

Quiz-Fragen zum Ozon seit 17 Jahren

Madeleine S. Günthardt-Goerg

Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL (CH)

Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf

5 Tel. 044 739 22 76, E-Mail madeleine.goerg@wsl.ch

Zusammenfassung

Quiz-Fragen zum Ozon seit 17 Jahren

<https://www.wsl.ch/forest/products/ozone/>

10 Das Quiz über bodennahes Ozon wurde im Jahr online 2000 erstellt, damit alle, insbesondere auch Schüler und Studenten ihr Wissen über Ozon und seine Wirkungen testen und erweitern konnten. Die Teilnehmer mussten aus einer Auswahl die richtige Antwort zu häufig gestellten Fragen über Ozon und seine Wirkungen finden. Die Antworten in vier Teilen (Chemie, Pflanzen, Mensch und das Quiz im Allgemeinen) wurden online anonym gesammelt, sodass nun

15 insgesamt 21'656 Datensätze analysiert werden konnten. Interessanterweise wurde jeder fünfte Teilnehmer durch persönliche Kontakte auf das Quiz aufmerksam mit steigender Tendenz über die Jahre im Gegensatz zur rückläufigen Aufmerksamkeit via Internet. Die Anzahl richtiger Antworten spiegelte ein verschiedenes Interesse je nach Sprache. Die Teilnahme am Quiz als

20 ein Novum nahm in den ersten Jahren zu, erreichte im heissen und ozonreichen Jahr 2003 ein Maximum und nahm anschliessend stetig ab. Dies könnte mit der Tatsache zusammenhängen, dass die Nachrichten Ozonkonzentrationen zunehmend als Routine erwähnten, während andere Nachrichten an Bedeutung gewannen. Schädigungen durch Ozon sind jedoch immer noch

25 aktuell, insbesondere im ozonreichen Sommer 2018. Im Gegensatz zu unseren Erwartungen nahm die Anzahl richtiger Antworten von 2000 bis 2015 um 12% ab. Dennoch erklärten 82 % der Teilnehmer stets den Schwierigkeitsgrad des Quiz für angemessen. Die immer noch hohen

Ozonkonzentrationen (besonders in Schwellenländern) und sichtbare Schädigungen an Pflanzen und dem Atmungssystem des Menschen zeigen, dass auch heute noch Bedarf besteht, das Wissen über Ozon zu erweitern.

30 **Keywords:** ozone, quiz, chemistry, plants, people

Einleitung

In den Jahren 1990 bis 2000 erhielten die durch menschliche Aktivitäten erhöhten
35 Ozonkonzentrationen in der Troposphäre (15 km Luftschicht um die Erde) zunehmende
Aufmerksamkeit. Ozon erwies sich als besonders aggressiver und schädlicher Luftschadstoff.
Nicht nur an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft (WSL)
untersuchte man die Wirkungen von Ozon auf die Bäume und allgemein auf Pflanzen, auch
international nahm die jährliche Anzahl wissenschaftlicher Artikel mit dem Stichwort „Ozon“ stets
40 zu, von 720 im Jahr 1990 auf 3861 im Jahr 2017 (Quelle: Web of Knowledge). Der
Wissensstand über das bodennahe Ozon, der uns als atmende, konsumierend und unsere
Umwelt beobachtende Wesen direkt betrifft, war aber gering. Entsprechend den oft gestellten
Fragen wurde deshalb im Jahr 2000 ein Quiz mit 42 Fragen zu Ozon entwickelt. Das Quiz war
online im Internet allgemein zugänglich und umfasste vier Teile, nämlich die Chemie von Ozon,
45 die Wirkung von Ozon auf die Pflanzen und auf den Menschen, sowie allgemeine Fragen zum
Quiz. Die richtigen oder falschen Antworten zur Auswahl sollten sehr einfach und kurz sein. Man
konnte so sein Wissen über Ozon testen und in 15 Minuten erweitern. Das Quiz war gedacht als
Instrument für jedermann, Schüler ab 13 Jahren, Studenten oder als Ergänzung zu anderen
Informationen über Ozon und Luftverschmutzung. Dazu gehörte eine kleine Show, welche die
50 Wirkung von Ozon auf Pflanzen online zeigte (Quelle Ozon-Film). Solche simplen „online
Lehrmittel“ waren in Jahr 2000 zukunftssträchtige Pionierarbeit. Die Anzahl Publikationen,

welche jährlich mit dem Stichwort Quiz gefunden wurden, nahm entsprechen von 171 im Jahr 2001 auf 437 im Jahr 2017 zu. Das Quiz zum troposphärischen Ozon und seinen Auswirkungen auf Pflanzen und Menschen diente seit 2000 auf dem Internet zur spielerischen Information über Ozon. Nach 17 Jahren Laufzeit ist das Ozon-Quiz in die Jahre gekommen. Bevor es 2019 vom Internet genommen werden soll, und insbesondere weil der Schönwettersommer 2018 ozonreich war, soll deshalb via Auswertungen der Quiz-Antworten gezeigt werden, wie sich der Wissensstand der Quiz-Teilnehmer über das Ozon und seine Wirkungen im Verlauf der Jahre und in den drei verschiedenen Sprachen entwickelte.

