

Untersuchung der Ozonhöhenverteilung im Nationalpark Hohe Tauern im Jahr 1990

Bostjan Gomiscek und Hans Puxbaum

1 Zusammenfassung

Im Februar, Mai und Juli 1990 wurden unter Zuhilfenahme der mit allen erforderlichen Geräten ausgestatteten Materialseilbahn von Kolm Saigurn (1.628 m) auf den Sonnblick (3.105 m) in drei Meßkampagnen über 100 Vertikalverteilungen der Ozonkonzentrationswerte registriert. Die Untersuchungen wurden generell unter solchen meteorologischen Bedingungen, bei denen Ozonbildung an Grenzschichten zu erwarten war, durchgeführt (antizyklonische Hochdruckverhältnisse mit trockenem und sonnigem Wetter).

Im Februar wurden keine nennenswerten zeitlichen Änderungen der O₃-Konzentration (um 47 ppb) im Höhenbereich oberhalb 2.500 m festgestellt. Eine leichte Abnahme der O₃-Konzentration mit der Höhe (0,4 ppb/100 m) wurde während zweier Meßfahrten unterhalb 2.500 m Höhe beobachtet. In der bodennahen Schicht wurde keine signifikante Ozonabnahme gemessen, was darauf hinweist, daß trockener Deposition bei geschlossener Schneedecke keine Bedeutung zukommt.

Im Mai zeigten die Vertikalverteilungen unregelmäßige zeitliche Schwankungen der O₃-Konzentration zwischen 53 und 60 ppb, wobei die Gradienten über den Höhenbereich ab 50 m über Grund bis zur Sonnblickspitze keine unterscheidbaren Konzentrationen aufwiesen. Lediglich in der bodennahen Inversionsschicht war eine geringfügige Abnahme erkennbar.

Die im Juli gewonnenen Profile ergaben kleine vertikale und zeitabhängige Konzentrationsunterschiede während einzelner, zwischen 8.00 und 16.00 Uhr durchgeführter Meßfahrten, wenn eine gute Durchmischung der Luftmassen zwischen 1.700 und 3.100 msm gegeben schien. Während der Abendstunden (nach 17.00 Uhr) wurde ein Anstieg der Ozon-Konzentration über den gesamten Höhenbereich beobachtet. Diese Zunahme erfolgte nach einer Änderung der Windrichtung und dem Absinken der Luftmassen (tagsüber Aufstieg).

Da die Erhöhung der Ozonkonzentrationswerte an einzelnen Meßtagen generell nach einem Wechsel der Strömungsverhältnisse des lokalen Talwindsystems während der Tagesstunden, für die eine lokale Ozonbildung mangels Sonneneinstrahlung ausgeschlossen werden kann, auftrat, schlußfolgern wird, daß Transportprozesse (advective und vertikale Ströme) die Hauptursache für den Ozonanstieg während der Abendstunden darstellen.

2 Summary

Examination of the vertical ozone distribution in the Hohe Tauern National Park in 1990

A set of over 100 vertical profiles of ozone was recorded in February, May and July 1990 along the cable car from Kolm-Saigurn (1.600 m) to the Sonnblick (3.106 m). The runs were generally performed during meteorological conditions, when boundary layer ozone generation was expected (anticyclonic high pressure situations with dry and sunny weather).

In February no considerable temporal changes of the O₃ concentration (about 47 ppb) in the elevation range above 2.500 m was observed. A slight decrease of O₃ concentration with the elevation (0.4 ppb/100 m) was noticed below 2.500 m during two runs. No significant decrease of ozone was measured in the layer close to the ground, indicating, that dry deposition was negligible due to persistent snow cover.

In May the vertical profiles exhibit irregular temporal fluctuations of O₃ concentration between 53 and 60 ppb with no discernible concentrational gradients in the course of the profile, except in the inversion layer just above the ground.

The profiles performed in July showed small vertical and time dependent concentration differences during single runs performed between 8 a.m. and 4 p.m., when the air masses between 1.700 and 3.100 m elevation appear to be well mixed. During the evening hours (generally after 5 p.m.) an increase of the ozone concentration was observed along the entire elevational range investigated. This increase appeared after the directional change of the wind (from valley to a down-slope wind).

Since the higher O₃ concentrations found in the evening hours in the investigated area are mainly caused by large-scale transport processes, local measures cannot be employed to effectively reduce the O₃ levels in the Rauris and Hüttwinkl valleys.

3 Keywords

Hohe Tauern National Park, Rauris, Hüttwinkltal, Ozone, ozone profiles, diurnal variation, valley wind system.

4 Einleitung

"Bodennahes" Ozon muß für Hintergrundgebiete in Österreich als Luftschadstoff Nr. 1 bezeichnet werden. Denn von Ozon werden von allen in Betracht kommenden gasförmigen Luftschadstoffen die Immissionsgrenzwerte sowohl zum Schutz der Vegetation als auch zum Schutz des Menschen (ÖAW 1989, SMIDT et al. 1991) am häufigsten und schwerwiegend überschritten. Auch wenn derzeit kein gesicherter Zusammenhang zwischen den Symptomen des europaweit beobachteten Waldsterbens und einer direkten Einwirkung von Ozon bewiesen ist (SMIDT et al. 1991, GUDERIAN 1985), sind zahlreiche Forschungsgruppen der Meinung, daß Ozon eine schwerwiegende Streßkomponente für das Waldökosystem darstellt (SKÄRBY & SELLDEN 1984, REICH 1987). Besonders gravierend erscheint in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß neben der Zunahme der bodennahen Ozonkonzentration in Europa mit einer Verdoppelung des Jahresmittelwertes seit 1950 (VOLZ & KLEY 1988, PENKETT 1988, CRUTZEN 1988) der Anstieg der Ozonkonzentration im Höhenbereich des Schutzwaldes in den Alpen (1.000 - 2.000 m) noch ausgeprägter ist und etwa den Faktor 3 beträgt (PUXBAUM et al. 1991). Es gibt zwei Hauptursachen für die erhöhten Ozonkonzentrationen in den Alpentälern, nämlich den lokalen Verkehr, der die Ozonvorläufersubstanzen emittiert, und den Herantransport von Vorläufersubstanzen bzw. von Ozon aus benachbarten Regionen. Der Gegenstand des Projektes ist die Untersuchung des Einflusses dieser zwei Faktoren auf die vertikale Verteilung von Ozon im emittentenfernen Bereich des Hohen Sonnblicks im Nationalpark Hohe Tauern zwischen 1.600 und 3.100 m. Diese Untersuchungen sollen einen Einblick in die Prozesse, die den Auf- und Abbau, die Mischung und den Transport von Ozon bewirken, geben und werden auch bei Überlegungen über entsprechende Reduktions- und Schutzmaßnahmen im Alpenraum behilflich sein.

