Umweltinstitut
Vorarlberg

Luftgüte in Vorarlberg

Ozonbelastung im Sommer 2009

Bericht **UI-03/2010**

Luftgüte in Vorarlberg

Ozonbelastung im Sommer 2009

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, im April 2010

Ozonbelastung im Jahr 2009

Kurzfassung 2009

Die im Sommer 2009 gemessenen Ozonwerte lagen durchwegs unterhalb der Informationsschwelle von 180 µg/m³. Das war seit Beginn der systematischen Ozonüberwachung vor rund 20 Jahren nur in den sehr regenreichen Jahren 1999 und 2000 sowie im Vorjahr der Fall. Erst bei Überschreiten der Informationsschwelle liegt eine kritische Ozonbelastung vor, bei der spezielle Informationen und Verhaltensempfehlungen zum Schutz besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen verlautbart werden. Der höchste Stundenmittelwert wurde heuer am 20. August mit 169 µg/m³ registriert, ansonsten lagen die Ozonwerte meist deutlich unter der Marke von 150 µg/m³.

Ozonbelastung zwischen April und September in Vorarlberg

Die Ozonsituation im Sommer 2009 wird anhand von Spitzenwerten, Monatsmittelwerten und langfristigen Tendenzen betrachtet. An keinem Tag im Rheintal, im Walgau, in den mittleren Höhenlagen und im Klostertal gab es Ozonkonzentrationen über 180 µg/m³. Aus **Tabelle 1** ist zu entnehmen, dass die Spitzen stets unter 180 µg/m³ (Informationsschwelle) lagen. Im Sommer 2009 gab es eine 12-tägige Hochdruckwetterlage vom 4. bis zum 15. April, die das Ozon auf 148 µg/m³ in den mittleren Höhenlagen ansteigen ließ. Weiters findet man eine kurzfristige Periode vom 2. bis zum 4. Juli, in welcher im Rheintal ein Maximum von 155 µg/m³ erreicht wurde. Ein rascher Ozonanstieg innerhalb von 5 Tagen wurde im August beobachtet, der zu den Höchstwerten am 20. August mit 168 µg/m³ im Rheintal und 169 µg/m³ in den mittleren Höhenlagen führte. Im Walgau stieg die Ozonimmission an diesem Tag auf 157 µg/m³.

Tabelle 1: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonkonzentration in µg/m³ in den Sommermonaten 2009

Monat	Rheintal	Walgau	mittlere Höhenlagen	Klostertal
April	133	139	148	154
Mai	136	139	136	130
Juni	141	133	142	120
Juli	155	131	141	114
August	168	157	169	130
September	119	108	127	99

Es gab keine längeren Hitzeperioden, die frei von Wolken waren, und damit ist der Sommer 2009, was Ozon betrifft, harmlos verlaufen. Für hohe Ozonwerte braucht es über mehrere Tage einen durchgehend blauen Himmel ohne Wolken möglichst über ganz Mitteleuropa. Diese Bedingungen hat es 2009 einfach nicht gegeben. Ozon bildet sich, wenn Vorläuferschadstoffe – zum Beispiel NO_2 – von der Sonnenstrahlung aufgebrochen und dann weiter in Ozon (O_3) umgewandelt werden. Für diese chemische Reaktion braucht es Zeit und vor allem eine ungestörte Sonneneinstrahlung.

Das ganze Sommerhalbjahr verlief deutlich wärmer als im langjährigen Schnitt. Vor allem aber war es im Juni und Juli zu feucht. In diesen beiden Monaten wären aber mit dem höchsten Sonnenstand und somit auch mit der potentiell höchsten Sonneneinstrahlung die günstigsten Voraussetzungen für hohe Belastungen vorhanden. Dennoch erfüllte die Sonnenscheindauer in den beiden Monaten zumindest annähernd den Erwartungswert. In den anderen Monaten war die Sonnenscheindauer durchwegs überdurchschnittlich. Der August verlief schließlich ausgesprochen sonnig und warm. Dabei kam es am 20. des Monats zum Maximum der Ozonbelastung von 2009.