60

Material und Methoden

Im Jahr 2000 war es möglich geworden das Quiz auf der Internetseite unseres Institutes (WSL) laufen zu lassen, wobei jeweils die richtige Antwort zur einer Frage vor der nächsten Frage erschien. Gut schweizerisch wurde das Quiz auch auf Französisch und Englisch angeboten. Iris Heller-Kellenberger (WSL) programmierte das Quiz interaktiv fürs Internet, sodass das Datum der Teilnahme und die gewählten Antworten als Textfile ausgelesen werden konnten. Die Antworten von 7815 Quiz-Besuchern im Teil Chemie, von 6304 im Teil Pflanzen, von 5568 im Teil Mensch und von 1969 Benutzern im letzten, allgemeinen Teil wurden ausgewertet. Datensätze von Personen, welche alle Felder pro Frage leer (ohne Antwort) gelassen hatten wurden ausgeschieden. Das waren zusammen 21'656 verwendete Datensätze. In deutscher Sprache waren insgesamt 3 % der Datensätze leer, in englischer 8 %, in französischer 6%.

70

Resultate

Im Jahresverlauf wurde das Quiz am meisten in den Monaten Juni und September ausgefüllt. In den Sommerferien-Monaten Juli und August erhielt das Quiz trotz erhöhten Ozonwerten weniger Aufmerksamkeit. Das Interesse am Ozon-Quiz war maximal im

Hitzesommer 2003 mit hohen Ozonkonzentrationen, welche eine gewisse Medienpräsenz erreichten, nahm dann aber stetig ab (ohne Anstrengungen zur Bekanntmachung).

80

Richtige und falsche Antworten pro Sprache und Jahr

Im Teil Pflanzen wurden die richtigen Antworten öfter gewählt als in den Teilen Chemie und Mensch. Die Anzahl richtiger Antworten nahm durchschnittlich von 2000 bis 2017 um 12% ab, war aber in den letzten Jahren wieder etwas grösser (Abbildung 1).

85

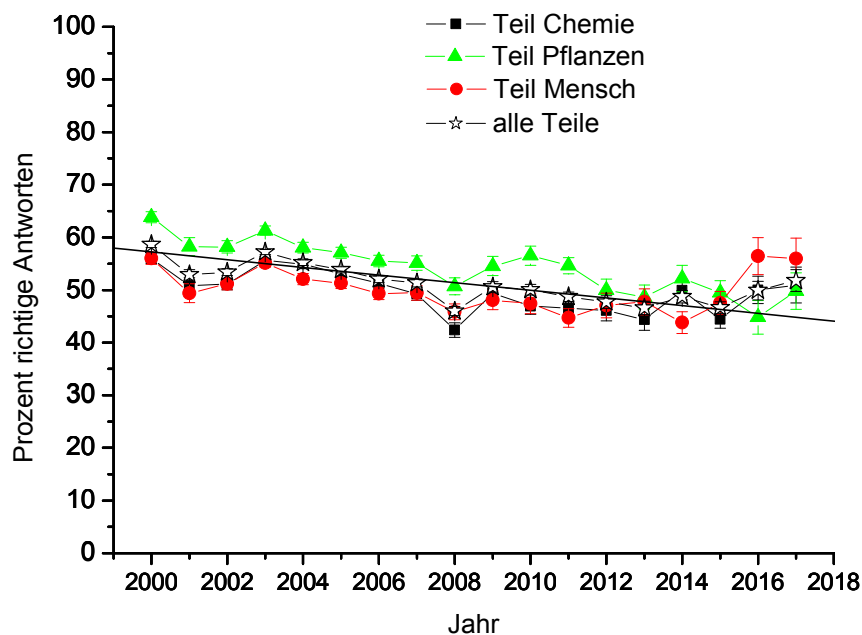


Abbildung 1: Prozent richtig beantwortete Fragen im Ozon-Quiz von 2000 bis 2017 pro Quiz-Teil

(Mittelwerte mit Standard Error), $y = 1513 - 0.7 * x$; $P < 0.0001$.

90

Das Quiz auf der WSL-Internetseite wurde mehrheitlich auf Deutsch ausgefüllt. Im Vergleich der Sprachen beantworteten deutschsprachige Teilnehmer verglichen mit englisch-