5 Methode

Das Untersuchungsgebiet umfaßt das N-S-verlaufende Hüttwinkl- und Rauristal mit den Meßorten Rauris (920 m), Kolm Saigurn (1.600 m) und Sonnblick (3.105 m) und liegt teilweise in der Außen-, teilweise in der Kernzone des Nationalparks. Das Gebiet ist fast frei von lokalen Emittenten. Die Entfernung zum verkehrsbelasteten Salzachtal beträgt 10 bis 30 km.

Die Ozonprofile unter Verwendung der Materialseilbahn, die mit allen für die Messung benötigten Geräten ausgestattet wurde, zwischen der Talstation (1.620 m) und dem Observatorium auf dem Hohen Sonnblick (3.105 m) gemessen. Die 3.200 m lange Fahrt über 1.500 m Höhendifferenz dauert etwa 20 Minuten. Daraus ergibt sich eine mittlere Vertikalgeschwindigkeit von 75 m/min. Das ermöglicht eine sehr gute Höhenauflösung der Profile mit einem aktuellen Ozonwert für alle 6 m.

Mit den elektronischen Sensoren wurden auch die Luft- und Taupunkttemperatur zur Bestimmung der Profile der relativen Feuchte und der Temperatur erfaßt. Zur Erfassung der Höhe wurde ein empfindlicher elektronischer Luftdrucksensor verwendet. Das Ozonmeßgerät, die meteorologischen Sensoren und der Höhenmesser wurden mittels einer Batterie und einem Wechselrichter mit 220 V versorgt. Alle Daten wurden simultan mit einem Datalogger aufgenommen und in digitaler Form gespeichert. Die Daten wurden auf einen PC Portable überspielt und weiter verarbeitet. Gleichzeitig wurde eine kontinuierliche Ozonmessung in Kolm Saigurn durchgeführt.

Am Sonnblick wurden alle meteorologischen Daten mit den automatischen Sensoren, die zu einer "Synopwetterstation" gehören, erfaßt. In Rauris wurde ein Windgeber (nach WÖLFLE) neben der genormten Wetterhütte und in Kolm Saigurn sowohl die Wetterhütte als auch der Windgeber aufgebaut.

6 Ergebnisse

In Berggegenden beobachtet man bei Schönwetterlagen mit schwachem Wind (jene Wetterlagen, welche zu photochemischen Episoden führen können) einen periodischen Wechsel der Windverhältnisse, bedingt durch unterschiedliche Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche im Berg- und Flachland. Tagsüber weht der Wind vom Flachland talaufwärts und die Berghänge aufwärts. Dieser Wind heißt Talwind. Nachts strömt die Luft in die umgekehrte Richtung, es weht der Bergwind. Die Luftmassenaustauschverhältnisse werden aber auch durch die Erwärmung und Abkühlung der Luft in der Schicht, die den Berghängen am nächsten gelegen ist, beeinflusst. Durch diese Vorgänge entstehen die Hangauf- und Hangabwinde. Die primäre Zirkulation spielt sich zwischen dem Flach- und dem Bergland ab, während die Zirkulation zwischen dem Tal und den umliegenden Berghängen von sekundärer Natur ist (LILJEQUIST 1974).

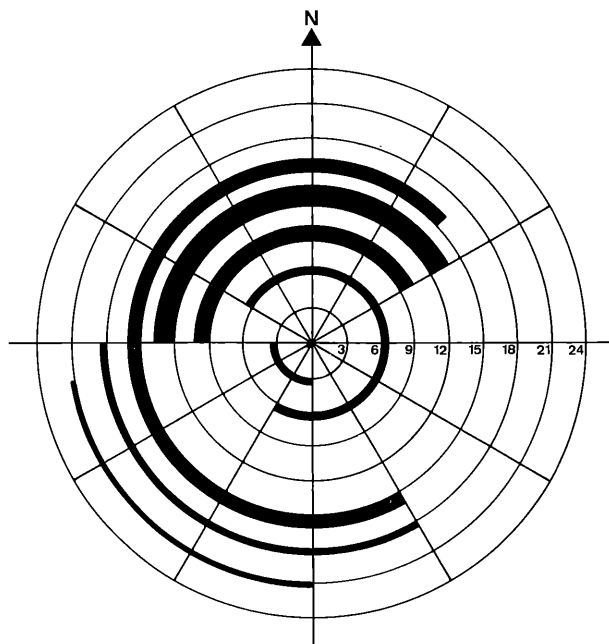


Abb. 1: Windverhältnisse in Kolm Saigurn am 22.7.1990

Fig. 1: Wind conditions in Kolm Saigurn on the 22nd of July 1990

Abb. 1 zeigt ein Beispiel für die oben erwähnten Windverhältnisse in Kolm Saigurn: Während der Nacht kam der Hangabwind aus dem Süden bis Westen über die teilweise mit Eis bedeckten Hänge. Von 6 bis 8 Uhr, nach dem Sonnenaufgang, drehte der Wind über den kühleren Osthang in die Richtung des aus Norden aufkommenden Talwindes. Am Nachmittag setzte sich immer stärker die Westkomponente durch, da die Osthänge länger bestrahlt wurden und am Abend überwog wieder der Hangabwind aus Südwesten. Ein Tageszyklus des Talwindsystems wurde beendet.

Durch dieses Talwindsystem werden auch die Tagesgänge der Ozonkonzentration im Tal und die Ozonprofile stark beeinflusst (BRODER & GYGAX 1985, GOMISCEK & PUXBAUM 1990).

Im Jahr 1990 wurden 3 Meßkampagnen durchgeführt und zwar im Februar, im Mai und im Juli.