Der Verlauf der höchsten Stundenmittelwerte (**Abbildung 1**) weist im Sommer 2009 starke Schwankungen auf. Das wechselhafte Wetter führte nur gelegentlich zu Trockenperioden, die nur sehr selten mit Hitzephasen gekoppelt waren. Daher gab es fast keine Möglichkeit einer mittelfristigen und großräumigen Ozonentwicklung

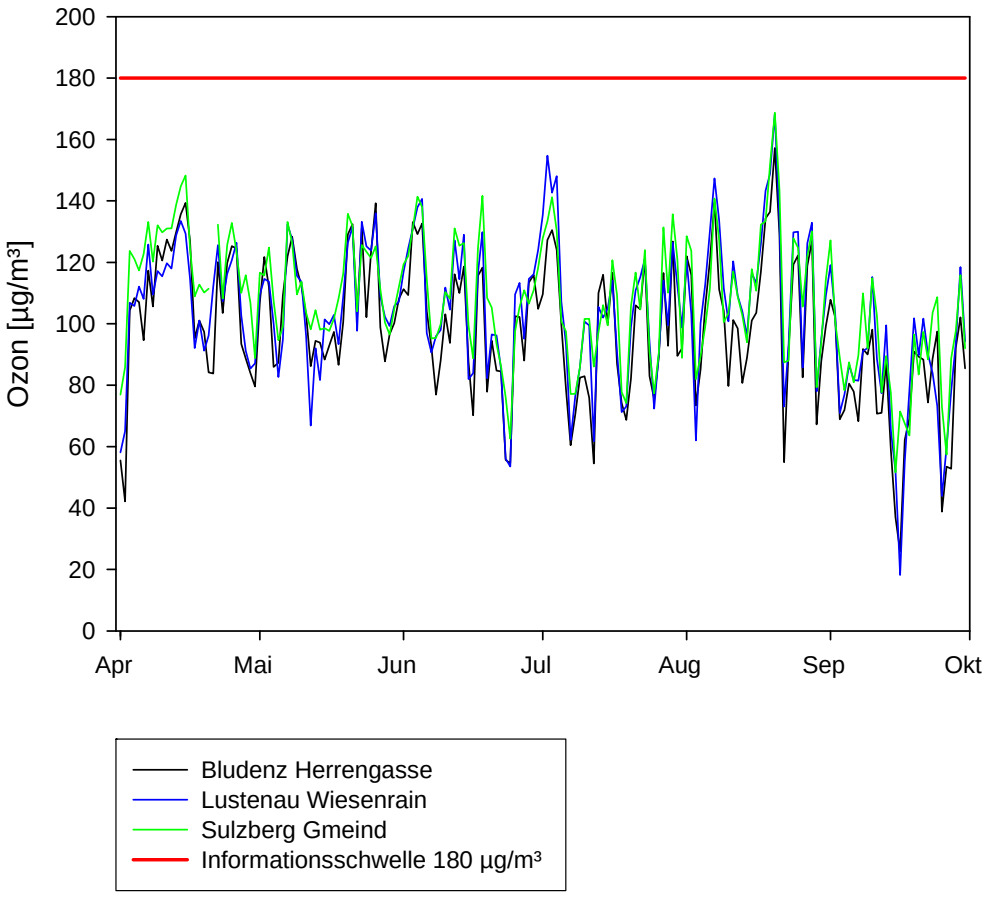

Abbildung 1: Verlauf der maximalen Stundenmittelwerte von April bis September 2009 an drei Messstellen mit kurzen Phasen mäßig hoher Belastung.

Für die Ozonbildung waren im Sommerhalbjahr 2009 die Emissionen an Vorläuferschadstoffen wie Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen ebenso wie die Wetterverhält-

nisse von Bedeutung. Vermutlich gab es wegen der Wirtschaftskrise auch weniger NO_x-Emissionen als in den Vorjahren, da das Transportwesen ein geringeres Verkehrsaufkommen zeigte.

Witterung im Sommer 2009

Auf den April mit sehr überdurchschnittlichen Temperaturen und weit unterdurchschnittlichen Niederschlagssummen folgte ein sonniger Mai mit einzelnen heißen Tagen. Der Mai war mit 106% des Normalwertes beim Niederschlag durchschnittlich (**Abbildung 2 oben rechts**).