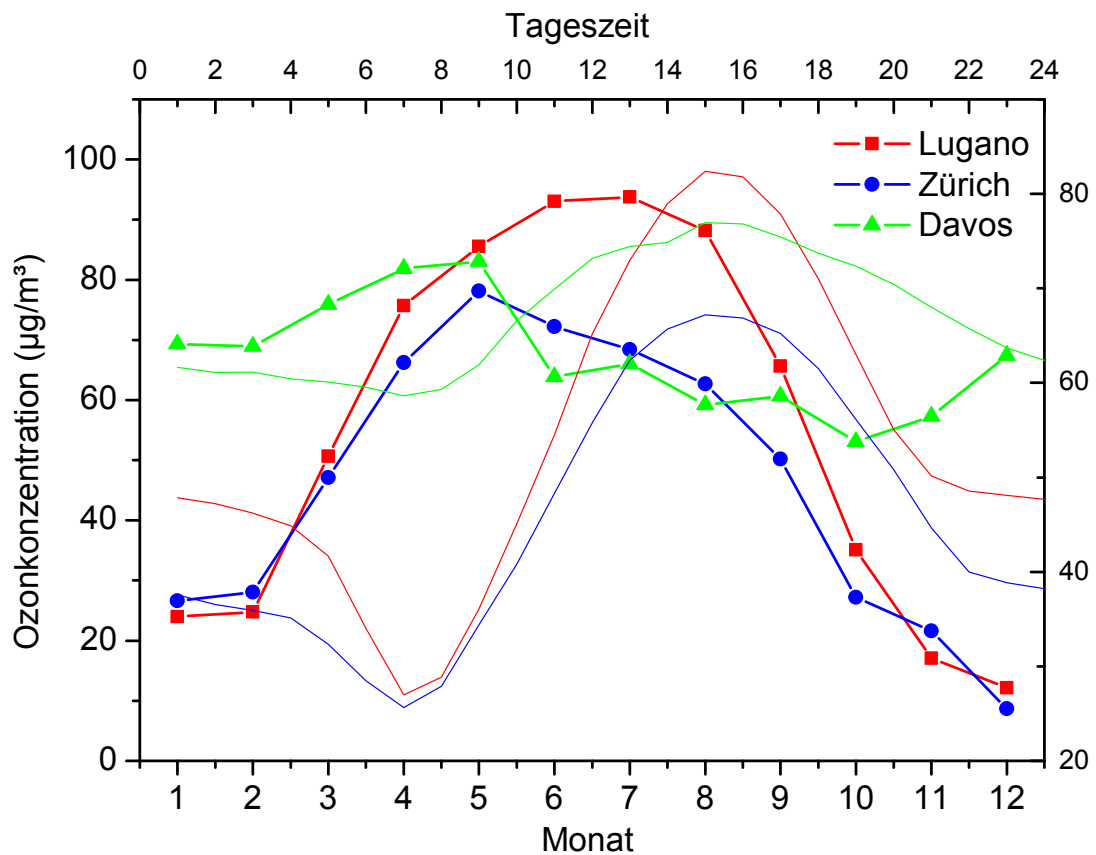
und französischsprachigen die Sachfragen signifikant am meisten richtig; sie wählten aber auch öfter falsche Antworten, dafür am wenigsten „ich weiss nicht“.

95 **Beantwortung einzelner Quiz-Fragen pro Quiz-Teil**

Im Teil **Chemie** wurde bei der Auswahl der Antworten oft fälschlicherweise vermutet, dass Schönbein das Ozon mit Pflanzen nachgewiesen hätte, es war aber mit Jod. Man war auch häufig der Meinung, dass die Ozonkonzentration ohne menschliche Einflüsse nur $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betrüge (es sind jedoch $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), und dass sie bis 20 km ab Boden schädlich wären. Die Ozonkonzentrationen in der Stratosphäre 15-35 km über der Erdoberfläche ist im Gegenteil ein wichtiger Schutz gegen UV-Strahlung. Die Ozonkonzentration schwankt nicht im Wald wenig sondern im Hochgebirge, wo sie stabil erhöht ist (Abbildung 2). Man nimmt an, dass die Quelle vom lokal gemessenem Ozon nur einige Meter bis 3 km entfernt sei - Ozon wird aber über Tausende von km verfrachtet. Ozon und seine Wirkungen wurden erst in den 90iger Jahren in der Schweizer Presse aktuell. Entsprechend wählten die Quiz-Teilnehmer die Antwort, dass die Ozonkonzentrationen in Europa erst nach 1960 am stärksten anstiegen. Es war tatsächlich schon zwischen 1940 und 1960, dennoch wurde zwischen 1990 und 2000 in der Schweiz immer noch eine Zunahme von 2 % gemessen. Am einfachsten war die Frage, in welcher Jahreszeit es am meisten Ozon habe, da war der Sommer eine eindeutige Wahl. Ebenso war klar, dass der Standort der Ozon-Messungen nach verschiedenen Landschaftstypen ausgewählt wurde, oder zu welcher Tageszeit die Ozonkonzentration zunehme (76 % richtige Antworten).

Abbildung 2 zeigt als Beispiel die neuesten mittleren Ozonkonzentrationen im Jahres- und Tagesgang. Sie sind erhöht über das Jahr und den Tag im Berggebiet Davos Seewaldhorn 1560 m ü. M. mit relativ wenig Schwankungen, während hohe Werte im Sommer in der Stadt Zürich oder noch mehr in der Stadt Lugano (Südschweiz) auftraten, wo sich die

Monatsmittelwerte trotz tieferen Werten nachts dem Grenzwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ näherten, den nur 2% der Halbstundenwerte eines Monats überschreiten dürften.