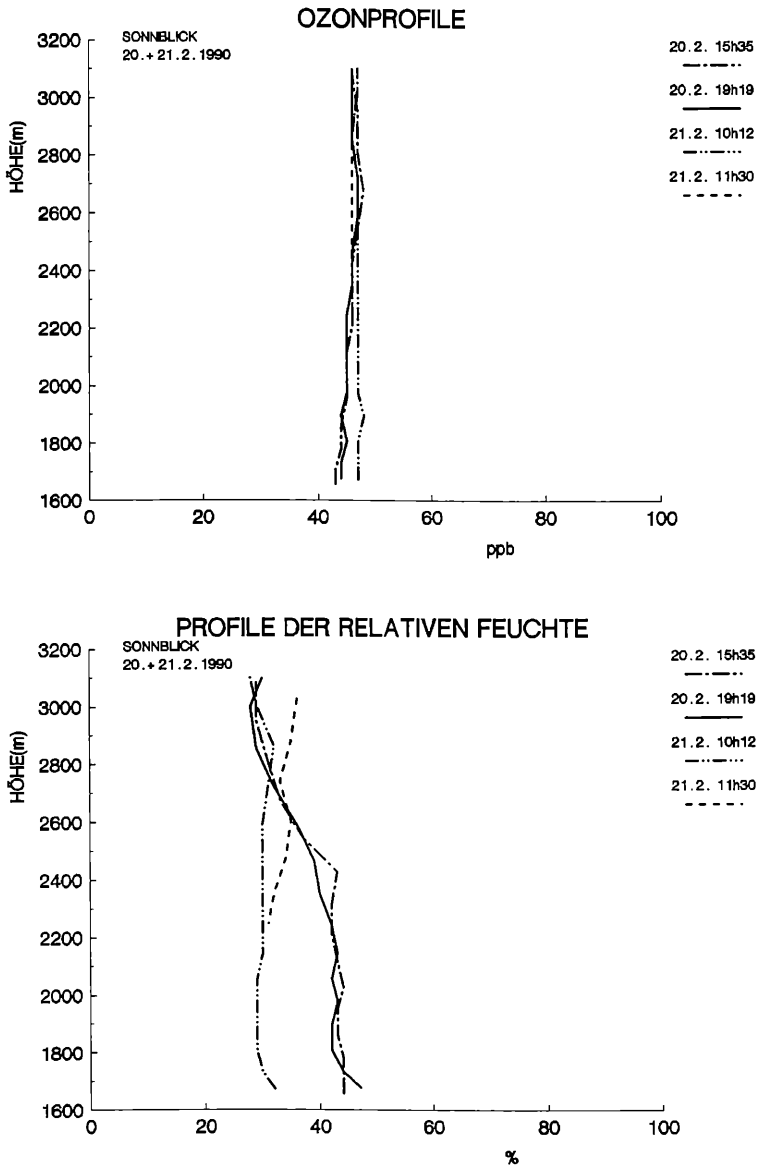


Abb. 2:
Ozonprofile und Profile der relativen Feuchte am 20. und 21.2.1990

Fig. 2:
Ozone profile and profile of relative humidity on the 20th and 21st of Feb. 1990

Die Profile der relativen Feuchte am 20.2. um 15 und 19 Uhr wiesen eine Inversion in ungefähr 2.500 m Höhe auf (Abb. 2). Diese Inversion bedeutete eine Sperrschicht zwischen den Luftmassen im Tal und den Luftmassen der freien Troposphäre. So ist unterhalb der Inversion ein leichter positiver Gradient der Ozonkonzentration mit der Höhe zu sehen. Bei dem Profil von 19 Uhr bildete sich nach dem Sonnenuntergang zusätzlich noch eine bodennahe Inversion und man konnte eine Verringerung der Ozonkonzentration, bedingt durch trockene Deposition, beobachten. Da die Hänge mit Schnee

bedeckt waren, wurde durch trockene Deposition nur ein schwacher Abbau des Ozons verursacht. Aus den Profilen der relativen Feuchte am 21.2. ist am Morgen eine bodennahe Inversion zu erkennen, die aber keinen Einfluß auf die Ozonkonzentration in Bodennähe hatte. Die Ozonkonzentration lag im ganzen Höhenbereich gleichmäßig verteilt vor.

Vom 20. bis 21.2. hat sich die Ozonkonzentration nicht verändert. Sie blieb bei etwa 47 ppb (Volumsmischungsverhältnis, 1:10⁹), etwas höher als es der Ozonbackgroundkonzentration über den Alpen für diese Jahreszeit entsprechen würde (REITER 1990; PUXBAUM et al. 1991).

In der zweiten Meßperiode wurde die erste Messung am 3.5. um 13 Uhr durchgeführt. Die Ozonkonzentration lag bei 55 ppb und war über den ganzen Meßbereich gleich verteilt.

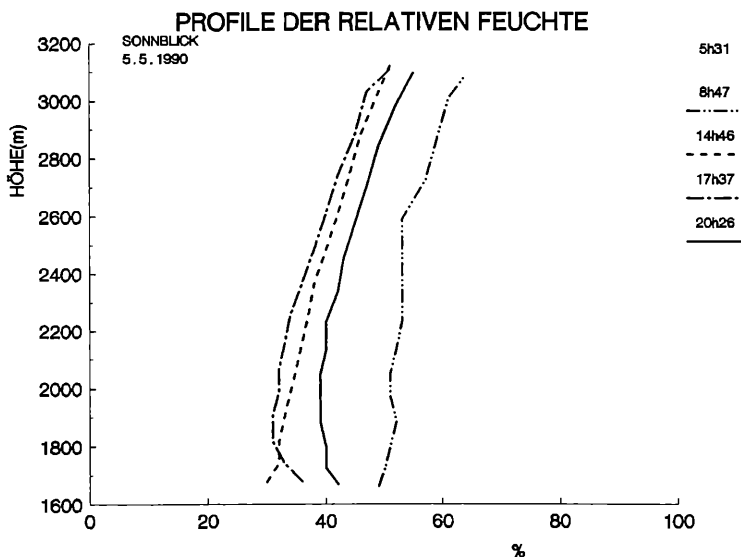
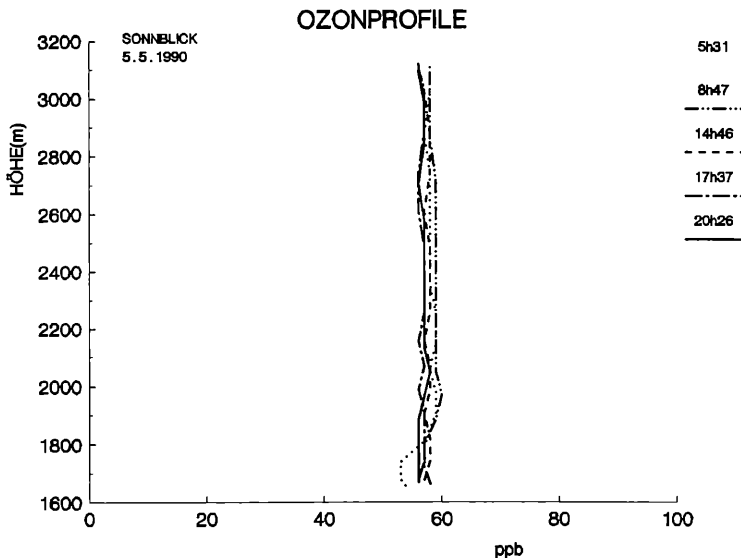


Abb. 3:
Ozonprofile und Profile der relativen Feuchte am 5.5.1990

Fig. 3:
Ozone profile and profile of relative humidity on the 5th of May 1990

Während der Nacht vom 4. auf 5.5. wurde eine Drehung des Windes auf dem Sonnblick von Norden nach Süden beobachtet. Aus den Trajektorienberechnungen ist zu sehen, daß die Luftmassen am Anfang aus Nordeuropa und später immer mehr aus dem Osten geflossen sind. Es ist auch zu erkennen, daß der Wind am 4.5. schwach war. Diese Ereignisse verursachten einen Anstieg der

Ozonkonzentration (gegenüber dem Abend des Vortages). Bei diesem Profil um 5 Uhr ist auch der Einfluß einer bodennahen Inversion deutlich zu erkennen (Abb. 3). In den untersten

