Umweltinstitut
Vorarlberg

Luftgüte in Vorarlberg

Ozonbelastung im Sommer 2007

Bericht **UI-03/2008**

Luftgüte in Vorarlberg

Ozonbelastung im Sommer 2007

Gesamtbearbeitung:
Richard Werner

Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:
Amt der Vorarlberger Landesregierung
Römerstraße 15, 6900 Bregenz

Verleger:
Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit
des Landes Vorarlberg
Montfortstraße 4, 6900 Bregenz
Tel. 05574/511-42099

Bregenz, Mai 2008

Ozonbelastung im Jahr 2007

Kurzfassung 2007

Ein klimatisch warmes Sommerhalbjahr mit sehr viel Sonnenschein im April zeigte nur wenige markante Episoden mit Ozonspitzen. Lediglich an einem Tag gab es im Rheintal Ozonkonzentrationen über 180 µg/m³. In den mittleren Höhenlagen wurde diese Schwelle nicht überschritten. Das höchste Stundenmittel der Ozonkonzentration erreichte die Alarmstufe von 240 µg/m³ bei weitem nicht.

Ozonbelastung zwischen April und September in Vorarlberg

Die Ozonsituation im Sommer 2007 wird anhand von Spitzenwerten, Monatsmittelwerten und langfristigen Tendenzen betrachtet. An einem Tag im Rheintal, an keinem Tag im Walgau, in den mittleren Höhenlagen und im Klostertal gab es Ozonkonzentrationen über 180 µg/m³. Aus der **Tabelle 1** ist ersichtlich, dass – ausgenommen im Juli – die Spitzen stets unter 180 µg/m³ lagen. Ende April wurde eine 3-tägige Episode am 27. und 29. mit erhöhter Ozonbelastung verzeichnet, die nur 5 % unter dem Grenzwert lag. Am 16. Juli kam es im Rheintal am Ende einer viertägigen Hochdruckwetterlage zu einer kurzen Periode mit Ozonkonzentrationen größer 180 µg/m³ (**Abbildung 1**).

Tabelle 1: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonkonzentration in µg/m³ in den Sommermonaten 2007

Monat	Rheintal	Walgau	mittlere Höhenlagen	Klostertal
April	173	151	167	155
Mai	159	148	153	158
Juni	145	139	151	146
Juli	184	179	159	169
August	160	128	170	116
September	118	117	132	107

Über den Zeitraum April bis September 2007 zeigte sich bei den maximalen Stundenmittelwerten jedes Tages der Einfluss der Wettersituation. Geringe Konzentrationen stellten sich bei starker Bewölkung sowie bei windigem und regnerischem Wetter ein. Bei Hochdruckwetterlage mit langen niederschlagsfreien Zeiträumen stieg die Ozonbelastung nach zwei bis fünf Tagen an. Das Hochdruckwetter mit Überschreitung der Informationsschwelle dauerte im Juli nur eine halbe Woche.

