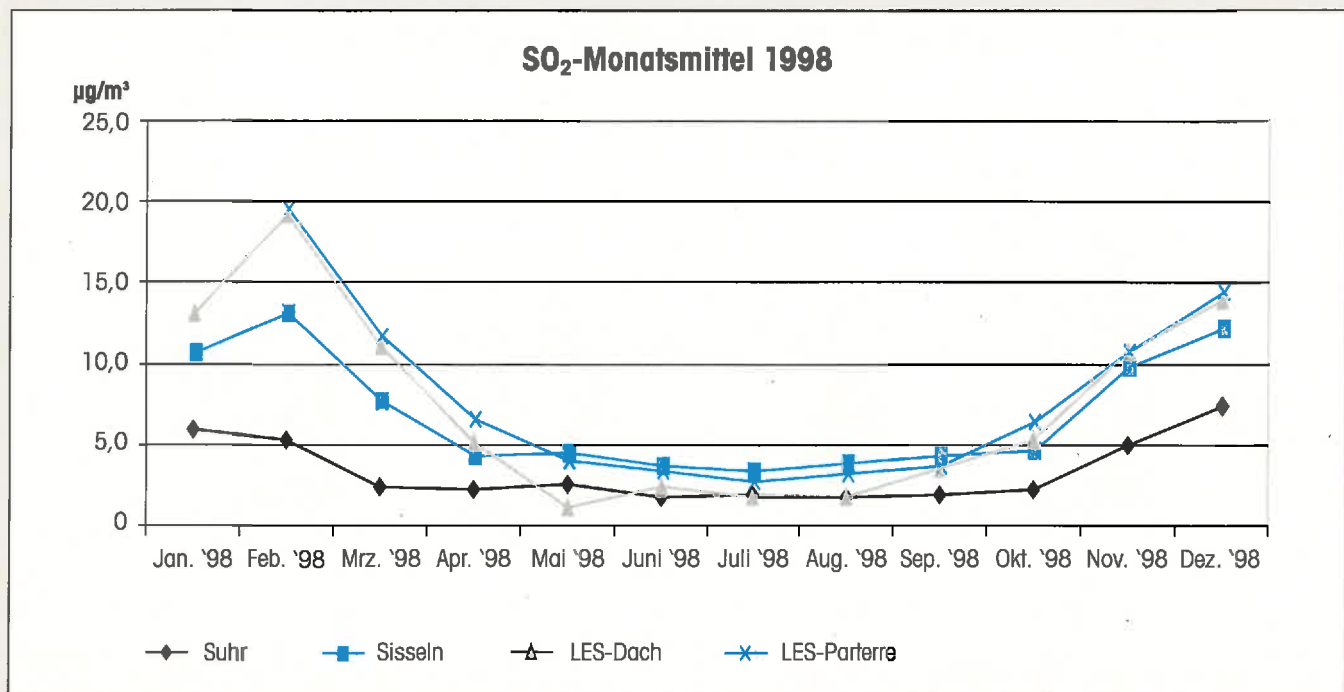


Abb. 3.3.1: SO₂-Monatsmittelwerte

3.4 Schwebestaub

Bisher gab es in der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) einen Immissionsgrenzwert (Jahresmittelwert von 70 Mikrogramm pro Kubikmeter) für den Gesamtschwebestaub. Auf den 1. März 1998 hat der Bundesrat die geänderte LRV in Kraft gesetzt. Darin wird den feinen Partikeln, dem Schwebestaub (PM₁₀, Particulate Matter 10 µm), grössere Aufmerksamkeit geschenkt. PM₁₀, auch thorakale Fraktion des Schwebestaubes genannt, sind diejenigen Partikel, welche über den Kehlkopf hinaus in die Lunge gelangen können. PM₁₀ ist zurzeit das am besten geeignete Mass zur Erfassung des gesundheitlichen Risikos der Luftverschmutzung. In der Luftreinhalte-Verordnung wurden daher die Immissionsgrenzwerte für PM₁₀ neu definiert. Der Jahresmittelwert wurde auf 20 µg/m³ festgelegt. Der 24-h-Mittelwert auf 50 µg/m³; dieser darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden.

Schwebestaub (TSP)

Im Bereich Schwebestaub haben wir 1998 wie bis anhin den TSP-Schwebestaub (TSP = Total Suspended Particles) gemessen. Die Messwerte entsprechen in etwa den bisherigen Ergebnissen und liegen deutlich unter dem alten Immissionsgrenzwert von 70 Mikrogramm pro Kubikmeter (Referenzstation Suhr 23 µg/m³ und Lufterlektrische Station Aarau 32 µg/m³).

Schwebestaub (PM₁₀)

Im Bereich PM₁₀ haben wir Anfang 1998 in Zusammenarbeit mit der Lufterlektrischen Station der Alten Kantonschule Aarau und mit dem Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern das interkantonale Messprojekt für lungengängige Partikel (PM₁₀) gestartet (siehe Artikel in UMWELT AARGAU, Nr. 2, Juni 1998). Mit dem Projekt sollen aussagekräftige Ergebnisse über die verschiedenen PM₁₀-Messmethoden ermittelt werden. Die Ergebnisse stehen Mitte 1999 zur Verfügung.