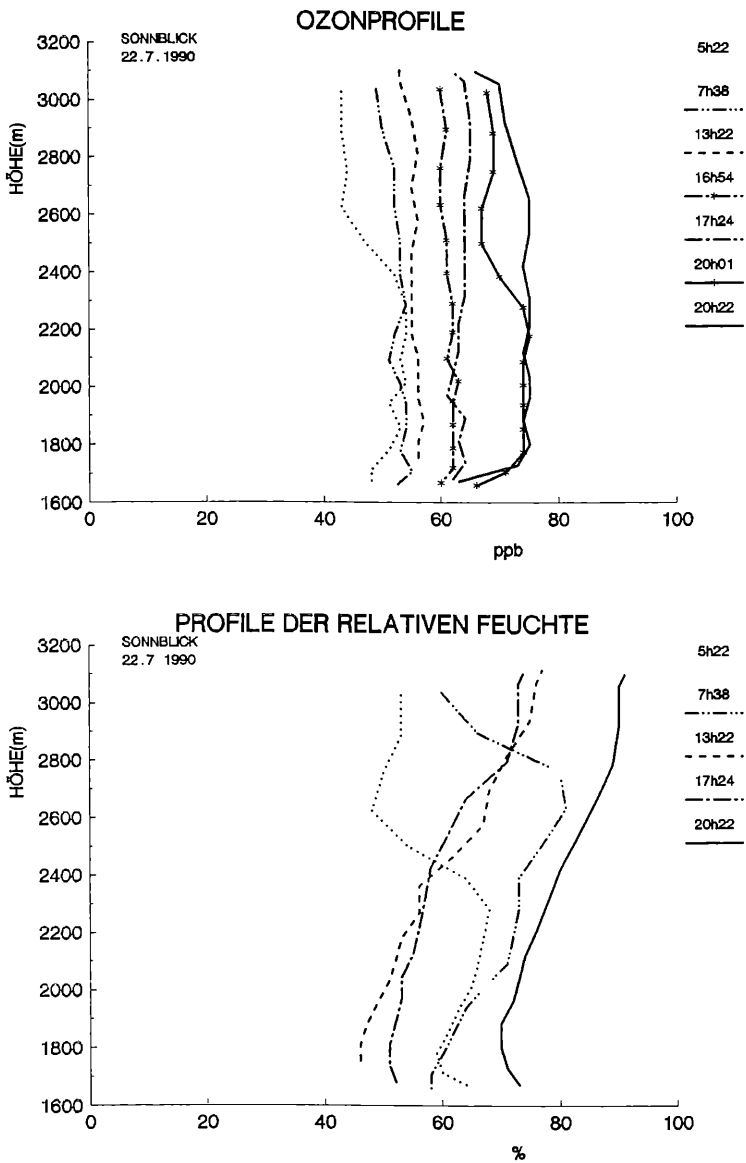


Abb. 4:
Ozonprofile und Profile der relativen Feuchte am 22.7.1990

Fig. 4:
Ozone profile and profile of relative humidity on the 22nd of July 1990

Höhenmetern fiel die Ozonkonzentration deutlich ab. Alle folgenden Ozonprofile dieses Tages zeigten keine veränderliche Struktur. Die Ozonhöhenverteilung blieb konstant, die Ozonkonzentration fiel vom Morgen bis zum Abend um wenige ppb. Auch die bodennahe Inversion spielte bei den abendlichen Fahrten fast keine Rolle für die Ozonverteilung. Die Ozonprofile vom Morgen des 6.5. waren fast identisch mit den am Abend des Vortages aufgenommenen. Die Konzentration blieb vom Vortag unverändert und bewegte sich im Bereich von 55 ppb. Aus dieser Konstanz der Ozonprofile kann man auf eine großräumige Verteilung des Ozons schließen und darauf, daß in der Gegend keine Emissionen, die zu einer Verminderung oder zur raschen Produktion von Ozon führen, vorhanden waren.

Im Juli wurden die Messungen von 16. bis 31. durchgeführt. Nach einer einige Tage anhaltenden Schönwetterperiode überquerte am 17. und 18.7. eine Kaltfront Mitteleuropa. Danach baute sich ein Hoch über Westeuropa auf und breitete sich über Mitteleuropa aus. Bis 23.7. blieb das Hoch stark. Dann schwächte es ab und über Mitteleuropa herrschten nur geringe Luftdruckunterschiede. Auf der Alpennordseite blieb ein schwaches Hoch erhalten, an der Alpensüdseite baute sich ein schwaches

Tief auf. Das Hoch verstärkte sich am 27.7. wieder und beeinflusste das Wetter im Alpenraum. Zunehmender Hochdruckeinfluß und Warmluftzufuhr führte in Österreich zu hochsommerlichem Schönwetter, welches bis zum Ende der Meßperiode erhalten blieb. In den letzten Tagen kam es aber in den späten Nachmittagstunden auch zu einer Wolkenbildung und einigen Gewittern.

Mit Hilfe der Trajektorien wurde es möglich, die Luftmassenbewegungen während dieser Zeit abzuschätzen. Während der Kaltfront überzog die N - NW - W Strömung. In der Periode danach, bis zum 27. 7. kamen die Luftmassen mehr oder weniger aus NW. Vom 27. bis 31.7., als sehr schwache Windbewegungen auftraten, flossen die Luftmassen aus W - SO in die Richtung des Sonnblicks.

In dieser, wegen der starken photochemischen Ozonbildung in Europa ausgesprochen interessanten Periode wurden insgesamt 94 Profile aufgenommen.

Mit den Messungen wurde am 16.7. um 20 Uhr begonnen, als schon einige Tage Schönwetter den Alpenraum beherrschte. Die Ozonkonzentration betrug fast im ganzen Höhenbereich 60 ppb, ausgenommen die Verringerung durch die Abbaumechanismen in der bodennahen Inversion.

Am 17. und 18.7. überquerte die schon oben erwähnte Kaltfront den Alpenraum und die Ozonkonzentration fiel auf ungefähr 50 ppb. Mit dem 19. begann wieder eine Schönwetterperiode. Die Ozonkonzentration baute sich langsam auf und erreichte das erste Maximum am 22.7. (Abb. 4). Um 5 Uhr teilte eine Inversion auf 2'400 m die Luftmassen. Oberhalb war die Luft ziemlich trocken und auch die Konzentration war im Bereich der Ozonhintergrundkonzentration (der mittleren Troposphäre), unterhalb war es feuchter und die Ozonkonzentration blieb ungefähr auf dem Niveau des Vortages.

Nach 6 Uhr, als die Sonne die Westhänge zu erwärmen begann, erfolgte die Windrichtungsumkehr von SW (Hangabwind) nach Norden (Talwind) (Abb.1). Die Erwärmung verursachte auch vertikale Mischungsvorgänge im Tal. So verschwand der Unterschied oberhalb der Inversion beim Profil um 8 Uhr. Das Profil von 13 Uhr war ein Beispiel für ausgezeichnete Durchmischung. Die Ozonwerte lagen mit 55 ppb ähnlich wie am Morgen. Nach 16 Uhr drehte sich langsam der Talwind über den kühleren Westhang, wegen des entstandenen Hangabwinds in die SW Richtung des Bergwindes, und aus den Ozonprofilen konnte man einen ständigen Anstieg der Ozonkonzentration von einer bis zur nächsten Fahrt beobachten, obwohl die Ozonproduktion wegen der geringen abendlichen Sonnenstrahlung nicht mehr möglich war, bis zu mehr als 75 ppb. Die Zunahme des Ozons wurde somit durch Antransport ozonreicher Luftmassen verursacht.