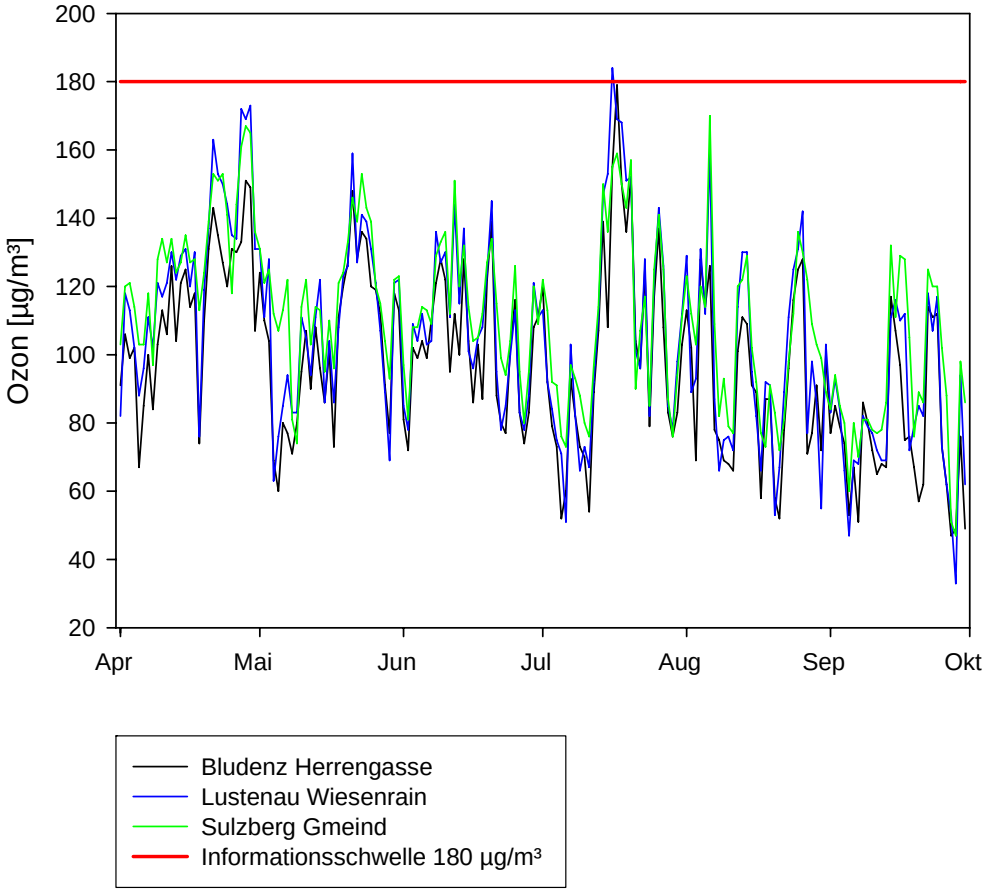

Abbildung 1: Verlauf der maximalen Stundenmittelwerte von April bis September 2007 an drei Messstellen mit den kurzen Phasen mäßig hoher Belastung Ende April, hoher Ozonbelastung zwischen 15. Juli und 22. Juli sowie der ozonarme Juni mit dem gleichartigen September.

Im Sommerhalbjahr 2007 waren für die Ozonbildung die Emissionen an Vorläuferschadstoffen wie Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen ebenso wie die Wetterverhältnisse von Bedeutung. In der unteren Atmosphäre entstand bei gleichen Emissionsraten pro Tag, bei starker Sonneneinstrahlung und sehr trockener Luft eine hohe Ozonbelastung, wie dies z.B. Mitte Juli der Fall war (siehe **Abbildung 1**).

Witterung im Sommer 2007

Ein sonnenscheinreicher Monat war der April. Dabei spielten drei Hochdruckwetterlagen eine wichtige Rolle. Die längste mit 13 Tagen Dauer herrschte vom 5. bis 17., dann folgte mit einem Tag Pause eine fünftägige Periode mit Hochdruckwetter. Vom 26. bis zum 30. April stellte sich nochmals eine Hochdruckwettersituation ein. Insgesamt wurden 23 Tage mit überdurchschnittlichem Sonnenschein ermittelt. Etwas überdurchschnittlichen Sonnenschein wurde auch im Juni registriert. In den anderen vier Monaten lag die Sonnenscheindauer nahe

dem langjährigen Mittelwert (siehe **Abbildung 2 oben links**). Während die Monate Mai, August und September Niederschlagsmengen über dem langjährigen Mittelwert aufwiesen, blieben die Niederschlagsmengen im April sehr deutlich unterhalb des Langzeitmittelwertes (**Abbildung 2 oben rechts**). Im Juni waren die Niederschläge im Bereich des Normalwertes. Zu trocken war der April mit nur 10 % der durchschnittlichen Niederschlagsmenge der Vergleichsperiode 1961 bis 1990. Auch lag die Temperatur 4,4 Grad über dem langjährigen Mittel. Überdurchschnittliche Lufttemperaturen wurden von April bis August gemessen. Im niederschlagsreichen September lag die Monatsmitteltemperatur nahe dem langjährigen Mittelwert (**Abbildung 2 unten**).

