

ÖGM

bulletin

2022/1



Österreichische Gesellschaft für Meteorologie

Zum Titelbild:

Ein Blick zurück: Die ZAMG im Frühjahr 1959.

Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:

Österreichische Gesellschaft für
 Meteorologie
 1190 Wien, Hohe Warte 38
<http://www.meteorologie.at/>

Redaktion:

Gerhard Wotawa
 Zentralanstalt für Meteorologie und
 Geodynamik
 1190 Wien, Hohe Warte 38

Fritz Neuwirth (bis Oktober 2021)
 Österreichische Gesellschaft für
 Meteorologie
 1190 Wien, Hohe Warte 38
fritz.neuwirth@gmx.at

Technische Umsetzung:

Christian Maurer, Florian Geyer

Redaktionsschluss für das ÖGM Bulletin
 2022/2 ist der 31. Oktober 2022. Um Beiträge
 wird gebeten. Wenn möglich, verwenden Sie
 bitte \LaTeX ! Eine Vorlage samt Style-File ist auf
 der ÖGM-Website verfügbar.

Inhalt

Vorwort
 Gerhard Wotawa 3

Nachruf auf Univ.-Prof. Dr. Peter Steinhauser
 Fritz Neuwirth 4

Nachruf auf Univ. Prof. Dr. Siegfried Bauer
 Fritz Neuwirth 7

30 Jahre ORF-Radio-Wetterredaktion
 Peter Sterzinger und Alois M. Holzer 9

**40 Jahre Geruchsforschung der Interessens-
 gemeinschaft Geruch (igG) in Österreich**
 Martin Piringer und Günther Schaubberger 14

**Missing Link / Verlinkung von dokumentier-
 ten Extremwetterereignissen an der ZAMG**
 Michaela Achleitner 24

DACH Meteorologietagung 2022 27

**Der atmosphärischen Grenzschicht auf der
 Spur – mehr als 40 Jahre Profilmessungen in
 Österreich**
 Martin Piringer, Kathrin Baumann-Stanzer,
 August Kaiser 28

**Aktivitäten an der ZAMG um die Detektion
 von Waldbränden zu verbessern und deren
 Auswirkungen vorherzusagen**
 Marcus Hirtl 51

Universitätsabschlüsse
 53

Geburtstage 2022
 57

Wien, im Februar 2022

Ausschussmitglieder der ÖGM

Vorstand

Vorsitzender	Gerhard WOTAWA (ZAMG ^a)
Stellv. Vorsitzender	Harald RIEDER (BOKU-Met ^b)
Generalsekretär	Marc OLEFS (ZAMG)
Kassier	Markus KOTTEK (AKL ^c)
Schriftführerin	Andrea STEINER (Wegener Center ^d)

Sonstige Ausschussmitglieder

Michael ABLEIDINGER (ACG^e)
Katharina BRUGGER (VetMed^f)
Marina DÜTSCH (IMGW^g)
Ulrich FOELSCHE (IGAM^h)
Brigitta GOGER (ACINNⁱ)
Leopold HAIMBERGER (IMGW)
Gottfried KIRCHENGAST (IGAM)
Matthias RATHEISER (Weatherpark)
Mathias ROTACH (ACINN)
Philipp WEIHS (BOKU-Met)

^a Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

^b Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur Wien

^c Amt der Kärntner Landesregierung

^d Wegener Center for Climate and Global Change, Universität Graz

^e Austro Control GmbH

^f Institut für Öffentliches Veterinärwesen, Veterinärmedizinische Universität Wien

^g Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien

^h Institut für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie, Universität Graz

ⁱ Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck

Vorwort

Gerhard Wotawa



Gerhard Wotawa

Vorsitzender der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie (ÖGM)

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Als Vorsitzender der ÖGM ist es mir eine große Freude, dass wir den Mitgliedern eine neue Ausgabe des ÖGM Bulletins vorlegen können. Wie wir aus Befragungen wissen, wird das ÖGM Bulletin immer noch sehr geschätzt und ist ein wichtiger Grund für die Mitgliedschaft bei der ÖGM.