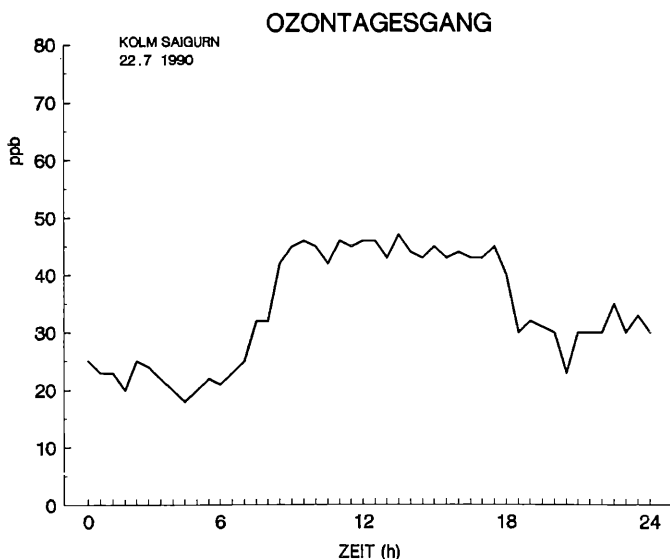


Abb. 5:
Ozontagesgang in Kolm Saigurn am 22.7.1990

Fig. 5:
Daily ozone pattern in Kolm Saigurn on the 22nd of July 1990

Die Abb. 5 gibt den Tagesgang der Ozonkonzentration vom 22.7. gemessen am Talboden (2,5 m über Grund) in Kolm Saigurn wieder.

Von Mitternacht bis zum Einsetzen der Luftmassenmischung blieben die Werte zwischen 18 und 25 ppb. Danach begann die Konzentration zu steigen und blieb von 8 bis 17 Uhr mit ungefähr 45 ppb gleich. Nach der Bildung der abendlichen Bodeninversion fielen die Werte auf 20 bis 30 ppb ab. Die bodennah gemessenen Werte waren etwas niedriger als die in der Seilbahn aufgenommenen, wahrscheinlich bedingt durch die Auswirkung der trockenen Deposition und den gedämpften Wind am Talboden.

An diesem Tag wurden die höchsten Ozonkonzentrationswerte des Monats Juli 1990 im Land Salzburg gemessen. Die maximalen Halbstundenmittelwerte bewegten sich an verschiedenen Meßstationen von 84 bis 106 ppb (Vorwarnstufe Ozonkonzentrationen höher als 100 ppb). Man sieht, daß so hohe Werte im Bereich des Sonnblicks nicht vorkamen. Die höchsten Werte traten am Sonnblick und in Zell am See um 20 Uhr und am Haunsberg erst um 21 Uhr auf. Auch die Stationen aus Tirol wiesen ähnliche Verhältnisse auf. Aus den Trajektorien ist ein Transport des Ozons mit der NW-Strömung aus Deutschland abzuleiten.

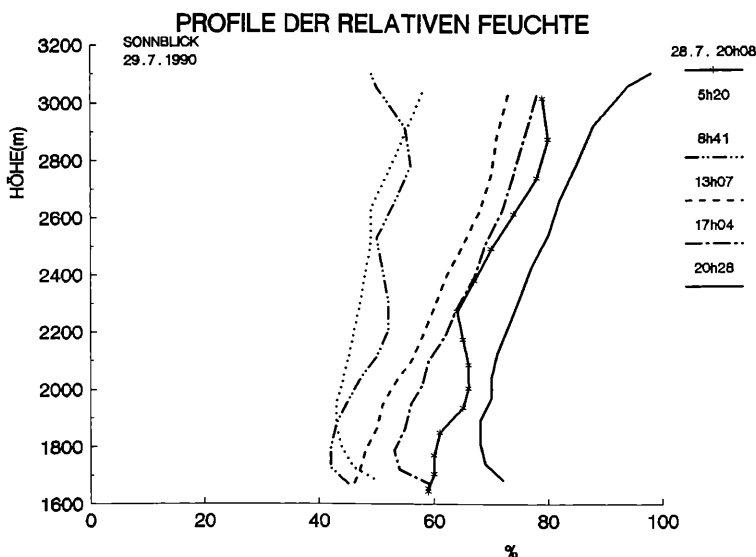
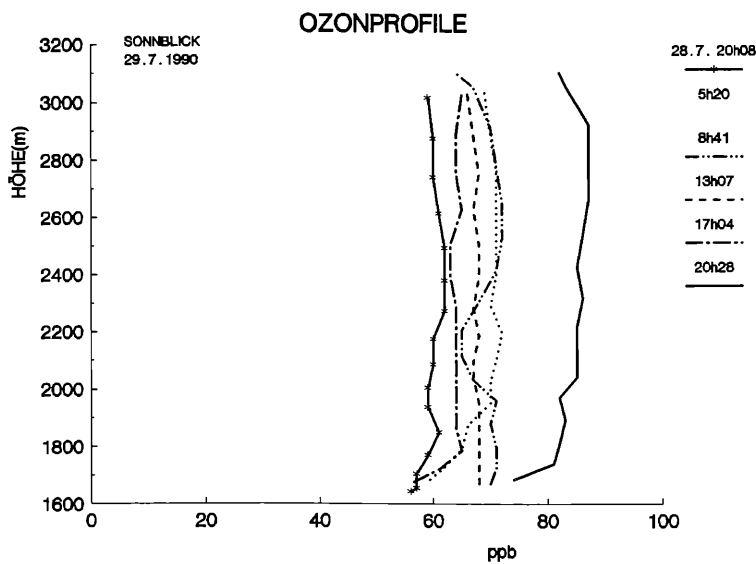


Abb. 6:
Ozonprofile und Profile der relativen Feuchte am 29.7.1990

Fig. 6:
Ozone profile and profile of relative humidity on the 29th of July 1990

Am 27.7. flaute der Wind stark ab und begann aus der Richtung mit der südlichen Komponente zu wehen. Am 28.7. am Abend lag die Ozonkonzentration über dem gesamten Höhenbereich bei 60 ppb, im Vergleich zum Vortag deutlich niedriger. Das Absinken dürfte mit dem schwachen Wind in Verbindung stehen, da höhere Werte (um 74 ppb) am Sonnblick erst nach Mitternacht auftraten, etwas später als an den anderen Tagen. Am nächsten Tag (29.7.) um 5 Uhr war die Ozonkonzentration am Sonnblick bei 70 ppb (Abb. 6). Tagsüber sanken die Werte von Stunde zu Stunde und erreichten einen Tiefstand bei der Meßfahrt um 17 Uhr. Eine halbe Stunde später wurde jedoch die Konzentration in den höheren Lagen schon wieder höher. Bei dem Ozonprofil um 20 Uhr wurde ein markanter Anstieg gegenüber dem Profil um 17 Uhr registriert, der mehr als 20 ppb ausmachte. Diese hohe Konzentration (um 85 ppb) blieb bis zum nächsten Morgen erhalten.