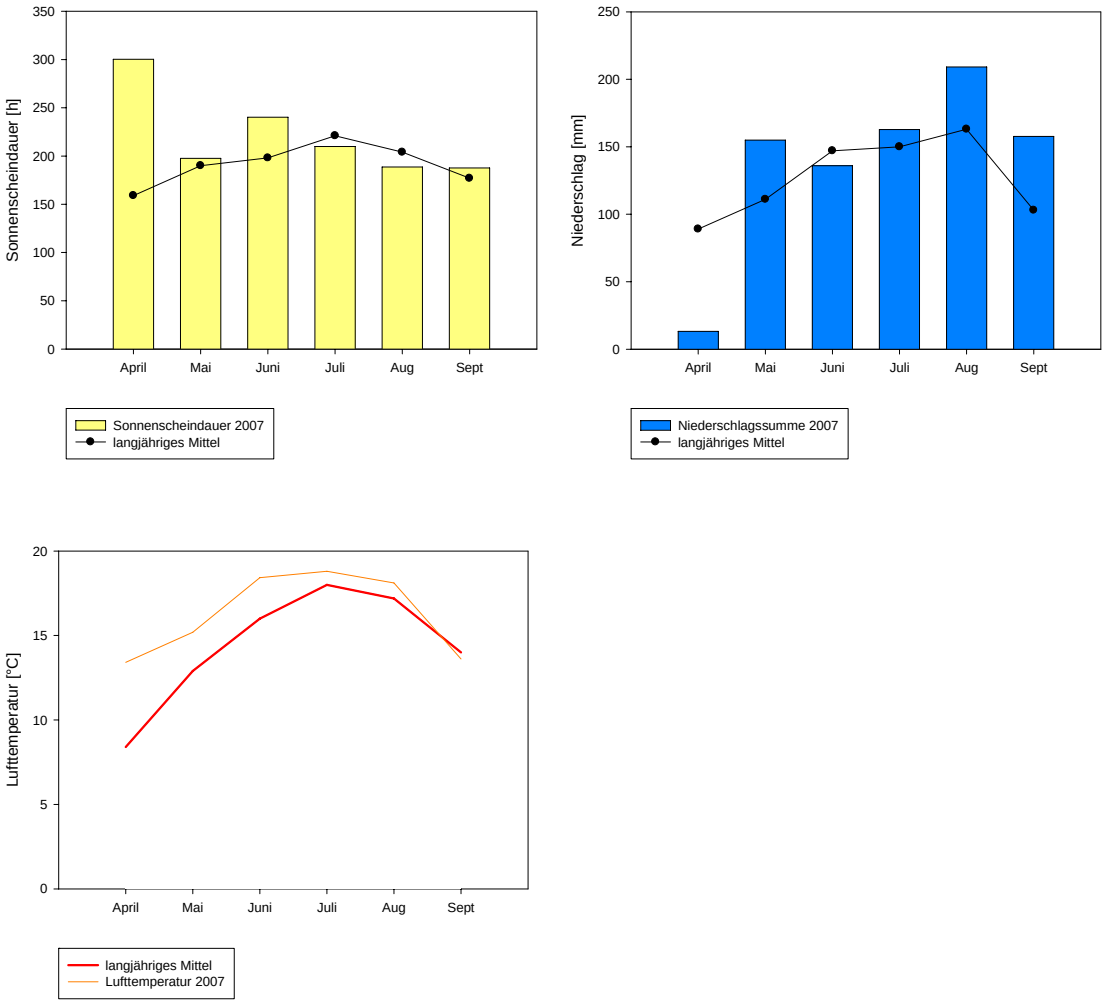

Abbildung 2: Verlauf der Monatskennzahlen – Sonnenscheindauer, Niederschlag und Lufttemperatur – im Sommer 2007 in Feldkirch.