Die neue Ausgabe enthält neben Nachrufen auf zwei herausragende Persönlichkeiten der österreichischen Meteorologie, Herrn Univ. Prof. Dr. Bauer und Herrn Univ. Prof. Dr. Steinhauser, Direktor i.R., von denen wir uns bedauerlicherweise im letzten Jahr endgültig verabschieden mussten, auch eine Reihe sehr interessanter Berichte. Wir erfahren spannende Hintergründe über 30 Jahre ORF-Wetterredaktion und 40 Jahre Profilmessungen an der ZAMG. Auch der Bericht zu den Quellen für Extremwetterereignisse ist hochinteressant und demonstriert, wie aufwändig und gleichzeitig wichtig Nachforschungen über Ereignisse sind, die im Vor-Internet-Zeitalter stattgefunden haben, also vor der Jahrtausendwende.

Wenn wir schon bei der Vergangenheit sind. Im letzten Jahr wurde von Christa Hammerl und Michael Staudinger ein Buch über 170 Jahre ZAMG herausgegeben und

bei einem Besuch von Herrn Bundesminister Heinz Faßmann im Juli 2021 präsentiert. Das Buch erschien im Leykam Verlag. Dr. Staudinger trat im Juni 2021 in den Ruhestand, Andreas Schaffhauser übernahm die interimistische Leitung an der ZAMG.

Jetzt noch ein paar Worte zur Zukunft. Im Dezember 2021 wurde das Gesetz über die Zusammenlegung von ZAMG und der Geologischen Bundesanstalt (GBA) und der Ausgliederung als Geosphere Austria (GSA) von der Bundesregierung in die Vorparlamentarische Begutachtung geschickt. Aufgrund der derzeitigen Planung gehen ZAMG und GBA mit Jahreswechsel 2022/2023 in der GSA als neue Bundeseinrichtung auf. Spannende Zeiten jedenfalls für die ZAMG und die gesamte meteorologische Community in Österreich.

Ich selbst habe den Vorsitz der ÖGM im Oktober 2021 vom langjährigen Vorsitzenden Univ. Doz. Dr. Neuwirth, Direktor i.R., übernommen. Ich möchte mich bei dieser Gelegenheit nochmals für seine Dienste für die Gesellschaft und die meteorologische Community bedanken. Ich darf damit schließen, Ihnen eine interessante und spannende Lektüre des Bulletins zu wünschen. Und bleiben Sie gesund!

Gerhard Wotawa

ÖGM

Nachruf auf Univ.-Prof. Dr. Peter Steinhauser

3.4.1941 – 7.8.2021

Fritz Neuwirth



Foto: Firma STCE

Am 7. August 2021 wurde Univ. Prof. Dr. Peter Steinhauser in seinem 81. Lebensjahr unerwartet aus einem bis zuletzt aktiven, arbeitsreichen und erfüllten Leben gerissen.

Die österreichische Geophysik und Meteorologie verliert mit ihm einen lebenswerten Kollegen, Wissenschaftler, Lehrer und Manager, der die Meteorologie und Geophysik in Österreich entscheidend geprägt hat. Sein Berufsleben war bestimmt durch die Tätigkeit als Hochschullehrer am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, durch die Tätigkeit als Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik von 1985 bis 2004 und durch die von

ihm als Spin-off seiner wissenschaftlichen Arbeit 2011 gegründete Firma Steinhauser Consulting Engineers ZT GmbH (STCE).

Seine wissenschaftliche Heimat war das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, wo er studierte und dann auch als Lehrer tätig war. Über mehrere Funktionsperioden leitete er das Institut und hielt aber auch Vorlesungen an der Montanistischen Universität Leoben. Zahlreiche Publikationen zeigen von seiner wissenschaftlichen Tätigkeit. Er war Zivilingenieur für technische Physik, Sprengbefugter und gerichtlich beeideter Sachverständiger. Von 1985 bis 2004 war Peter Steinhauser zusätzlich noch Direktor der Zentralanstalt für

Meteorologie und Geodynamik.

Peter war korrespondierendes Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Träger des Großen Silbernen Ehrenzeichens für Verdienste um die Republik Österreich.