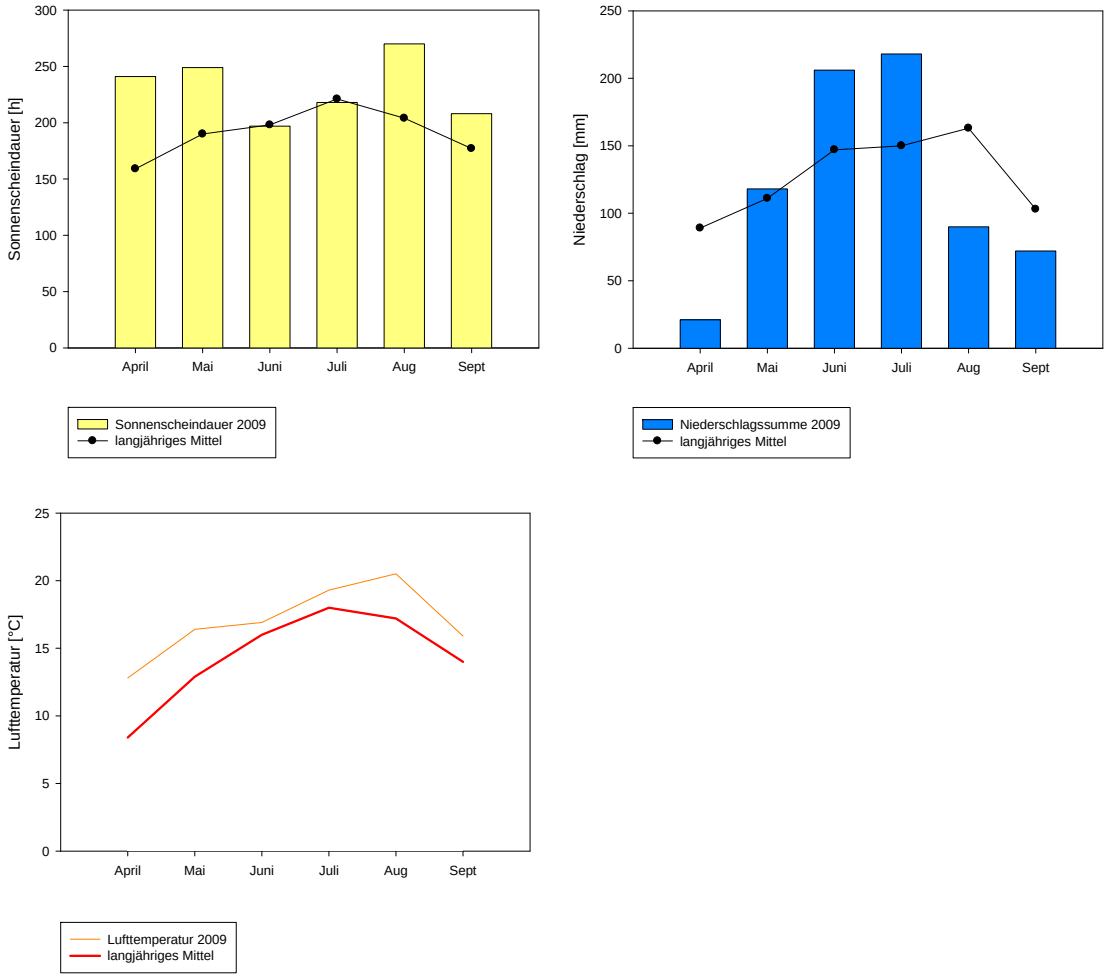

Abbildung 2: Verlauf der Monatskennzahlen (Sonnenscheindauer, Niederschlag und Lufttemperatur) im Sommer 2009 in Feldkirch.

Von Juni bis Juli lagen die Monatsmittel der Temperaturen zwar über den Normalwerten, aber mehrtägige Hitzewellen oder längere stabile Schönwetterperioden fehlten. Warm, zeitweise gewittrig aber mit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen verlief der Juni 2009. Sehr nass war auch der Juli. Die 218 Stunden Sonne in diesem Monat führten trotzdem zu

Temperaturen, die über dem langjährigen Mittelwert lagen. Die anderen beiden Klimafaktoren erreichten im Juli den langjährigen Durchschnittswert. Der August brachte zwar auch keine ausgeprägten Hitzewellen, aber auch keine lang anhaltenden Kaltlufteinbrüche. Der August hatte mehr Sonnenstunden als der Juli (**Abbildung 2 oben links**) und deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Die kühlere Witterung im September (**Abbildung 2 unten**) – begleitet von unterdurchschnittlichem Regen und überdurchschnittlicher Sonnenscheindauer – beendete das Sommerhalbjahr.