Der sehr sonnenscheinreiche April (+120%) war mit überdurchschnittlichen Temperaturen und weit unterdurchschnittlichen Niederschlägen gekoppelt, sodass in diesem Monat sehr günstige Verhältnisse für die Ozonbildung vorlagen. Im regnerischen August konnte mit knapp unterdurchschnittlichem Sonnenschein und etwas überdurchschnittlichen Temperaturen viel weniger Ozon gebildet werden (**Abbildung 2)**.

Die jährlichen Ozonbelastungen

Im Rheintal wurden im Mai die höchsten monatlichen Ozonbelastungen gemessen. Nahezu gleich hoch war die Ozonimmission im April und danach im Juni und Juli (**Abbildung 3)**. In den Tallagen wurde im August eine Ozonkonzentration unter dem Niveau des langjährigen Durchschnitts festgestellt. In den mittleren Höhenlagen (Sulzberg) wurde im April die höchste Ozonimmission des Sommerhalbjahres registriert. Sie entspricht dem Maximum alle Aprilmonate über 18 Jahre. Markant ist hier die nachfolgende fallende Tendenz, die entgegen dem mittleren Verlauf keinen Höchstwert im Juli aufweist. In diesen Monaten gab es oft wechselhaftes Wetter. Auch im Walgau war die maximale Ozonimmissionen im April. In den drei Folgemonaten blieben die Konzentrationen auf überdurchschnittlichem Niveau.