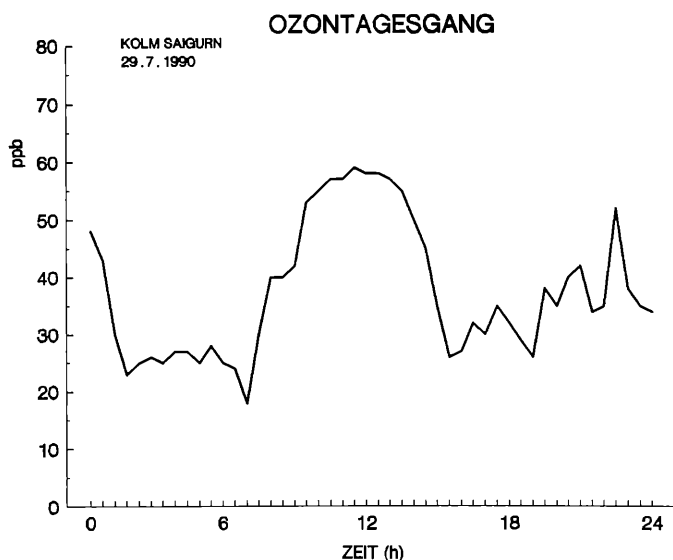
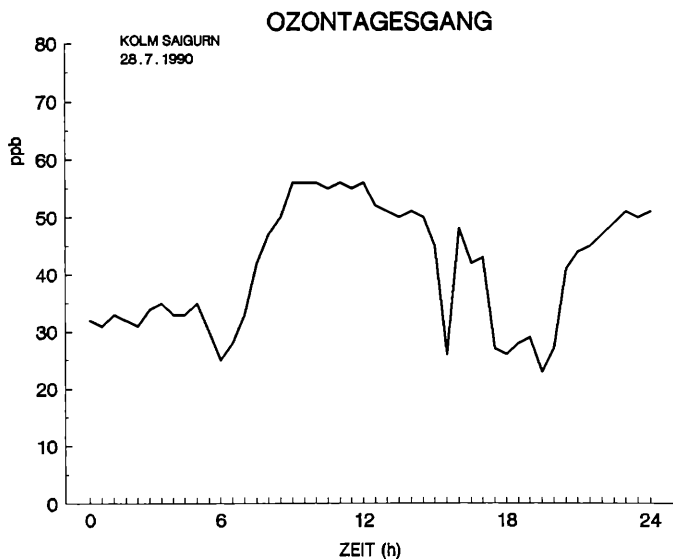


Abb. 7:
Ozontagesgang in Kolm Saigurn
am 28. und 29.7.1990

Fig. 7:
Daily ozone pattern in Kolm Saigurn
on 28th and 29th of July 1990

Aus den Ozontagesgängen vom 28. und 29.7. in Kolm Saigurn (Abb. 7) sieht man eindeutig, daß das zweite Tagesmaximum am späten Abend mit dem Auftreten des Hangabwindes zusammenfiel. Bis kurz nach Mitternacht am 29. blieb die Ozonkonzentration durch diesen Transportvorgang hoch. Danach flaute der Wind ab und gleichzeitig sank die Ozonkonzentration. Auch aus den Verläufen der

Temperatur und der relativen Feuchte ist der Einfluß des Hangabwindes (Antransport von relativ wärmerer und trockener Luft) zu sehen. Nach dem Sonnenaufgang drehte das Windsystem um, die Durchmischung begann und die Ozonkonzentration stieg. Nach 13 Uhr setzte sich der geostrophische Wind gegenüber dem Talwind durch und brachte zuerst ozonärmere Luftmassen aus dem Alpenraum.

Später, am Abend, kamen aber wieder ozonreichere Luftmassen, die aus dem Süden (Flachland) stammten und durch den Hangabwind in Richtung Tal geschoben wurden. Der Verlauf der Ozonkonzentration wurde trotz der Bodeninversion sehr unruhig und durch den Wind (Transport) beeinflusst.

Am 29.7. wurden in den Ländern Salzburg und Tirol sehr hohe Ozonwerte beobachtet. Alle meteorologischen Voraussetzungen für eine starke Ozonproduktion waren vorhanden: Die Windgeschwindigkeit war ausgesprochen gering, es war klar und heiß, und auch aufgrund der vorhandenen Vorläufersubstanzen, wie z.B. aus der Po-Ebene, waren derart hohe Ozonkonzentrationen unvermeidlich.

Die Ozonkonzentration schwankte über die ganze Meßperiode (16.-31.7.1990) in einem Bereich von 45 bis über 80 ppb. Sie wurde durch die Auswirkung der trockenen Deposition tagsüber bis am Abend oft verringert, die transportbedingten Anstiege erfolgten immer in den Abendstunden. Die nächtliche Konzentrationsverringerng war im Bereich der bodennahen Inversionen viel stärker als im Winter. Dieser Effekt steht in Verbindung mit der unterschiedlichen Depositionsgeschwindigkeit von Ozon auf Schnee (Winter) und Vegetation (Sommer). So wurden im Sommer in der nächtlichen Bodeninversion an einigen Tagen auch Werte unter 20 ppb beobachtet, im allgemeinen aber zwischen 20 und 30 ppb.

7 Diskussion

Im Jahr 1990 wurden im Bereich des Hüttwinkltals Hoher Sonnblick drei Meßkampagnen zur Erfassung der vertikalen Verteilung von Ozon durchgeführt.

Während der winterlichen Meßkampagne (20.-21.2.1990) lag die Ozonkonzentration im oberen Höhenbereich (2.500 - 3.100 m Seehöhe) praktisch gleichverteilt und mit sehr geringen Schwankungen bei 47 ppb. Dieser Wert liegt etwa 10 % über dem an der Meßstelle Hoher Sonnblick vom UBA regi-