Peter Steinhauser setzte wesentliche Akzente zur Erforschung des Schwerefeldes in Österreich und hat als einer der Ersten auf die Bedeutung einer gleichmäßigen Stationsüberdeckung hingewiesen, besonders im Hinblick auf die raue Topographie und die komplexen geologischen Verhältnisse junger Orogene. Seiner Initiative ist die systematische gravimetrische Vermessung in Österreich zu verdanken. In nationaler und internationaler Kooperation führte sie zu einer modernen Schwerekarte, die den hohen Ansprüchen heutiger Lithosphärenforschung entspricht und darüber hinaus wesentlich zur Bestimmung eines hochgenauen Geoids in Österreich beiträgt. Mit den 1977 ins Leben gerufenen regelmäßigen Tagungen zur gravimetrischen Erforschung des Alpenraums leistete Prof. Steinhauser einen wichtigen Beitrag zur nationalen und internationalen Forschungsk Kooperation und förderte die interdisziplinäre wissenschaftliche Diskussion mit den Nachbardisziplinen Geodäsie und Erdwissenschaften, weit über die Geophysik im engeren Sinne hinaus.

Peter Steinhausers wissenschaftliches Forschungsspektrum war breit gestreut. Am Beginn seiner Laufbahn standen Untersuchungen zum Einfluss der Sonnenaktivität auf kurzfristige Variationen des erdmagnetischen Feldes sowie Arbeiten zu paläomagnetischen Fragestellungen im Vordergrund, verbunden mit dem Aufbau eines paläomagnetischen Labors, das später in das österreichische Labor für Gesteins- und Paläomagnetik in Gams (Steiermark) integriert wurde. Seine Arbeiten zur Gesteinsphysik trugen

wesentlich zur flächenmäßigen Erfassung der Dichteverteilung von Oberflächen-gesteinen in Österreich bei. Andere Publikationen befassen sich mit der seismischen Erkundigung der Mächtigkeit österreichischer Gletscher und der Sedimente glazial übertiefer Alpentäler sowie mit geodynamischen Fragen.

Die Würdigung seiner wissenschaftlichen Leistung wäre unvollständig, wenn man nicht seine Beiträge zur Lösung umweltgeophysikalischer Probleme beleuchten würde. Die genaue Prognose von Erschütterungen als Voraussetzung für die Planung technischer Konzepte zur Reduktion von Erschütterungsimmissionen ist nur ein Beispiel, das schließlich in Zusammenarbeit mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zur Entwicklung eines Prognosenverfahrens (Vibroscan) auf der Basis eines hydraulischen Schwingungsgenerators führte. Diese Methode zur Simulation von Erschütterungen wird weltweit erfolgreich im Hoch- und Tiefbau angewendet und war auch die Basis für die von Peter Steinhauser höchst erfolgreich gegründete Firma STCE.

Wie erwähnt übte Peter Steinhauser neben all seinen anderen Tätigkeiten von Jänner 1985 bis Ende Februar 2004 die Funktion des Direktors der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) höchst erfolgreich aus. Das Haus war ihm schon aus frühester Jugend bekannt, war doch bereits sein Vater, Ferdinand Steinhauser, von 1953 bis 1976 Direktor der ZAMG und hatte dort auch mit seiner Familie eine Dienstwohnung, in der sich später Peters Büro befand.

Die Amtszeit des Direktors Peter Steinhauser war von der nationalen und insbesondere internationalen Öffnung des Hauses, der Etablierung der ZAMG als modernen Dienstleistungsbetrieb für die Daseinsvorsorge und die erfolgreiche Einführung der

Teilrechtsfähigkeit 1990 geprägt.

Insbesondere die Möglichkeiten der Teilrechtsfähigkeit führten zu wesentlichen Leistungssteigerung der ZAMG, sei es durch kommerzielle Aktivitäten und dem dadurch bestehenden Konkurrenzdruck privater Firmen oder sei es insbesondere durch die verstärkte Beteiligung der ZAMG an nationalen und internationalen Forschungsprojekten. In diesem Zusammenhang wurden Marketingaktivitäten begonnen und ein internes Qualitätsmanagement mit ISO-Zertifizierung eingeführt.

Besonderes Augenmerk wurde auf die verstärkte Einbindung der ZAMG in die internationalen bzw. europäischen Fachorganisationen wie WMO, ECMWF, EUMETSAT, EUMETNET, ECOMET und COST gelegt, ebenso wurde die Zusammenarbeit mit den Wetterdiensten und geophysikalischen Diensten der Nachbarländer in verschiedensten Projekten höchst erfolgreich intensiviert.