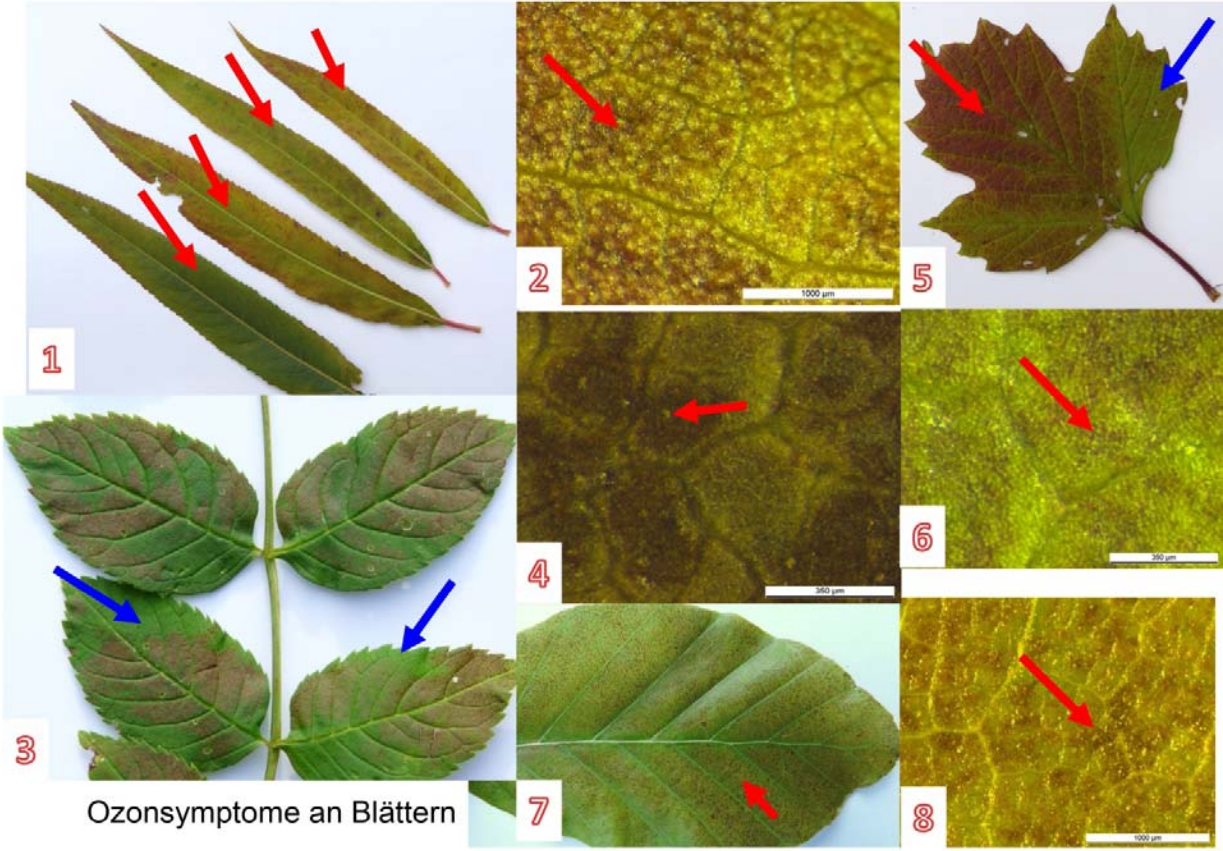


120 Abbildung 2: Monatsmittelwerte im Jahresverlauf (1-12) und Stundenmittelwerte im Tagesverlauf (0-24, dünne Linien) der Standorte Lugano Universität, Zürich Kaserne und Davos Seewaldhorn aus den Stundenmittelwerten des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) der Schweiz, gemessen vom 1. Juni 2016 bis 31. Mai 2017 (Quelle: Bundesamt für Umwelt).

125

Auch im Teil **Pflanzen** erwiesen sich einige Fragen als schwierig. Man vermutete fälschlicherweise, dass die schädliche Wirkung von Ozon auf Pflanzen 1980 in der Region München entdeckt worden sei. Es war aber schon 1944 in Los Angeles, lange vor dem

sogenannten „Waldsterben“. Die Entdeckung der Wirkungen von Ozon hatte nicht erst nach
130 1980 juristische Folgen, sondern in der USA seit 1963. Man nahm an, Ozon würde nur bei
vollem Sonnenlicht von den Pflanzen aufgenommen, während die beträchtliche Aufnahme bei
mittleren Temperaturen in der Abenddämmerung unbekannt war. Desgleichen war die Meinung
vertreten, Düngung verstärke die Ozonsymptome, was nicht der Fall ist. Die Annahme, dass das
Ausmass der Wirkungen von erhöhtem Ozon auf Pflanzen allgemein abgeschätzt werden könne
135 ist noch Zukunft. Dies ist erst bei ausgewählten Kulturpflanzen und Baumarten möglich (Feng et
al. 2015). Die Schätzungen sind zwar heute verbessert, aber für wildwachsende im Gegensatz
zu kultivierten Pflanzen immer noch ungenau. Seit 2000 habe wir hingegen Fortschritte im
Erkennen und Nachweisen von Ozonsymptomen an Blättern gemacht (Abbildung 3). Die
Ozonsymptome der häufigsten Schweizer Baum- und Straucharten sind zum selber bestimmen
140 online publiziert (Quelle: Waldwissen.net). Die Antwort, durch Ozon hervorgerufene
Blattsymptome seien von Auge sichtbar, wäre deshalb auch richtig. Diese Antwort wurde aber
nie gewählt. Am einfachsten war die Frage nach der Aufnahme von Ozon in die Pflanzen,
nämlich durch die Luft mit 82 % richtigen Antworten.