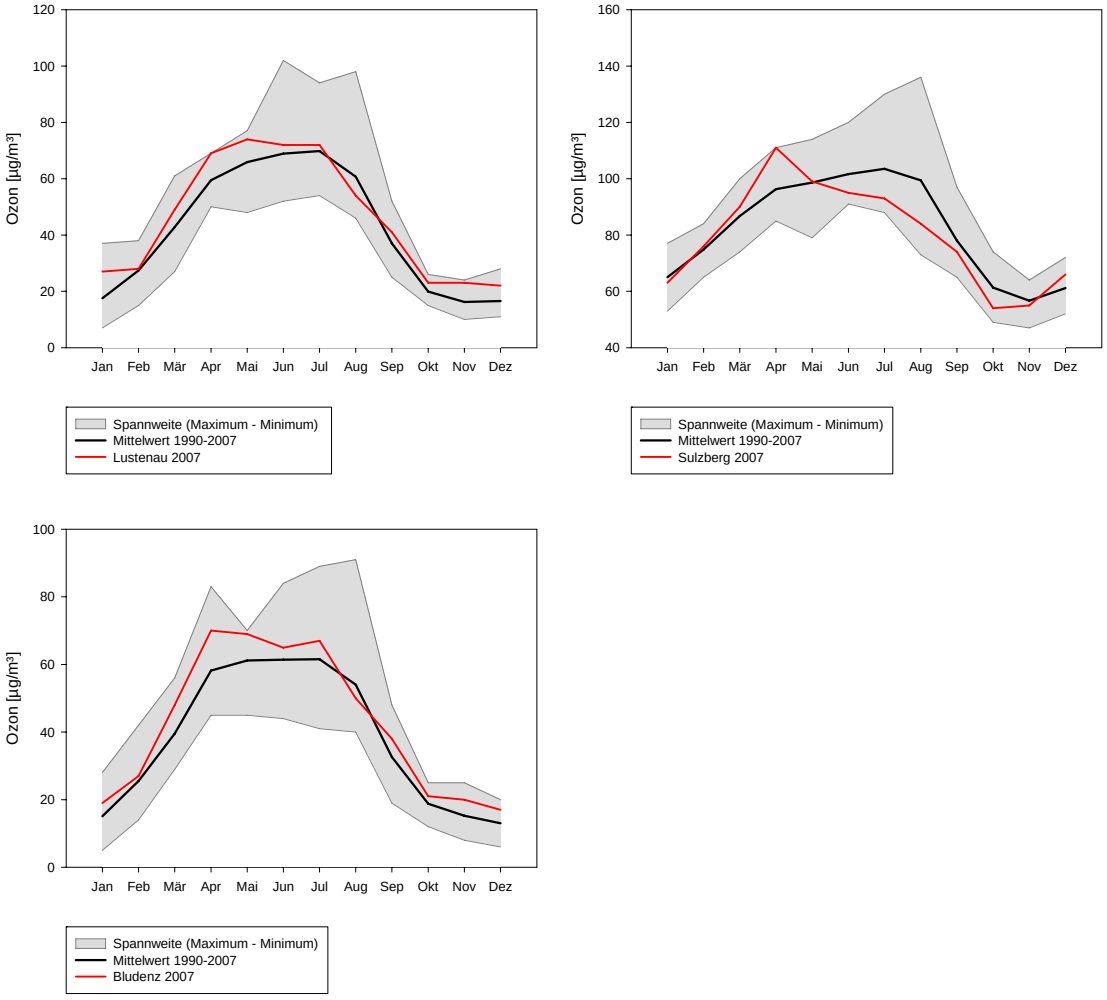

Abbildung 3: Monatsmittelwerte der Ozonbelastung an den Messstellen Lustenau Wiesenrain, Sulzberg Gmeind und Bludenz Herrengasse im Jahr 2007, Spannweite (Minimum, Maximum) und Langzeitmittelwerte für den Zeitraum 1990 bis 2007.

Der Schutz der Vegetation wird anhand des Zielwertes AOT40 - gemittelt über fünf Jahre - überwacht (siehe **Tabelle 2**). Dieser Wert summiert die Überschreitungen von 80 µg/m³ – bestimmt als Stundenmittel während der Tageszeit von 08.00 bis 20.00 Uhr – in der Vegetationszeit Mai, Juni und Juli. Der Zielwert von 18.000 µg/m³.h wurde in mittleren Höhenlagen und im Rheintal deutlich überschritten. Im Walgau liegt die Immission im Bereich des Zielwertes.

Durchschnittliche Zahl der Ozonspitzen und Trend

Der Zielwert von 120 µg/m³ (maximaler Achtstundengleitmittelwert von diskreten Einstundenmittelwerten) wurde in den Tallagen des Walgaus an 21 und des Rheintals an 32 Tagen überschritten. In den mittleren Höhenlagen wurde der Zielwert an 56 Tagen überschritten. Im Vergleich mit den Vorjahren sind die Zielwertüberschreitungen in allen drei Zonen als unterdurchschnittlich einzustufen (siehe **Tabelle 2**).

Die Informationsschwelle von 180 µg/m³ als Stundenmittel wurde an den Messstationen Lustenau Wiesenrain an einem Tag überschritten. Der höchste Stundenmittelwert von 184 µg/m³ wurde während der heißen und anhaltend schönen Hochdruckwetterlage am 16. Juli um 17:00 Uhr (MESZ) an dieser Messstelle registriert (siehe **Tabelle 3**).

Tabelle 2: Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Ozonschwellwerte in den Jahren 2006 und 2007 und Kennzahl für die Vegetationsbelastung (AOT40).
mMW8 … maximaler gleitender Achtstundenmittelwert auf Basis von Stundenmittelwerten, mMW1 … maximaler Einstundenmittelwert

	mMW8 >120 µg/m³		**mMW1 >180 µg/m³**		**mMW1 >240 µg/m³**	
	2006	**2007**	**2006**	**2007**	**2006**	**2007**
Lustenau	39	32	4	1	0	0
Sulzberg	59	56	3	0	0	0
Bludenz	28	17	0	0	0	0