Die jährlichen Ozonbelastungen

Günstige Verhältnisse für die Ozonbildung lagen ausnahmsweise im April (**Abbildung 2)** vor. Dies zeigt sich an den Monatsmittelwerten der Talzonen und etwas weniger ausgeprägt in den mittleren Höhenlagen (Sulzberg).

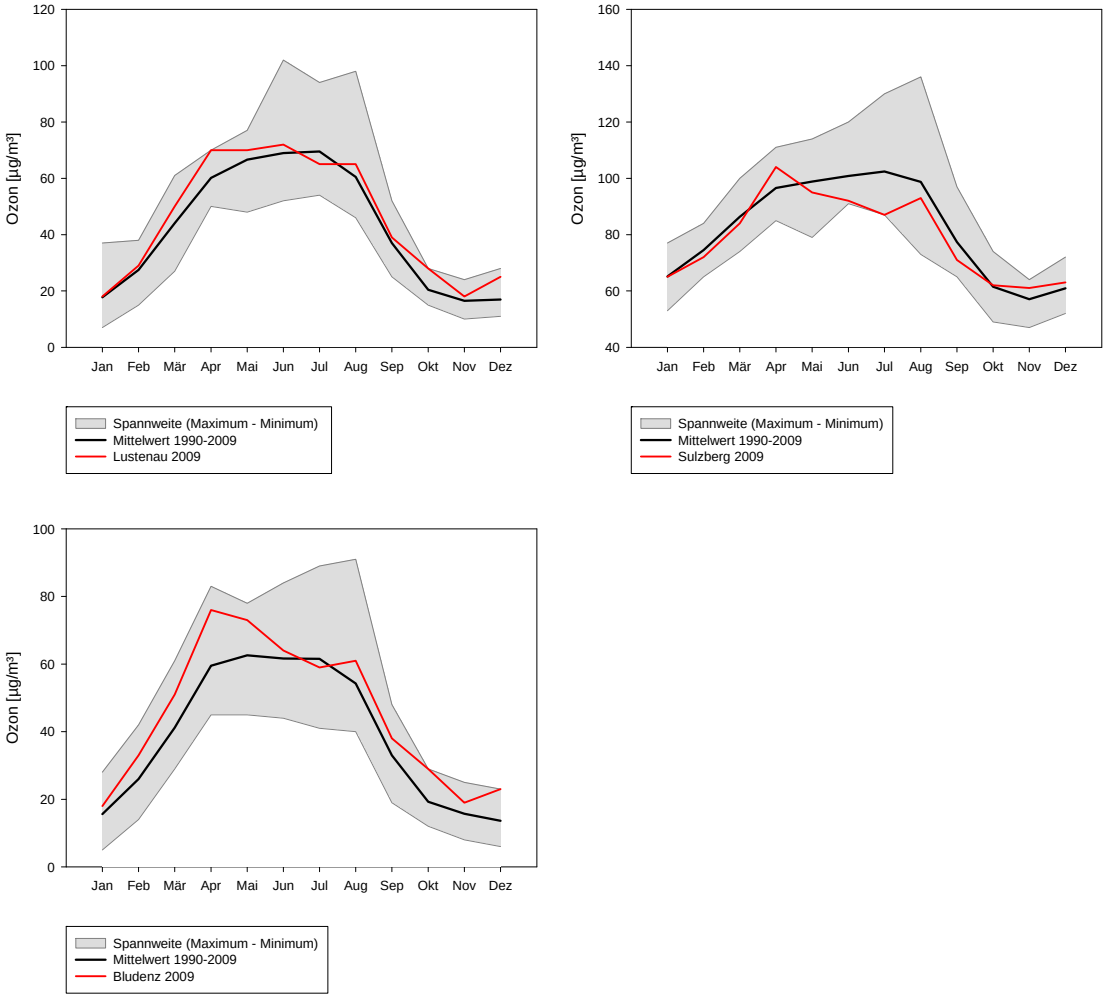

Abbildung 3: Monatsmittelwerte der Ozonbelastung an den Messstellen Lustenau Wiesenrain, Sulzberg Gmeind und Bludenz Herrengasse im Jahr 2009, Spannweite (Minimum, Maximum) und Langzeitmittelwerte für den Zeitraum 1990 bis 2009.