145 Abbildung 3: Ozonsymptome (rote Pfeile) an Blättern von Bäumen und Sträuchern in der Schweiz. Die Zellen bilden unter anderem braune Phenole als Schutzsubstanzen gegen den durch Ozon verursachten oxidativen Stress. 1 Korbweide, die Blattsymptome (Verbräunung zwischen den Blattnerven) nehmen mit dem Blattalter durch länger dauernden Ozon-Einfluss von oben bis unten am Zweig zu. 2 Verbräunung an Blättern der Korbweide vergrößert. 3 Eschenblatt, Verbräunung durch Ozon (4 vergrößert). 5 Gemeiner Schneeball, Verrötung durch Ozon (6 vergrößert). 7 Buchenblatt, braune Punkte durch Ozon (8 vergrößert). Blaue Pfeile zeigen den Schatteneffekt, nämlich keine Ozonsymptome an den Blattteilen, welche von einem Nachbarblatt eng beschattet wurden (Verschluss der Spaltöffnungen und dadurch geringere Aufnahme von Ozon).

155

Im Teil **Mensch** erhielten sieben von 16 Fragen weniger als 50 % richtige Antworten. Man vermutete fälschlicherweise, dass in Räumen mit Klimaanlage und in einem Copy-Shop am meisten Ozon wäre. Die Ozonkonzentrationen sind aber in gelüfteten Räumen und solchen mit Parkettböden am höchsten, weil da das Ozon aus der Aussenluft nachgeliefert wird und an glatten Oberflächen weniger zerfällt als an rauen. Viele Teilnehmer glaubten, die Reaktionen auf Ozon träten schon nach einer Stunde mit Konzentrationen über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf. Es braucht immerhin einen Tag. Man denkt wir könnten uns nicht an Ozon gewöhnen. Dies ist tatsächlich möglich in der Bergbevölkerung, welche an Orten mit stets erhöhten Ozonwerten (Abbildung 2) lebt. Wir haben nicht beim Schlafen kein Ozon in der unmittelbaren Umgebung sondern unerwarteter Weise beim Rauchen, da der Rauch das Ozon zerstört. Des Weiteren wählten die Teilnehmer fälschlicherweise, dass Ozon schon ohne überhöhte Konzentrationen Korrosionen verursache. Ozon kann nur bei künstlich sehr hohen Konzentrationen Korrosionen verursachen, während erhöhte UV-Strahlung, welche an sonnigen Tagen gleichzeitig mit erhöhten Ozonwerten auftritt, die Korrosion begünstigt. Schön wäre, wenn Ozonkonzentrationen durch eine Temporeduktion wirksam reduziert werden könnten. Leider ist diese Massnahme allein nicht wirksam. Ein zusätzliches neueres Problem entstand, weil durch die Verminderung der Feinstaubemissionen auch weniger Ozon durch Feinstaub inaktiviert wird. Bei der Frage, ob die EU das Ozon innert 20 Jahren nur um 5 oder 21 % reduzieren wolle haben die Teilnehmer untertrieben, denn sie hat das ambitionierte Ziel von 33 % Reduktion. Eher einfach waren die Fragen nach der Wirkung von Ozon bei Menschen und Tieren oder den Todesfällen (68% richtig), zur Einhaltung von Verboten (72 %), oder nach der kurzfristigen Voraussage von hohen Ozonkonzentrationen durch den Wetterbericht (76 % richtige Antworten).

Allgemeine Fragen zum Quiz

Da das Ozon-Quiz auf dem Internet läuft, ist es logisch, dass die meisten Teilnehmer auch via Internet den Zugang zum Quiz entdeckten. Vom Jahr 2000 – 2006 stieg prozentual die Anzahl Teilnehmer via Internet, danach nahm sie ab. Dennoch war offensichtlich im

Durchschnitt für jeden 5. Teilnehmer die Propaganda „von Mund zu Mund“ (persönliches Gespräch) wirksam und dies über die Jahre hinweg gegenläufig zur Aufmerksamkeit auf das Quiz via Internet (Abbildung 4). Die Teilnehmer hatten im Verlaufe der Jahre zunehmend
 185 „wertvolle neue Informationen erhalten“ und nur 6 % hatten „nichts Neues erfahren“; 5 % der Teilnehmer fanden die Fragen zu einfach. Als zu schwierig wurden die Fragen von 12 % der Antwort Gebenden beurteilt, Tendenz steigend. Ein ähnlicher Prozentsatz betrifft „weiss ich nicht“ (14 %) bei den Sachfragen. Deutsch- und französischsprachige Teilnehmer bewerteten ihre Vorkenntnisse über Ozon höher als englischsprachige. Dementsprechend schrieben mehr
 190 Englischsprechende, dass sie wertvolle neue Informationen erhalten hätten. Letztere Antwort nahm von durchschnittlich 21 % im Jahr 2000 auf maximal 60 % in Jahr 2016 zu.