Mit entsprechenden Budgetmitteln konnte die technische Infrastruktur sowohl der meteorologischen als auch der seismischen Messnetze der ZAMG in Österreich wesentlich modernisiert werden, verbunden natürlich mit einer modernen, zeitgemäßen EDV-Infrastruktur. Wesentlich war auch die Verstärkung der umweltmeteorologischen Leistungen der ZAMG für den nationalen Katastrophenschutz und die Öffentlichkeit während Peter Steinhausers Direktorat. Als national und international anerkannte Forschungsinfrastrukturen konnten das meteorologische Observatorium auf dem Hohen Sonnblick modernisiert und das geophysikalische Observatorium am Trafelberg in

seiner ersten Bauphase errichtet werden. In seine Amtszeit fällt auch der Totalumbau des Hauses Hohe Warte 40 zu einem modernen EDV-Zentrum und die Generalsanierung des vom berühmten Architekten Ferstel 1872 errichteten Hauses Hohe Warte 38.

Peter Steinhauser war langjähriges Mitglied der ÖGM und durch viele Jahre auch Mitglied des Ausschusses. Als Direktor der ZAMG hat er dankenswerterweise immer die verschiedenen Aktivitäten der ÖGM unterstützt.

Mit seiner außergewöhnlichen Persönlichkeit und seinen besonderen Fähigkeiten hat Peter Steinhauser für die Meteorologie und Geophysik in Österreich tatsächlich viel bewegt. Wir, die ihn kannten und das Privileg hatten mit ihm zusammenzuarbeiten und hin und wieder mit ihm auch ein Glas Wein zu trinken, werden ihn als einen liebenswerten Menschen und geschätzten Kollegen in Erinnerung behalten.

Quellen:

- Nachruf der Österreichischen Geophysikalischen Gesellschaft (www.geophysik.at)
- Nachruf der Universität Wien: In memoriam Peter Steinhauser (www.fgga.univie.ac.at/news)
- Nachruf Univ.-Prof. Dr. Peter Steinhauser, ZAMG, Direktor i.R. (www.zamg.ac.at)

ÖGM

Nachruf auf Univ. Prof. Dr. Siegfried Bauer

13.9.1930 – 19.9.2021

Fritz Neuwirth



Foto: Chris Bauer

Am 19. September 2021, kurz nach seinem 91. Geburtstag, verstarb Univ. Prof. Dr. Siegfried Bauer, emeritierter Universitätsprofessor für Meteorologie und Geophysik am Institut für Physik der Karl-Franzens-Universität Graz.

Siegfried Bauer war ein Pionier der Weltraumforschung und einer der herausragenden Wissenschaftler der Universität Graz bzw. Österreichs.

Siegfried Bauer wuchs in Griffen (Kärnten) auf, maturierte am Stiftsgymnasium St. Paul im Lavanttal und studierte dann Physik, Geophysik und Meteorologie an der Universität Graz. Nach der Promotion 1953 mit einer Dissertation über Ionosphärenforschung bei Prof. Otto Burkard emigrierte er im Rahmen des militärischen Projekts „Pa-

perclip“ in die USA und arbeitete bis 1960 am US Army Signal Research and Development Laboratory in Fort Monmouth, New Jersey, mit Untersuchungen auf dem Gebiet von Wetterradar, Sferics, ionosphärischen Effekten von Hurrikans und Atombombenexplosionen sowie zur Bestimmung der Ausdehnung der Erdionosphäre mit dem Diana Mondradar.

Von 1961 bis 1981 war Prof. Bauer als Wissenschaftler und in Führungspositionen (Leiter der Abteilung für Ionosphären- und Radiophysik und zuletzt Associate Director of Sciences) am NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, tätig. Er betrieb dort die Erforschung der Ionosphäre von Erde, Venus und Mars mit Raketen und Satelliten.

1981 erfolgte die Berufung zum Ordinarius für Meteorologie und Geophysik an der Karl-Franzens-Universität Graz, an der er bis zu seiner Emeritierung 1998 wirkte, eine Periode auch als Dekan der Naturwissenschaftlichen Fakultät. Parallel dazu war Siegfried Bauer auch Abteilungsleiter und stellvertretender Direktor des Grazer Instituts für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Siegfried Bauer war Experte der Planeten-Aeronomie, die sich mit Atmosphäreigenschaften in der Nähe der Grenze zum Weltraum befasst, und Autor von über 165 wissenschaftlichen Publikationen. Im Laufe seiner langen wissenschaftlichen Karriere war er an Experimenten der amerikanischen Raumsonden Pioneer Venus und Mars Global Surveyor beteiligt sowie an der europäischen Huygens-Sonde, die 2005 im Rahmen der Cassini-Mission am Saturnmond Titan landete.