In den Talzonen des Rheintals wurde der höchste Monatsmittelwert der Ozonkonzentration seit 20 Jahren bestimmt. Im Walgau gibt es im Mai ebenfalls sehr hohe Mittelwerte (**Abbildung 3)**, die an jene des Jahres 2008 heranreichen. In den Monaten Juli bis September konnten im Rheintal und im Walgau die Konzentrationen des Monats April nicht mehr erreicht werden. In den mittleren Höhenlagen wurden im Juni sehr geringe Monatsmittel registriert. Im Juli lag in dieser Höhenzone der Tiefstwert aus 20 Jahren Messungen für Ozon vor.

Der Schutz der Vegetation wird anhand des Zielwertes AOT40 - gemittelt über fünf Jahre - überwacht (**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 lag die Immission unter dem 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 16 und des Rheintals an 19 Tagen überschritten. In den mittleren Höhenlagen wurde der Zielwert an 41 Tagen überschritten. Im Vergleich mit den Vorjahren sind die Zielwertüberschreitungen in allen drei Zonen als unterdurchschnittlich einzustufen (**Tabelle 2**). Im Rheintal wurden deutlich weniger Tage mit Zielwertüberschreitungen als in den Sommern 2006, 2007 und 2008 ermittelt.

Tabelle 2: Anzahl der Tage mit Überschreitungen der Ozonschwellwerte in den Jahren 2008 und 2009 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**	
	2008	**2009**	**2008**	**2009**	**2008**	**2009**
Lustenau	23	19	0	0	0	0
Sulzberg	59	41	0	0	0	0
Bludenz	18	16	0	0	0	0

AOT40 – Mai bis Juli*	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**Mittel**
Lustenau	18132	27948	16959	19747	14270	19411
Sulzberg	27294	35869	23088	29592	17298	26628
Bludenz	15534	22839	13521	16475	11325	15939

Die Informationsschwelle von 180 µg/m³ als Stundenmittel wurde an keiner der vier Messstationen überschritten. Der höchste Stundenmittelwert von 169 µg/m³ wurde während der heißen und schönen Hochdruckwetterlage am 20. August um 22:00 Uhr (MESZ) am Sulzberg registriert (**Tabelle 3**).

Tabelle 3: Maximale Kurzzeitmittelwerte der Ozonimmissionen (µg/m³) für die Jahre 1997 bis 2009.
mMW8 … maximaler gleitender Achtstundenmittelwert auf Basis von Stundenmittelwerten, mMW1 … maximaler Einstundenmittelwert

	Lustenau Wiesenrain	**Sulzberg Gmeind**	**Bludenz Rathaus**
	mMW 8	**mMW 8**	**mMW 8**
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
Sommer 2008	147	155	143
Sommer 2009	147	148	135

	Lustenau Wiesenrain	**Sulzberg Gmeind**	**Bludenz Rathaus**
	mMW 1	**mMW 1**	**mMW 1**
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
Sommer 2008	160	164	152
Sommer 2009	168	169	157

Die vierte Ozonmessstelle des Bundeslandes liegt in 1000 m Seehöhe im Klostertal. Im April wurde der höchste Monatsmittelwert seit 2003 gemessen. Eine durchschnittliche Ozonbelastung war im Mai zu beobachten. Im Juni und Juli war sie unterdurchschnittlich. Im Niveau des langjährigen Mittelwertes lag die Ozonimmission wiederum im August. Im September 2009 wurde ein knapp unterdurchschnittlicher Monatsmittelwert ermittelt (**Abbildung 4)**.