AOT40 – Mai bis Juli*	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2007**	**Mittel**
Lustenau	36602	17014	18119	27946	17065	23349
Sulzberg	37861	24202	27293	35876	23233	29692
Bludenz	25023	12452	15544	22843	13614	17895

Tabelle 3: Maximale Kurzzeitmittelwerte der Ozonimmissionen (µg/m³) für die Jahre 1996 bis 2007.
mMW8 … maximaler gleitender Achtstundenmittelwert auf Basis von Stundenmittelwerten, mMW1 … maximaler Einstundenmittelwert

	Lustenau Wiesenrain	Sulzberg Gmeind	Bludenz Rathaus
	mMW 8	mMW 8	mMW 8
Sommer 1996	154	155	151
Sommer 1997	147	172	142
Sommer 1998	173	179	160
Sommer 1999	142	152	131
Sommer 2000	161	168	160
Sommer 2001	165	177	167
Sommer 2002	165	168	151
Sommer 2003	214	207	171
Sommer 2004	178	172	156
Sommer 2005	177	173	159
Sommer 2006	183	191	168
Sommer 2007	166	162	169

	Lustenau Wiesenrain	Sulzberg Gmeind	Bludenz Rathaus
	mMW 1	mMW 1	mMW 1
Sommer 1996	186	166	174
Sommer 1997	168	181	152
Sommer 1998	201	188	176
Sommer 1999	157	168	145
Sommer 2000	168	173	170
Sommer 2001	181	198	172
Sommer 2002	200	186	189
Sommer 2003	237	209	207
Sommer 2004	191	182	169
Sommer 2005	200	183	170
Sommer 2006	198	210	174
Sommer 2007	184	170	179

Die vierte Ozonmessstelle des Bundeslandes liegt in 1000 m Seehöhe im Klostertal. Dort zeigt sich beim Vergleich der Sommerhalbjahre, dass der April 2007 und der Mai 2007 etwas mehr, die Folgemonate Juni bis September etwa die gleich hohen Ozonimmissionen wie die Vorjahre aufwiesen. Die Messungen über sechs Sommer zeigen einen typischen Verlauf mit hohen Konzentrationen im April, Mai und Juni und dem Minimum im September. Innerhalb der Monate jedes Jahres ist für die Monate April, Mai und September die von Jahr zu Jahr berechnete Schwankung der Ozonimmission geringer. Die Monate Juni bis August weisen deutlich größerer Unterschiede der Ozonkonzentration auf. Für diese sind vorrangig die andauernden Hochdruckwetterlagen von Bedeutung, wenn sie im jeweiligen Monat einen größeren Anteil ausmachen und hohe Temperaturen mit sich bringen. Die höchsten mittleren Ozonkonzentrationen aller fünf Sommer (2003 bis 2007) wurden im Juni 2003 registriert. Fast gleich hoch - etwa 10% darunter - war die Ozonimmission im Aug 2003, Juli 2006 und April 2007.