Eine besondere Ehrung wurde Prof. Bauer 2017 zuteil, als die Internationale Astronomische Union einen Kleinplaneten nach ihm mit „73701 Siegfriedbauer“ benannte. Dieser umkreist die Sonne in knapp vier Jahren in einem Abstand von etwa 360 Millionen Kilometern und wird noch lange Zeit an Siegfried Bauer erinnern.

Prof. Bauer war wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, der Academia Europaea und der International Academy of Astronautics sowie Fellow der American Association for the Advancement of Science und der American Geophysical Union und Honary Fellow der Royal Astronomical Society. Zu seinen vielen Auszeichnungen gehören die NASA Exceptional Scientific Achievement Medal, die David Bates Medal der European Geophysical Society, der Erwin-Schrödinger-Preis der ÖAW und das Österreichische Ehrenzeichen für Wissenschaft und Kunst.

Siegfried Bauer war auch langjähriges Mitglied der ÖGM und Ausschussmitglied. Er wird uns als national und international höchst anerkannter Wissenschaftler und liebenswerter Kollege in Erinnerung bleiben.

Quellen:

- Nachruf des Bereichs Geophysik, Astrophysik und Meteorologie der Karl-Franzens-Universität Graz (Ulrich Folsche), <https://physik.uni-graz.at/de/igam/neuigkeiten>
- Website der ÖAW: <https://www.oeaw.ac.at/m/bauer-siegfried-j>

ORF

30 Jahre ORF-Radio-Wetterredaktion

Peter Sterzinger und Alois M. Holzer

Im Vorjahr feierte die Wetterredaktion des ORF ihr 30-jähriges Bestehen. Peter Sterzinger und Alois Holzer erzählen über die Anfänge und die weitere Entwicklung dieser Fachredaktion.

Peter Sterzinger:

Fast unglaublich, dies stolze Jubiläum in einer medial so unstillen Zeit! Ebenso erstaunlich die Geschichte, wie es dazu kam – sie ist eine auch sehr persönliche, daher erzähle ich sie auch als solche:

Angefangen hat alles mit Gerd Bacher – wie so vieles jahrzehntelang – und da muss ich in die Achtzigerjahre zurückgehen. Vor rund 40 Jahren erhielt ich den Auftrag der Geschäftsführung, insbesondere meines damaligen Chefs, des TV-Intendanten Wolf In der Maur, eine Fernseh Wetterredaktion gründen zu helfen, und zwar vor allem in administrativer Hinsicht. (So etwa mussten wir ins zuständige Ministerium bitten gehen, damit uns die Post das Empfangen von Satellitenbildern genehmigt. . .) Dies scheint mich für das Spätere qualifiziert zu haben, neben meinem Berufspilotenschein und einigen Publikationen zu Wetter und Astronomie. Diese Neuerung im Fernsehen, im Rückblick eigentlich nahezu selbstverständlich, war der Beginn eines neuen Zugangs zu einem der wichtigsten Programminhalte im Info-Bereich.

Vorweihnacht 1990: Der frisch gekürte Hörfunkdirektor Rudolf Nagiller betritt am späten Abend mein Büro im ORF-Zentrum: „Weißt eh, warum ich da bin?“ Nein, ich wusste gar nichts – ich war zu der Zeit unter anderem für die Rosenhügel-Studios zuständig. Also: Gerd Bacher wünscht sich im Radio eine komplett neue Wetterberichterstattung, und eine kleine Runde mit dem allmächtigen General hatte gerade vorhin im Haus darüber geredet und mich vorgeschlagen, um eine Redaktion zu gründen. Nagiller sollte mich sofort fragen. Ich sagte einfach ja, ging tags darauf zu meinem damaligen Direktor Peter Radel, der ziemlich aus den Wolken fiel – aber da man „Reisende nicht aufnehmen“ solle, war die Sache erledigt.