3.5 Staubniederschlag und Inhaltsstoffe

Mit der Begrenzung des Staubniederschlages wird nicht nur der Umweltbereich Luft geschützt, sondern auch die Ökosysteme Boden und Wasser sowie die davon abhängigen Lebensgemeinschaften.

Staubniederschlag

Der Staubniederschlag wurde in der Referenzstation Suhr, 56 mg/m² x Tag, und in Sisseln, 58 mg/m² x Tag, bestimmt. Beide Messergebnisse liegen deutlich unter dem Immissionsgrenzwert von 200 mg/m² x Tag.

Schwermetalle im Staubniederschlag

Schwermetalle treten in der Atmosphäre vor allem an feine, lungengängige Schwebstaubteilchen gebunden auf. Schwermetalle erweisen sich als stark umweltgefährdend,

weil sie nicht abbaubar sind, weil sie über mineralische und biologische Prozesse angereichert und in der Umwelt gespeichert werden und weil sie direkt oder über die Nahrungskette aufgenommen und akute oder chronische Schäden hervorrufen können.

Wir haben 1998 in unseren Messstationen in Suhr und Sisseln im Staubniederschlag die Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Zink (Zn) bestimmt.

Tabelle 3.5.1 zeigt die Messergebnisse. An sämtlichen Messstandorten konnten die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden.

Messstation	Blei (Pb) µg/m ² x Tag	Cadmium (Cd) µg/m ² x Tag	Zink (Zn) µg/m ² x Tag
Referenzstation Suhr	5	0,29	42
Sisseln, Roche AG	7	0,27	46
LRV-Immissionsgrenzwert	100	2	400

Tab. 3.5.1: Messresultate Schwermetalle im Staubniederschlag

4. Literaturverzeichnis

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz [USG]) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 21. Oktober 1997); SR 814.01
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 3. Februar 1998); SR 814.318.142.1
- BUWAL, Empfehlungen über die Immissionsmessungen von Luftfremdstoffen, Bern Januar 1990
- Technischer Bericht zum Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe im Kanton Aargau, Abteilung Umweltschutz / Sektion Luftreinhalte, November 1995
- UMWELT AARGAU, Sondernummer 1, Juni 1998, Luftreinhalte, Immissionsmessungen im Kanton Aargau, Resultate 1997
- UMWELT AARGAU, Nr. 2, Juni 1998
- BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 270, Luft, Schwebstaub, Messung und gesundheitliche Bewertung, Bern 1996
- BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 277, Luft, Troposphärisches Ozon – Aktuelle Forschungsergebnisse und ihre Konsequenzen für die Luftreinhalte, Bern 1996

Anhang 1: Immissionsgrenzwerte

Schadstoff	Immissionsgrenzwert	Statistische Definition
Schwefeldioxid (SO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ³	95 % der 1/2-h-Mittelwerte eines Jahres ≤100 µg/m ³
	100 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Stickstoffdioxid (NO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ³	95 % der 1/-h-Mittelwerte eines Jahres ≤100 µg/m ³
	80 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Kohlenmonoxid (CO)	8 mg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Ozon (O ₃)	100 µg/m ³	95 % der 1/2-h-Mittelwerte eines Monats ≤100 µg/m ³
	120 µg/m ³	1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub (PM10)	20 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	50 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Blei (Pb) im Schwebestaub (PM10)	500 ng/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Schwebestaub (PM10)	1,5 ng/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Staubniederschlag insgesamt	200 mg/m ² xTag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Blei (Pb) im Staubniederschlag	100 µg/m ² xTag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Staubniederschlag	2 µg/m ² xTag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Zink (Zn) im Staubniederschlag	400 µg/m ² xTag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Thallium (Tl) im Staubniederschlag	2 µg/m ² xTag	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)

Hinweis:

mg = Milligramm = 0,001 g = 10⁻⁶ kg

µg = Mikrogramm = 0,001 mg = 0,000001 g = 10⁻⁹ kg

ng = Nanogramm = 0,001 µg = 0,000001 mg = 10⁻⁹ g = 10⁻¹² kg

Anhang 2: Resultate der NO₂-Passivsammler-messungen 1998

Standort	Koordinaten (Höhe m ü.M.)	Mittelwerte in µg/m ³
Aarau Graben	645.780/249.180 (385)	48
Aarau Kunsthaus	645.770/249.000 (385)	37
Aarburg (Rathaus)	634.800/241.325 (390)	52
Baden (Schulhausplatz)	665.450/258.200 (383)	47
Birrfeld	659.500/255.125 (380)	29
Bözberg	653.250/259.175 (550)	17
Bözen	648.550/260.925 (420)	19
Bremgarten	668.375/244.825 (380)	26
Brunegg	658.625/251.950 (420)	29
Effingen (Station)	649.760/258.825 (461)	25
Eiken (Messwagen)	642.025/264.675 (310)	28
Frick (Staffeleggstrasse)	645.150/261.050 (360)	28
Gallenkirch	651.800/258.975 (570)	18
Gansingen (Gemeindehaus)	652.375/266.075 (380)	17
Kaiseraugst	621.325/265.475 (270)	33
Kaisten (Messwagen)	645.950/266.400 (320)	20
Kirchberg	647.050/251.325 (400)	22
Klingnau (Kirche)	661.050/270.325 (330)	23
Küttingen	645.730/251.925 (405)	19
Lenzburg (Gewerbeschule)	656.875/249.200 (430)	41
Lenzburg (Seonerstrasse)	655.650/248.425 (405)	29
Lieli	672.725/243.850 (610)	24
Luftelektrische Station Aarau	646.280/249.380 (382)	31
Moosleerau (Gemeindehaus)	647.325/235.375 (520)	18
Obersiggenthal (Pumpwerk)	663.160/260.200 (374)	24
Oftringen (Friedhof)	637.180/239.900 (425)	31
Reinach	656.175/234.375 (515)	28
Rheinfelden (Kurpark)	627.025/267.300 (271)	30
Rietheim (Pumpwerk)	663.530/272.800 (315)	17
Rombach (Rombachtäli)	645.450/250.225 (370)	22
Rottenschwil (Trafostation)	669.960/241.025 (375)	17
Rudolfstetten	671.250/246.675 (490)	20
Schupfarterberg (Messwagen)	639.975/263.725 (500)	16
Seengen	658.875/240.850 (540)	17
Sins (Bahnhof)	672.675/226.820 (406)	28
Sisseln (Roche AG)	640.725/266.250 (305)	27
Staffelegg (Horen)	646.700/251.820 (413)	19
Suhr (Referenzstation)	647.240/246.400 (405)	24
Wallbach (Messwagen)	634.525/268.125 (310)	23
Wettingen (Sportplatz Tägerhard)	667.675/256.460 (405)	31
Widen	669.450/246.525 (550)	26
Windisch (HTL)	658.475/259.025 (360)	38
Wohlen (Unterwerk AEW)	662.125/245.425 (410)	26

Anhang 3: Glossar

AOT40	<p>AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb) ist ein Mass für die Ozondosis, die von der Pflanze über die Spaltöffnungszellen aufgenommen wird. Hierzu werden die Ozonwerte während der Wachstumsphase aufsummiert, die über einem Schwellenwert von 40 ppb liegen. Als massgebende Grösse erhält man eine kumulative Ozondosis in der Einheit ppb*h. Für Weizen werden die über dem Schwellenwert liegenden Ozonstunden von Mai bis Juli und zwar zwischen 07.00 Uhr und 21.00 Uhr aufsummiert. Bei einem AOT40-Wert von 5 300 ppb*h beträgt der Ernteaufschlag rund 10%.</p> <p>Bei Waldbäumen wird der AOT40-Wert aus sämtlichen Tagesstunden während der Monate April bis September berücksichtigt. Der Ernteaufschlag von 10% liegt hier bei einem AOT40-Wert von 10'000 ppb*h.</p>
Bergerhoff	Messverfahren für die Bestimmung des Staubbiederschlages. Monatlich wird ein normierter Becher ins Freie gestellt und nach Ablauf der Expositionszeit im Labor analysiert. Der staubgebundene Schwermetallanteil wird quartalsweise analysiert.
Emissionen	Der Austritt der Luftverunreinigungen aus einer bestimmten Quelle wird als Emission bezeichnet.
Immissionen	Die Einwirkung auf den Menschen und seine Umwelt wird als Immission bezeichnet. Die Immission kann oft weit entfernt von der Emissionsquelle auftreten.
Perzentil	Ein statistisches Mass. Das 98-Perzentil bezeichnet jenen Wert, der nur von 2% aller Messwerte eines Zeitraums überschritten wird; das 95-Perzentil bezeichnet den Wert, der von 5% aller Messwerte überschritten wird.
PM10	Particulate Matter 10 µm sind Staubteilchen, die einen Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer haben, d.h. kleiner als ein Hundertstel Millimeter sind. Diese feinen Staubteilchen gelangen beim Einatmen bis in die Bronchien und tiefer. PM10 ist zurzeit das am besten geeignete Mass zur Erfassung des gesundheitlichen Risikos der Luftverschmutzung in der Schweiz.
ppm	parts per million: Teilchen pro Million Beispiel: 16 ppm = 16 Schadstoffmoleküle pro Million (10 ⁶) Gasmoleküle
ppb	parts per billion: Teilchen pro Milliarde
Stickoxide (NO_x)	NO _x ist die Summe aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO ₂). Stickoxide sind die Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung und tragen – durch Umwandlung in Nitrat – zur Bildung von Säuren und Schwebstaubpartikeln bei.
µg (Mikrogramm)	1 µg = 0,001 mg = 0,000001 g = 10 ⁻⁹ kg