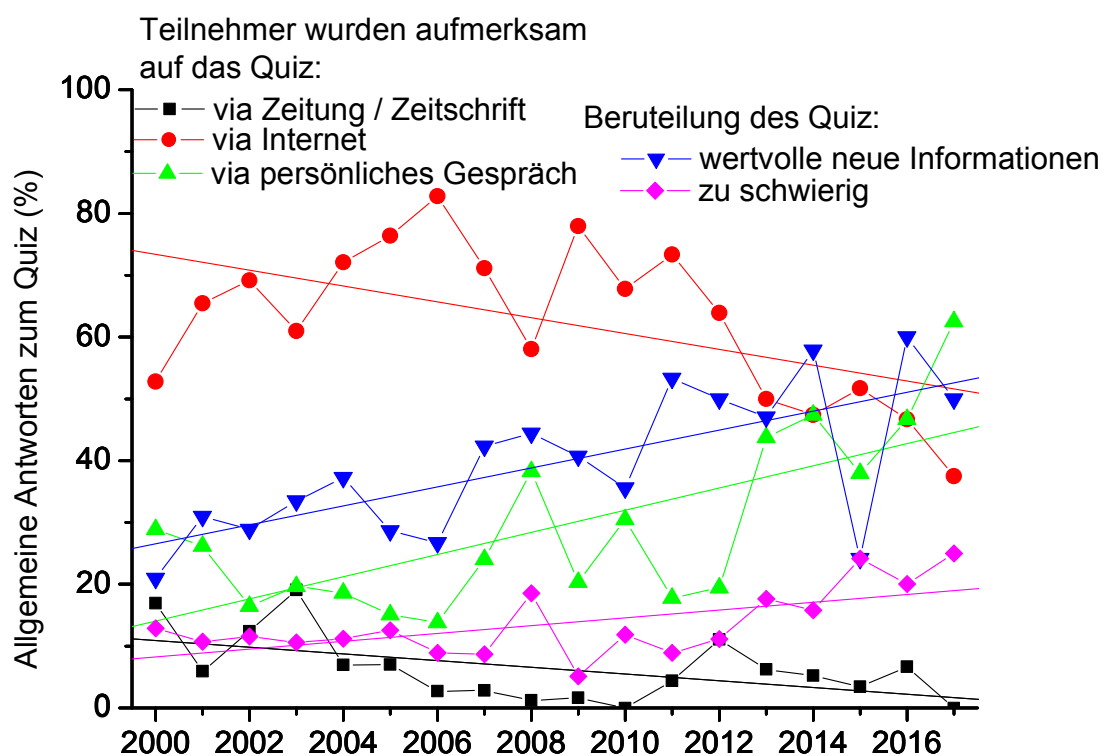


Abbildung 4: Allgemeine Antworten zum Quiz von 2000 bis 2017.

195 **Diskussion**

Der erhoffte Beitrag des Ozon-Quiz zum Wissen über Ozon wurde insofern erreicht, als die Teilnehmer erklärten, neue Informationen erhalten zu haben. Der Schwierigkeitsgrad des Quiz wurde von 82 % der Teilnehmer als richtig empfunden. Interessant ist, dass die Aufmerksamkeit auf das Quiz via Internet in den letzten sechs Jahren abnahm, aber diejenige durch persönliche Kontakte zunahm. Das Interesse am Quiz richtete sich einerseits nach den aktuellen Nachrichten (Spitzenbesucherzahlen im Hitzesommer 2003), war aber durch seine Ausrichtung auf Schüler und Studenten allgemein reduziert in den Ferienmonaten Juli und August trotz erhöhten Ozonwerten. Der Hitzesommer ist insofern interessant, als die Wirkung der Ozonkonzentrationen auf den Menschen in der Presse diskutiert wurden, während Ozonschädigungen an Pflanzen nicht beachtet wurden, da sie eher in erhöhten Lagen auftraten, wo dank Gewittern keine Trockenheit die Aufnahme von Ozon in die Blätter minderte. Während die Teilnehmerzahl in den ersten Jahren stieg, nahm sie nach dem Hitzesommer 2003 ab, zusammen mit der fehlenden Aufmerksamkeit für Ozon in der Presse. Zwar werden seither die Ozonwerte mit dem Wetterbericht jedermann zugänglich gemacht, aber das Interesse am Quiz und vermutlich am troposphärischen Ozon als Schadstoff ist seit 2003 gesunken. Es werden jedoch immer noch erhöhte Ozonwerte im Schweizer Mittelland gemessen im Gegensatz zum Feinstaub, der in Chur und Zürich im Jahr 2013 letztmals die Grenzwerte überschritt (Quelle: Messwerte von Ostluft). Einerseits gab es Entwarnung, weil die Spitzenkonzentrationen von Ozon abnahmen, andererseits sind die Konzentrationen in der Schweiz und in ganz Europa immer noch oft über dem Schwellenwert (Quellen: Deutschland: Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt; Europa: Europäische Umweltagentur). Die Wirkungen von Ozon auf den Menschen sind heute gut bekannt (Quelle: Lungenliga Schweiz). In Österreich gibt es z.B. eine gratis App zur Warnung bei Überschreitung der Schwellenwerte (Quelle ozon-info.at) (<https://www.open3.at/projekte/ozon-info-at-ozon-warnung-am-smartphone>). Die Schädigungen durch Ozon an Blättern von Bäumen kann man heute selber bestimmen (Quellen: Ostluft,