Ein allererstes Konzept für eine kleine Redaktion war schnell fertig, ich bezog zu Jahresbeginn 1991 ein kleines Zimmer im (immer schon geliebten) Funkhaus und dachte mit meinem neuen Direktor über die Ressourcen nach: „Du wirst Leute brauchen.“ Naja, schon, der Betrieb der Redaktion, sollte ja fast rund um die Uhr laufen. Da ich immer noch gute Beziehungen zur ZAMG und ohnehin zum Flugwetterdienst hatte, konnte ich über diese Schiene und via Schneeball-effekt junge Meteorologen oder Studierende finden und engagieren. Gleich zu Beginn wurde mir klar, dass ich als so ziemlich einziger Nichtmeteorologe nun den „Studierten“

einiges beizubringen hatte, was mitunter heikel war. Es galt zudem einen Weg zu finden, wie wir Zusammenarbeit mit den Wetterdiensten und eine gewisse gebotene mediale Emanzipation von diesen kombinieren und die Berichterstattung auf eine neue Basis stellen konnten. Noch gab es das mittlerweile vergessene Medium „Telex“, womit täglich mehrmals Texte und Messwerte der ZAMG übermittelt wurden, die dann 1:1 in die Nachrichten kamen. Das war entschieden zu wenig. Und so wie in den Nachrichten und Journalen vermehrt auf O-Töne, also Interviews, Expertenaussagen, Kommentare, etc. gesetzt wurde, sollte auch das Wetter von den frisch gebackenen Wetterredakteuren präsentiert werden. Im Lauf des Jahres 1991 kamen zunächst alle das Wetter betreffenden Nachrichtentexte aus der Redaktion und danach bald die Präsenz am Mikrofon. Das war absolut neu, vorbereitet durch intensives Sprach- und Sprechtraining. Sogar der berühmte deutsche Sprach-Halbgott Wolf Schneider wurde zu einem Seminar eingeflogen. Administrativ und organisatorisch gab es freilich Hürden: Wir wurden zunächst Ö3, somit der „Unterhaltung“ zugeordnet – ein Unding, wenn es auch mit einem befreundeten Chef Dieter Dorner nicht schwierig war. Die Sache war freilich mehr als schief und so kämpfte ich darum, die Redaktion in den Aktuellen Dienst zu bekommen, was auch gelang.

Doch aller Aufwand lohnte sich bald, Kollegen aus Deutschland kamen, sich unser Modell anzusehen, andere Medien wurden auf uns aufmerksam, und allfällige klimatische Verwerfungen mit den Wetterdiensten wurden ausgeräumt. Wesentlich dabei waren in den ersten Jahren tägliche Wetterbesprechungen mit abwechselnd ZAMG- und Flugmeteorologen in der Redaktion. Innerbetriebliche Anerkennung blieb nicht aus: Man übertrug mir die Verantwortung für alle Wetterbelange des ORF, was in der

Praxis schwierig zu erfüllen war – denken wir an Fernsehen und neun Landesstudios! Und ausgerechnet ab dem schrecklichen Tag „9/11“ im Jahr 2001 begann die Redaktion auch für das Wetter auf orf.at, verantwortlich zu sein und war somit im Internet präsent.

Was war das neue: eine eigene verantwortliche Redaktion, von allen Floskeln entschlackte Sprache, Ehrlichkeit, also die Erwähnung von Unsicherheiten oder gar Irrtümern, Regionalisierung – auch wenn mitunter riskant, Nowcasting, Warnungen, etc., Meteorologen-Redakteure, die selbst präsentieren, und die Möglichkeit neben der Routine auch eigene Beiträge, bisweilen ganze Wissenschaftssendungen zu speziellen Themen, zu gestalten (etwa Sonnblick- und Conrad-Observatorium, Seismik, Alltagsastronomie, etc). Ein ganz wesentlicher Schritt war die Übernahme der Wetterinformation im Internet auf orf.at im September 2001 durch die Redaktion.

Die Kolleginnen und Kollegen waren zunächst fast ausschließlich „Freie Mitarbeiter“ auf Honorarbasis gewesen, doch wiederholte Budget- und Kapazitätsengpässe sowie ein Umdenken im gesamten Unternehmen machten es möglich, mit den Jahren alle in ein Angestelltenverhältnis zu überführen. Dennoch war es nicht immer leicht, den Betrieb reibungslos aufrechtzuerhalten, denn eine kleine Redaktion, die 365 Tage im Jahr fast rund um die Uhr zu arbeiten hat, kommt zwangsläufig mit Überstunden- und Kollektivertragsbestimmungen in Konflikt. Ein minutiöser und ständig adaptierter Dienstplan war dabei die einzige Chance sowie Überzeugungsarbeit bei Betriebsräten und Personalbüro.