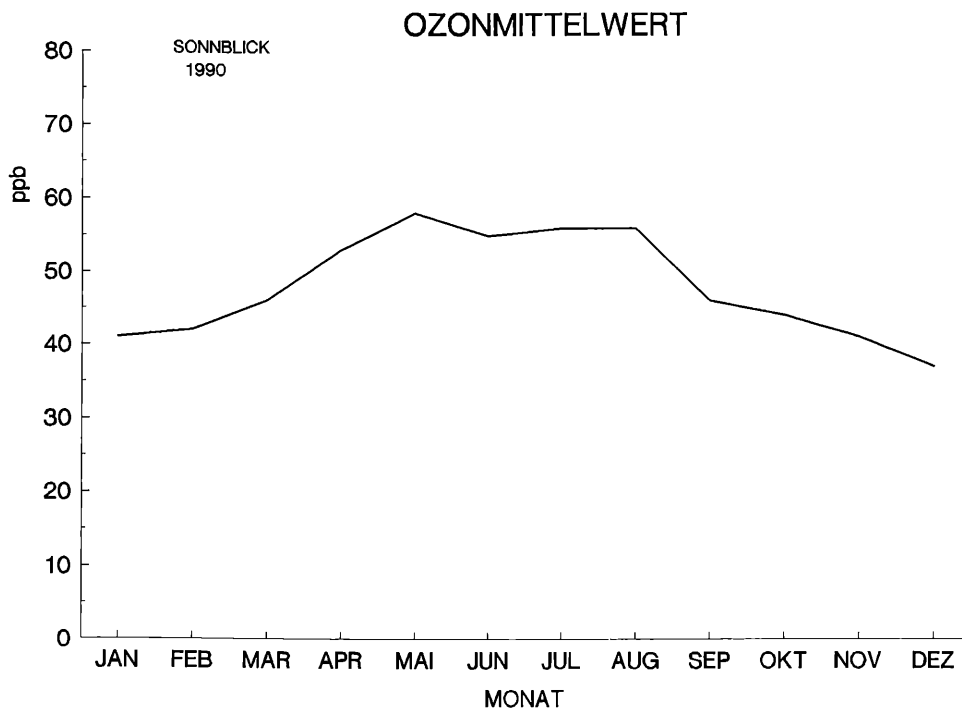


Abb. 8: Ozonmonatsmittelwerte am Hohen Sonnblick für 1990 (nach PUXBAUM et al. 1991)

Fig. 8: Monthly mean values of ozone at Hoher Sonnblick in 1990 (after PUXBAUM et al. 1991)

strierten Monatsmittelwert für den Monat Februar 1990 (Abb. 2). Im Höhenbereich von 1.600 - 2.500 m lag bei zwei Meßfahrten eine atmosphärische Schichtung mit erhöhter Luftfeuchte vor. In dieser Schicht lag ein geringer Ozonkonzentrationsgradient von 2.500 m in Richtung Boden mit einer Abnahme der Ozonkonzentration von 0,4 ppb/100 m vor. Im Bodennähe waren keine nennenswerten Auswirkungen von Abbauprozessen erkennbar.

In der Winterperiode werden die Ozonwerte im Höhenprofil im wesentlichen durch den "troposphärischen Hintergrundwert" über Mitteleuropa bestimmt, der ein Resultat von meteorologischen Transportvorgängen ist und keine durch lokale Produktion verursachten Anteile hat.

Man sieht aber, daß alle Monatsmittelwerte den wirkungsbezogenen Immissionsgrenz-konzentrationswert zum Schutz der Vegetation (Tab. 1) von 30 ppb als MW8 (8 Stundenmittelwert) überschreiten.

WIK zum Schutz der Vegetation:

150 ppb	als Halbstundenmittelwert	(HMW)
75 ppb	als Einstundenmittelwert	(MW1)
30 ppb	als Achtstundenmittelwert	(MW8)
30 ppb	als Mittelwert der Siebenstundenmittelwerte (MW7) während der siebenmonatigen Vegetationsperiode (9h-16h MEZ)	

und WIK zum Schutz des Menschen:

60 ppb	als Halbstundenmittelwert	(HMW)
50 ppb	als Achtstundenmittelwert	(MW8)

Tab. 1: Wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationswerte (WIK) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Table 1: Effective pollutant concentration limits and indices (WIK) according to the Austrian Academy of Sciences.

Während der Frühjahrsmeßkampagne (3.-5. Mai 1990) schwankten die Ozonkonzentrationswerte tageszeitlich im Bereich zwischen 53 und 60 ppb, wobei die Vertikalverteilungen über den Höhenbereich ab 50 m über Grund bis zur Sonnblickspitze praktisch eine Gleichverteilung des Ozons anzeigten. In unmittelbarer Bodennähe war in bodennahen Inversionen eine geringe Abnahme im Bereich bis zu 8 ppb erkennbar. Die beobachteten Ozonkonzentrationschwankungen waren stets mit einer Umkehr der lokalen Windströmungsverhältnisse in Verbindung, wobei absinkende Luftmassen in der Regel eine Zunahme der Ozonkonzentration bewirkten.

Während der Sommermeßkampagne (16.-31. Juli 1990) traten die bereits im Mai beobachteten Effekte wesentlich verstärkt auf. Während tagsüber die Profile eine Gleichverteilung des Ozons über den gesamten Höhenbereich anzeigen, sind vor allem in den Morgenstunden deutliche Schichtungen zu beobachten, wobei an verschiedenen Tagen sowohl erhöhte als auch niedrigere Ozonkonzentrationswerte in der unteren gegenüber der oberen Schicht auftraten. In der Regel ist tagsüber ein Rückgang der Ozonkonzentration zu beobachten, abends, in Verbindung mit der Windrichtungsumkehr und mit absinkenden Luftmassen, steigt die Ozonkonzentration von 5 bis über 20 ppb an. Der abendliche Anstieg des Ozons steht in Verbindung mit Transportprozessen von Luftmassen, in welchen während des Tages eine Ozonproduktion stattfand (GOMISCEK & PUXBAUM 1991). In länger anhaltenden "Schönwetterperioden" (verstärkte Ozonproduktion) wurde öfters eine von Tag zu Tag erfolgende Zunahme der Ozonkonzentration im Höhenprofil festgestellt (Abb. 9).

In der Frage "welcher Anteil des Ozons wird von Emissionen von Vorläufersubstanzen aus lokalen Quellen gebildet", wurde mit dem angewendeten experimentellen Ansatz folgendes Resultat erzielt: Aus der Dynamik der O₃-Profile während eines Tages kann geschlossen werden, daß der lokal innerhalb eines Tages gebildete Anteil sich nicht signifikant auf die Ozonkonzentration im Tal auswirkt. Die stärksten Ozonanstiege werden, wie schon erwähnt, stets in den Abendstunden in Verbindung mit Transportprozessen beobachtet.