Waldwissen). Es gibt eine englische App um an besonders empfindlichen Kultur- und Wildpflanzen Ozonsymptome zu erkennen (Quelle ICP Vegetation). Dennoch werden bekannte Schädigungen wenig beachtet und in Kauf genommen. Die Bevölkerung wird durch die Presse auf neue Probleme (Umwelt- u.a.) aufmerksam gemacht und das Ozon hat an Aktualität verloren. Das Quiz zeigt, dass das Wissen über Ozon im Verlaufe der Jahre nicht wie erwartet zugenommen hat, trotz der unterdessen reichlich vorhandenen Information. Im Gegenteil, es ist tendenziell eine Abnahme der richtigen Antworten im Quiz festzustellen.

Heute soll quiz-ähnliche Auswahlantwort (multiple choice) und interaktives Lernen per Internet, wie es in der USA schon weit verbreitet ist (Quelle: ASEE American Society for Engineering Education) auch in Europa mehr und mehr als Lehrmittel zu diverser Ausbildung auf allen Ausbildungsstufen eingesetzt werden (Quelle: Die Welt). Die Art und Weise eines Quiz und damit die Möglichkeiten der statistischen Auswertung haben sich geändert. Heute werden demographische Daten (Alter, Geschlecht, Bildung der Teilnehmer) erhoben. In unserem „alten“ Quiz gilt ein PC als Teilnehmer. Eine genauere Identifizierung würde aufzeigen, wenn eine Person wiederholt teilnimmt, oder verhindern, dass bei der Teilnahme von Schulklassen die Datensätze der einzelnen Personen fehlen. Ausserdem fehlen die Antworten wenn das Quiz z.B. an Schulen zur Ausbildung ohne Internetverbindung lokal benützt wurde. Auch Skalen für eine persönlich Einschätzung wurden damals noch nicht verwendet und es war kein Ziel mittels des Quiz Hypothesen zu verifizieren oder falsifizieren.

Wenn man bedenkt, dass Ozon immer noch der Luftschadstoff mit den meisten sichtbaren Schädigungen an Pflanzen und fühlbaren Schädigungen am Atmungssystem der Menschen ist, dass die Ozonkonzentrationen in den Schwellenländern mit zunehmender Industrialisierung steigen und über tausende von Kilometern verfrachtet werden, wäre mehr Aufklärung und Information über das troposphärische (hausgemachte, bodennahe) Ozon immer noch nötig. Trotz Reduktion der Vorläufersubstanzen insbesondere in der westlichen Welt sind weitere Massnahmen gefordert (Quelle Der Bundesrat), denn die Ozonwerte überschreiten die

gesetzten Grenzwerte immer noch in der Schweiz, Europa und noch stärker in China (Madaniyazi et al. 2016), Brasilien (Moura et al. 2018) und Indien (Verma et al. 2017). Für Afrika gibt es (noch) keine Publikationen. Auch bei gleichbleibenden Ozonkonzentrationen wird die Anzahl vorzeitiger Todesfälle durch Atemprobleme weltweit bis 2050 auf 1.5 bis 2.5 Millionen ansteigen (Silva et al. 2016). Die Präsenz der Luftschadstoffe (am Wichtigsten sind Ozon und Feinstaub) in den Medien und damit die öffentliche Aufmerksamkeit nimmt jedoch zurzeit zugunsten anderer aktueller Themen (z.B. Migration und Terrorismus) ab. Der besseren Information der Bevölkerung über Ozon sollte hingegen wieder vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Literatur