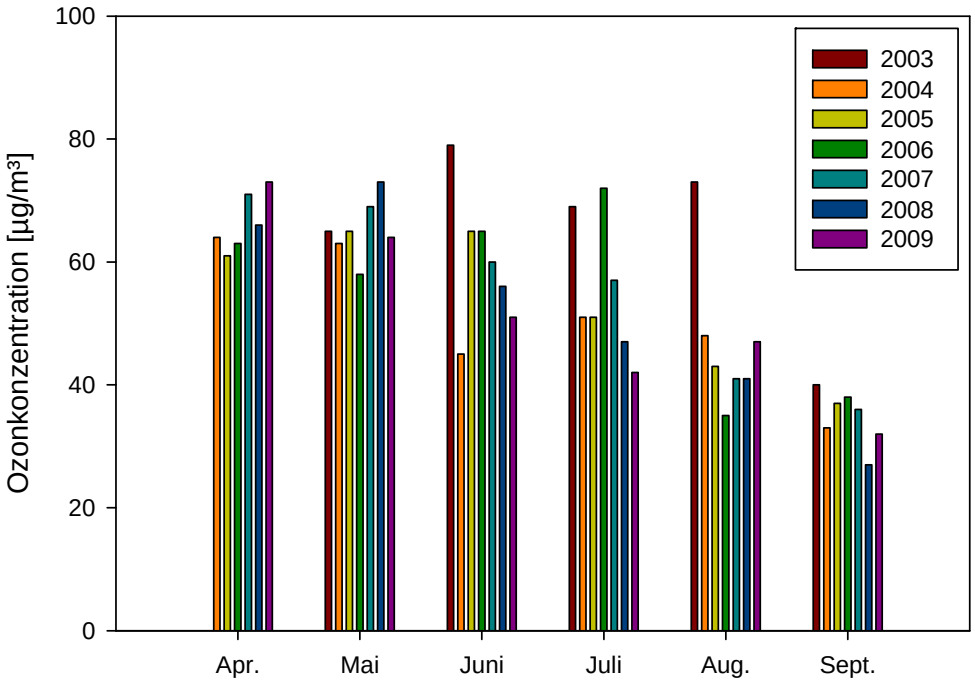

Abbildung 4: Verlauf der monatlichen Ozonbelastung seit 2003 im Klostertal (Mittelwerte der Monate April bis September über sieben Sommer hinweg)

Wie schon im Ozonbericht 2008 angeführt, ist bei der Betrachtung der mittleren sommerlichen Ozonkonzentration der vergangenen zwanzig 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**).

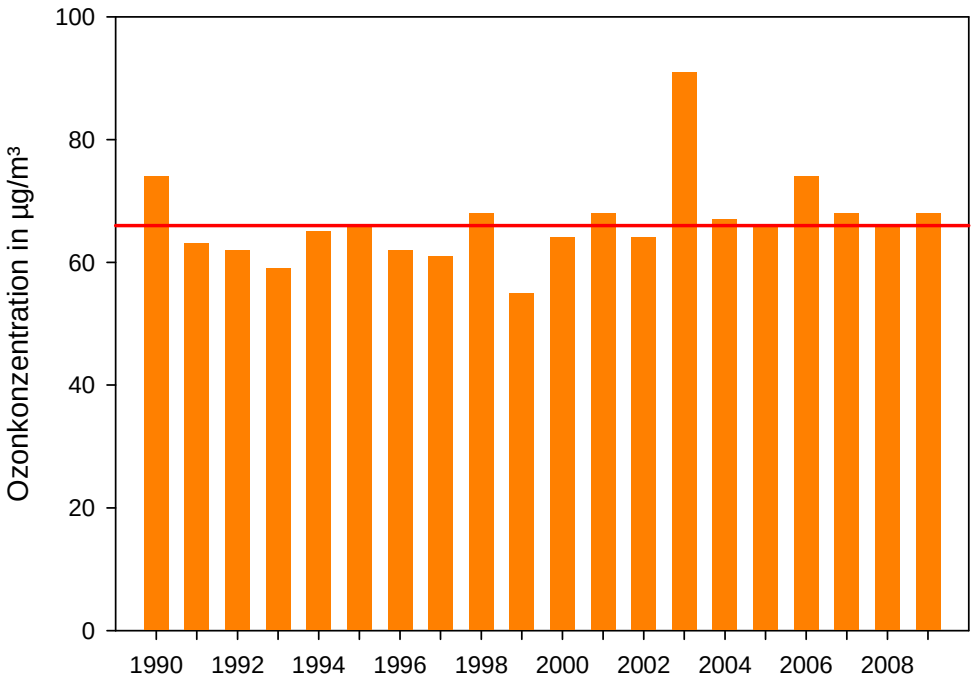

Abbildung 5: Verlauf der sommerlichen Ozonbelastung seit 1990 im Rheintal (Mittelwerte der Monate Mai bis August) und Periodenmittelwert von 1990 bis 2009 mit 67 µgOzon/m³.

Bei der Betrachtung des 20-jährigen Zeitraumes zeigt sich, dass der Sommer 2009 im Rheintal eine durchschnittliche Ozonimmission aufwies. In den 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).