Ich konnte mich glücklich schätzen, mit ausgezeichneten Kolleginnen und Kollegen ein Produkt zu entwickeln, das bald unverzichtbar wurde und es wohl auch ist. Und noch etwas kommt ganz wesentlich dazu:

die segensreiche Entwicklung der Prognosemodelle und anderer Quellen sowie die zunehmend flächendeckende Versorgung Österreichs mit TAWES-Stationen. All diese professionellen Daten (Modelle, Radar, ALDIS, TAWES, etc.) für die Redaktion zu bekommen, war Ergebnis von Verhandlungen mit den Wetterdiensten im Lichte der überzeugenden Qualität der Leistungen der Redaktion in einem fairen Miteinander. Dass es Begehrlichkeiten von außen gab, die Redaktionsarbeit komplett „auszulagern“, könnte man nahezu als schmeichelhaft bezeichnen – sie konnten nicht ohne einigen Aufwand abgewehrt werden. 2008 konnte ich dankbar die Leitung der Redaktion in jüngere Hände legen.

Von Peter Sterzinger übernimmt nun *Alois Holzer*, der aktuelle Leiter der Wetterredaktion, die Schreibfeder:

Ich möchte mich auf einen speziellen Aspekt der Wetterredaktion konzentrieren, und zwar auf die wichtigste Neuerung der vergangenen 20 Jahre. Im Juni 2003 begannen wir nach der Ausrichtung eines national und international besetzten Symposiums zum Thema Wetterwarnungen mit den „Ö3-Wetterwarnungen“. Zu diesem Zeitpunkt waren für die breite Öffentlichkeit meteorologische Warninformationen noch kaum erhältlich. In den folgenden Jahren wurde dann auch seitens staatlicher Stellen ein leicht zugängliches Warnangebot ausgebaut.

Das Konzept hinter den Ö3-Wetterwarnungen war von Anfang an ein auswirkungsbezogenes. In den vergangenen Jahren konnte man in internationalen Fachkreisen viel von „impact based warnings“ hören. Uns Leuten von der Medienmeteorologie-Schiene war es von Anfang an klar, dass Warnungen in einem nationalen Mainstream-Medium (wie Ö3) nur dann eine Chance auf dauerhaften Bestand haben können,

wenn sie das laufende Programm subjektiv nicht „unnötig oft stören“, ein hohes Dringlichkeits- und Relevanzniveau besitzen, also für die Betroffenen deutliche Einschränkungen im täglichen Ablauf oder gar Gefahr für Leib und Leben bedeuten, und idealerweise gleichzeitig auch noch interessanten News-Charakter besitzen. Die Warnschwelle ist daher relativ hoch angesetzt und berücksichtigt etwa auch nicht jene Fälle, wo sich Personen bewusst in erhöhtes Risiko begeben, wie das bei einigen Sportarten oder generell in sehr entlegenen Gebirgsregionen der Fall sein kann.

Wir warnen im Fall der konvektiven Ereignisse auch nicht vor jedem Gewitter – obwohl freilich bereits ein einzelner Blitzschlag ernste Folgen haben kann, sondern nur vor außergewöhnlich schweren Gewittern, etwa wenn es sich um gefährliche Sturmböen oder großen Hagel oder die Gefahr von Sturzbächen und Überflutungen handelt.

Tendenziell zurückhaltend sind wir auch in jenen Situationen, in denen der verwertbare Informationsgewinn gegen null geht. Also etwa bei den sogenannten „medium/high CAPE – low shear“ Gewitterlagen, die bei feuchten Verhältnissen zwar eine hohe Zahl an Gewittern zur Folge haben, bei den einzelnen Zellen in ihrer Entwicklung und Zugbahn jedoch eine sehr schlechte Vorhersagbarkeit aufweisen. Zudem sind nur wenige der vielen Zellen auch tatsächlich problematisch. Die False-Alarm-Rate wäre hier also schlecht, zudem die Vorwarnzeit aufgrund der Kurzlebigkeit und schlechten Organisation der Zellen kaum vorhanden. Anders gesagt: Wenn ich bereits mitten im heftigen Gewitter bin, ist es zu spät für die Warnung.