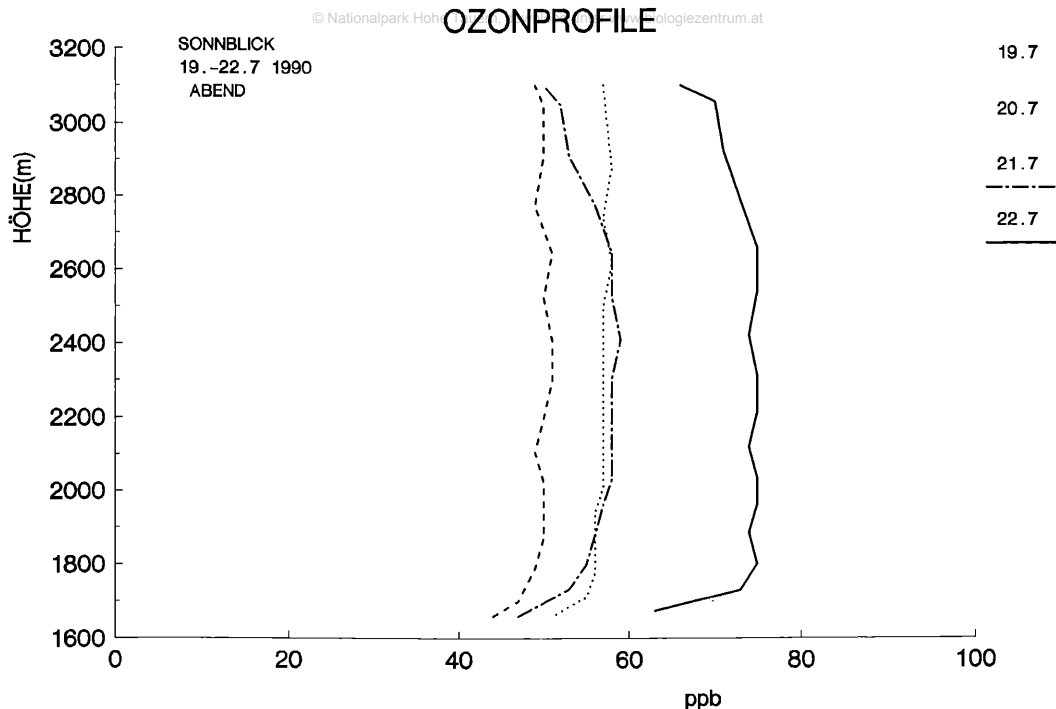


Abb. 9: Ozonprofile von 19. bis 22.7.1990 am Abend

Fig. 9: Ozone profile from July 19th till July 22nd 1990 in the evening.

Im Vergleich zu den wirkungsbezogenen Immissionsgrenzkonzentrationswerten der ÖAW (Tab. 1) wird festgestellt, daß der langfristige Grenzkonzentrationswert zum Schutz der Vegetation (30 ppb - über die siebenmonatige Vegetationsperiode) im untersuchten Höhenbereich andauernd und schwerwiegend überschritten wird (Abb. 8). Der Grenzkonzentrationswert zum Schutz des Menschen (MW8) wird von April bis August praktisch täglich überschritten.

Da die erhöhten Ozonkonzentrationswerte im Gebiet des Nationalparks Hohe Tauern überwiegend durch großräumige Luftmassentransportvorgänge (Herabmischung aus höheren Schichten, Antransport aus Gebieten höherer Emissionen) verursacht werden, kann die Ozonbelastung im Rauris- und Hüttwinkltal durch lokale Maßnahmen nicht verringert werden.

8 Dank

Folgende Institutionen unterstützten direkt und indirekt dieses Projekt:
 Salzburger Nationalparkfonds, Österreichische Nationalbank, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Sonnblickverein, Umweltbundesamt, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Institut für Umweltmeteorologie und Wetterdienststelle Salzburg).
 Wir bedanken uns auch bei allen anderen Beteiligten recht herzlich.

9 Literatur

AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG - Abt. 16 (1990): Luftgüteberichte 1990

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG (1990): Monatsberichte der Immissionsüberwachung 1990

- BRODER, B. & GYGAX, H.A. (1985): The influence of locally induced wind systems on the effectiveness of nocturnal dry deposition of ozone, *Atmos. Environ.* 19, 1.627-1.637
- CRUTZEN, P. J. (1988): Tropospheric ozone: an overview, In *Tropospheric Ozone* (ed. by Isaksen I.S.A.), D. Reidel, Dordrecht, 425pp.
- GOMISCEK, B. & PUXBAUM, H. (1990): Untersuchung der Ozonhöhenverteilung im Nationalpark "Hohe Tauern", In *Bodennahe Ozon* (Ed. A. Hackel), Gesellschaft Österreichischer Chemiker, Wien, 45-59
- GOMISCEK, B. & PUXBAUM H. (1991): Untersuchung der vertikalen Verteilung von Ozon in Alpentälern mit besonderer Berücksichtigung des Nationalparks "Hohe Tauern" (Teil 1), IAC-Berichte 13/91, Abt. Umweltanalytik, TU Wien, 54pp.
- GUDERIAN, R. (1985): Air pollution by photochemical oxidants. Formation, transport, control and effects on plants, *Ecological Studies* 52, Springer Verlag, 463pp.
- LILJEQUIST, G.H. (1974): *Allgemeine Meteorologie*, Friedr. Vieweg+ Sohn, Braunschweig, 368pp.
- PENKETT, S.A. (1988): Indications and causes of ozone increase in the troposphere, In *The Changing Atmosphere* (ed. by ISAKSEN I.S.A. & ROWLAND F.S.), J. Wiley, Dahlem Konferenzen, 91-103
- PUXBAUM, H., GOMISCEK, B. & RADUNSKY, K. (1991): Measurements of trace constituents at the high alpine backgroundstation Sonnblick, EUROTRAC - TOR annual report 1990, 34-40
- PUXBAUM, H., GABLER, K., SMIDT, S. & GLATTES, F. (1991): A one year record of ozone profiles in an alpine valley (Zillertal/Tirol, Austria, 600-2000 m a.s.l.), *Atmos. Environ.* 25A, 1759-1765
- ÖAW (1989): Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon, Hsg. Kommission für Reinhaltung der Luft der ÖAW, Wien, 359pp.
- REICH, P.B. (1987): Quantifying plant response to ozone: a unifying theory, *Tree Physiology* 3, 63-91
- REITER, R. (1990): The Ozone Trend in the Layer of 2 to 3 km a.s.l. Since 1978 and the Typical Time Variations of the Ozone Profile Between Ground and 3 km a.s.l., *Meteorol. Atmos. Phys.* 42, 91-104
- SKÄRBY, L. & SELLDEN G. (1984): The effects of ozone on crops and forests, *Ambio*.13, 68-72
- SMIDT, S., GABLER, K. & HALBWACHS, G. (1991): Beurteilung österreichischer Ozonmeßdaten in Hinblick auf wirkungsbezogene Grenzwerte, *Staub - Reinhalt. der Luft* 51, 43-49
- VOLZ, A. & KLEY, D. (1988): Evaluation of the Montsouris series of ozone measurements made in the nineteenth century, *Nature* 322, 240-242

Adresse der Autoren:

Univ. Prof. Dr. Bostjan Gomiscek
 Univ. Doz. Dr. Hans Puxbaum
 Technische Universität Wien
 Institut für Analytische Chemie
 Abteilung für Umweltanalytik
 Getreidemarkt 9/151
 A-1060 Wien
 Austria

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Nationalpark Hohe Tauern - Wissenschaftliche Mitteilungen Nationalpark Hohe Tauern](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Gomiscek Bostjan, Puxbaum Hans

Artikel/Article: [Untersuchung der Ozonhöhenverteilung im Nationalpark Hohe Tauern im Jahr 1990 125-137](#)