- Feng Z, Paoletti E, Bytnerovicz A, Harmens H 2015. Ozone and plants. *Environmental Pollution* 202, 215-216.
- 260 Madaniyazi L, Nagashima T, Guo YM, Pan XC, Tong SL 2016. Projecting ozone-related mortality in East China. *Environment International* 92-93, 165-172.
- Moura BB, Alves ES, Marabesi MA, Ribeiro de Souza S, Schaub M, Vollenweider P (2018). Ozone affects leaf physiology and causes injury to foliage of native tree species from the tropical Atlantic Forest of southern Brazil. *Science of the Total Environment* 610-611.
- 265 Silva RA, West JJ, Lamarque JF, Shindell DT, Collins WJ, Dalsoren S, Faluvegi G, Folberth G, Horowitz LW, Nagashima T, Naik V, Rumbold ST, Sudo K, Takemura T, Bergmann D, Cameron-Smith P, Cionni I, Doherty RM, Eyring V, Josse B, MacKenzie IA, Plummer D, Righi M, Stevenson DS, Strode S, Szopa S, Zengast G 2016. The effect of future ambient air pollution on human premature mortality to 2100 using output from the ACCMIP model ensemble. *Atmospheric Chemistry and Physics* 16, 9847-9862.
- 270 Verma N, Lakhani A, Kumari KM 2017. High ozone episodes at a semi-urban site in India: Photochemical generation and transport. *Atmospheric Research* 197, 232-243.

Quellenverzeichnis (Stand 01.09.2018)

- 275 ASEE American Society for Engineering Education <https://www.asee.org/https://www.asee.org/>
Bundesamt für Umwelt <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten.html>
Der Bundesrat <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-40378.html>
Die Welt <https://www.welt.de/politik/video158716190/Interaktives-Lernen-mit-digitaler-Technik.html>
- 280 Europäische Umweltagentur <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps>
ICP Vegetation <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/record/about-ozone-injury>
Lungenliga Schweiz <https://www.lungenliga.ch/de/startseite.html>
Ostluft <http://www.ostluft.ch>
- 285 Ozon-Film <https://www.youtube.com/watch?v=jYsRmYTfi2U>
Ozon-info.at <https://www.open3.at/projekte/ozon-info-at-ozon-warnung-am-smartphone>
Ozon-Quiz <https://www.wsl.ch/forest/products/ozone>
Ozonsymptome selber bestimmen:
https://www.waldwissen.net/wald/klima/immissionen/wsl_fotodokumentation_ozonsymptome/index_DE
- 290 Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/ozon>
Web of Knowledge <http://apps.webofknowledge.com>
- 295 **Résumé**
Quiz sur l'ozone depuis 17 ans
Le Quiz sur l'ozone troposphérique a été mis sur Internet en l'an 2000, dans le but de permettre à tout le monde, et en particulier aux écoliers et aux étudiants, de tester et d'approfondir leurs

connaissances sur l'ozone et ses effets. Les participants au quiz durent choisir la bonne réponse
300 concernant des questions souvent posées. Les réponses furent groupées en quatre catégories:
chimie, plantes, être humain et le quiz en général. Un total de 21'656 réponses furent
collectionnées et analysées anonymement. Il est intéressant de noter que un participant sur cinq
a été rendu attentif au quiz par un tiers, tendance croissante avec les années. Au contraire,
l'intérêt par accès direct Internet a diminué avec les années. Le nombre de réponses justes avait
305 une corrélation avec la langue et les intérêts particuliers du participant. La participation au quiz
comme nouveauté fut croissante avec les années et a atteint son paroxysme en 2003, une
année particulièrement chaude et riche en ozone. Ensuite, l'intérêt pour le quiz n'a cessé de
décliner. Il est possible que ceci soit dû au fait que les nouvelles concernant les concentrations
d'ozone devinrent routinières. Les dégâts dû à l'ozone n'ont pas perdu de leur importance et
310 sont toujours d'actualité. Contrairement à ce que nous pensions, le nombre de réponses justes,
de 2000 à 2015, a diminué de 12%. Il est intéressant de constater que malgré tout, 82% des
participants au quiz ont estimé que sa difficulté est adéquate. Les concentrations d'ozone
troposphérique toujours élevées, surtout dans les pays en voie de développement, ainsi que les
dégâts visibles subis par les plantes et les atteintes au système respiratoire de l'être humain,
315 montrent que les connaissances concernant l'ozone mériteraient d'être approfondies.

Abstract

Ozone quiz during 17 years

The quiz on tropospheric ozone, published online since June 2000 was intended to address
320 everybody, in particular students from high school up to college, interested in ozone and its
effects. The participants had to select the correct answers to frequently asked questions on
ozone and its effects. The answers grouped into four parts (chemistry, plants, humans and the
quiz in general, 21'656 data sets) were collected since online, anonymously. Interestingly people
attention to solve the quiz to test their knowledge upon ozone was reached by personal contact

325 for every fifth participant with increasing trend over the years, in contrast to decreasing attention
via internet. The correct answers reflected a different interest according to the selected
language. As a novelty participation was high in the first years, reaching the maximum in the hot
and ozone-rich year 2003 and decreased since. This decrease may be a result of the fact, that
information on ozone concentrations has become routine in the news, and that other information
330 is gaining momentum. Though, injury due to ozone is still of actuality. The number of correct
answers, in contrast to our hypothesis, declined by 12 percent from the 2000 to 2015. Answering
the questions about the quiz itself, an 82 % of the participants confirmed its appropriate difficulty
level. It is therefore still necessary to increase the people knowledge on ozone, the most noxious
air pollution agent, which is increasing particularly in newly industrializing countries.