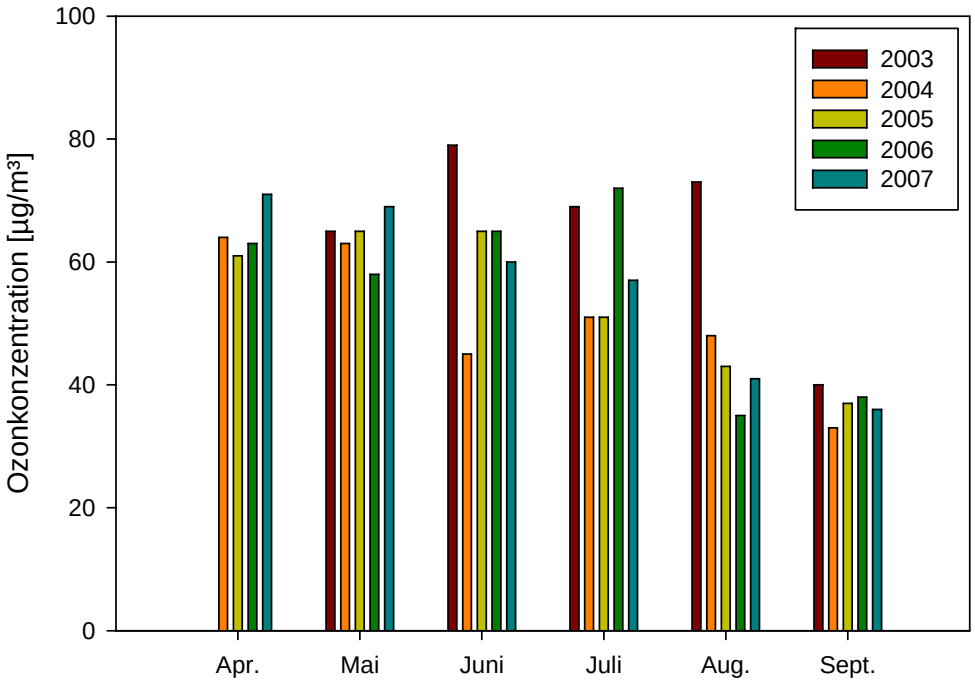

Abbildung 4: Verlauf der monatlichen Ozonbelastung seit 2003 im Klostertal (Mittelwerte der Monate April bis September über fünf Sommer hinweg)

Wie schon im Ozonbericht 2005 angeführt, ist bei der Betrachtung der mittleren sommerlichen Ozonkonzentration der vergangenen achtzehn Jahre kein eindeutiger Trend feststellbar. Es kann weder eine Abnahme noch eine Zunahme der Ozonbelastung statistisch belegt werden. Die Grundbelastung mit Vorläuferschadstoffen (Stickoxide und flüchtige Kohlenwasserstoffe) ist seit Jahren unverändert hoch. Bei der sommerlichen Witterung sind die Anzahl und die Dauer der Hochdruckwetterlage gekoppelt mit hohen Temperaturen die bestimmenden Faktoren für den Verlauf und die Höhe der Ozonbelastung. Die Sommerhalbjahre mit hohen mittleren Ozonkonzentrationen sind folglich gekennzeichnet durch überdurchschnittlich hohe Anteile an Schönwetterphasen. Deutlich zu sehen ist das am Beispiel des Jahrhundert-Sommers 2003, welcher markant im Vergleich zu den mittleren Ozonbelastungen der anderen Jahre herausragt (**Abbildung 5**).

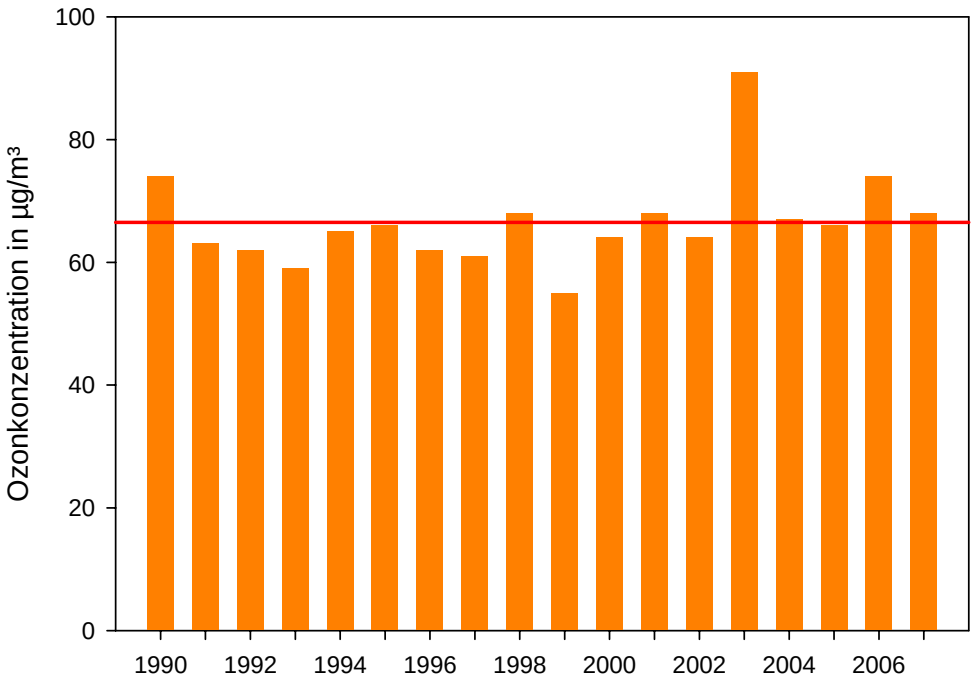

Abbildung 5: Verlauf der sommerlichen Ozonbelastung seit 1990 im Rheintal (Mittelwerte der Monate Mai bis August) und Periodenmittelwert von 1990 bis 2007 mit 67 µg/m³.

Bei der Betrachtung des 18-jährigen Zeitraumes zeigt sich, dass der Sommer 2007 im Rheintal eine durchschnittliche Ozonimmission aufwies. In mittleren Höhenlagen wurde eine unterdurchschnittliche Ozonbelastung festgestellt.

Glossar

Emission	Die von Motoren, Fabrikationsanlagen und Heizungen in die Umgebung (Luft, Abwasser, Boden) abgegebenen Verunreinigungen, wie z.B. Gase und Stäube.
Immission	Die Luftschadstoffkonzentrationen werden in die Atmosphäre mit zunehmendem Abstand von der Quelle verdünnt und wirken als Immissionen auf Menschen, Pflanzen, Tiere und Materialien (z.B. Gebäude). Für die Immissionskonzentrationen bestimmter Stoffe sind Grenzwerte festgelegt.
Kohlenwasserstoffe (VOC)	**V**olatile **O**rganic **C**ompounds – Flüchtige organische Verbindungen. Große Gruppe unterschiedlicher Kohlenwasserstoffe wie Aliphaten (u.a. Heptan, Decan), Aromaten (u.a. Benzol, Toluol), chlorierte Kohlenwasserstoffe (u.a. Trichlorethylen, Perchlorethylen), Terpene (u.a. Limonen, Pinen), Carbonyle (u.a. Butylacetat, Cyclohexanon); häufige Verwendung als Lösemittel in Farben und Lacken, Teppichböden, Möbel und andere; gesundheitliche Auswirkungen sind: Kopfschmerzen, Benommenheit, Übelkeit, Reizungen der Atemwege; zum Teil starke Geruchsbelästigungen.
mMW1	maximaler Stundenmittelwert.
mMW8	maximaler gleitender Achtstundenmittelwert auf Basis von Stundenmittelwerten.
Ozon (O_3)	Bodennahes Ozon wird durch menschliche Aktivitäten verursacht. Es ist ein aggressives Reizgas, das die menschliche Gesundheit beeinträchtigt (Sommersmog).
Stickoxide (NOx)	Summenbezeichnung für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (oxidierte Stickstoffverbindungen); gelangt durch Auswaschung aus der Atmosphäre in Böden und Gewässer, was zur Überdüngung von Ökosystemen führen kann. Wichtige Vorläufersubstanz für die Bildung von sauren Niederschlägen, lungengängigem Staub und zusammen mit den flüchtigen Kohlenwasserstoffen (VOC) von Photooxidantien (Ozon, Sommersmog).
Stickstoffdioxid (NO_2)	bräunliches, giftiges Gas; entsteht größtenteils durch Oxidation von NO; führt zu Erkrankungen der Atemwege und Störung der Lungenfunktionen, begünstigt chronische Bronchitis.
Stickstoffmonoxid (NO)	farbloses Gas; entsteht vor allem bei hohen Verbrennungstemperaturen (Motoren, Feuerungen).