Unsere Unwetterwarnungen fallen in die Kategorie der „storm based warnings“, wo wir in der Regel versuchen die einzelne Unwetterzelle für die kommende halbe Stun-

de bis Stunde manuell zu „bewarnen“ – beziehungsweise die davon potentiell Betroffenen. Dafür verwenden wir alle verfügbaren Nowcasting-Tools, zuvorderst natürlich Radar, aber beispielsweise auch das dichte österreichische Wetterstationsnetz und davon abgeleitete Produkte. Die Warnentscheidung fällt dabei manchmal unmittelbar im Studio vor dem Radio-Mikrofon, wo wir am „Wetter-Moderationsplatz“ bei Ö3 mit allen laufenden Informationen auf den Bildschirmen vor uns ausgestattet sind. Die Ö3-Wetterwarnungen werden also zum Teil sehr spontan und jedenfalls immer live auf Sendung formuliert, was für die hohe Aktualität, Prägnanz und Hörerinnen- und Hörernähe entscheidend ist. Den diensthabenden Meteorologinnen und Meteorologen am Mikrofonen wir durch dieses Konzept fachlich viel zu, und wir versuchen daher durch Fortbildungen den Stand des Wissens hoch zu halten.

Im Gegensatz zu Warnungen, die sich vorwiegend aus Nowcasting-Informationen speisen, haben großflächige oder längerfristige Warnungen eine längere Vorbereitungszeit. So konnten wir in außergewöhnlichen Fällen manchmal sogar schon mit vorab geplanten Außeneinsätzen in der betroffenen Region punkten. Wir haben beispielsweise Anfang Dezember 2020 aus dem tagelang eingeschneiten und von Lawinen bedrohten Heiligenblut berichtet und mit dem Plus der lokalen Zusatzinformationen gewarnt. Alle Warnungen basieren freilich immer auf den offiziellen Informationen und Daten von ZAMG, Lawinenwarndiensten, hydrographischen Diensten, usw.

Gerade wenn es um auswirkungsbezogene Informationen geht, sind Einsichten in die lokalen Probleme und Gefahrenlagen ein unschätzbare Vorteil, der es ermöglicht ansonsten vielleicht eher abstrakte Informationen über zu erwartende Neuschneemengen

oder Lawinen auf den praktischen Boden der Betroffenen zu bringen. Und solange die Mobilfunkversorgung aufrecht ist und man mit ausreichend Akkus versorgt ist, kann man auch in einem auf dem Straßenweg von der Außenwelt abgeschnittenen Weiler bei Stromausfall und Kerzenschein noch gut als Forecaster arbeiten und live im Radio berichten. Das Feedback auf diesen Außeneinsatz in Heiligenblut war jedenfalls lokal und national sehr positiv.

Aber auch abseits von Wetterwarnungen, also im ganz normalen Alltagswetter – das trotzdem fast immer seine Prognose-Tücken hat – versuchen wir die in der jeweiligen Situation relevantesten Informationen zu präsentieren. Nicht nur, dass Sendezeiten und Textformate in ihren Längen oft eng beschränkt sind, auch die Aufnahmekapazität der Nutzerinnen und Nutzer ist es. Für Radio-Informationen mit dicht gedrängten Faktenansammlungen, und das sind Wetterberichte, lässt sich die Aufmerksamkeit kaum länger als 40 Sekunden gewinnen strapazieren, wie diverse Untersuchungen in den vergangenen Jahren gezeigt haben. Wird ohne zusätzliche Gliederung oder emotionale Gedankenstützen länger als 40 Sekunden vom selben Präsentator gesprochen, so sinkt bei den Hörenden sogar die absolute Zahl der memorierten Informationseinheiten von Wetterberichten, nicht nur die relative(!).

Daher geht es bei uns weniger um die vollständige (nach welchen Kriterien auch immer) Abhandlung diverser Prognosekategorien, etwa von der Windrichtung bis hin zur Bergtemperatur in 2000 m Höhe, als vielmehr um eine möglichst gute Übermittlung der in der jeweiligen Situation relevantesten und nützlichsten Happen. Dennoch versuchen wir möglichst gut das ganze Land abzudecken – oft ein Drahtseilakt.

Und so bleibt trotz Smartphone und

Apps und gerade aufgrund der immer noch steigenden Dichte an Prognoseunterlagen für die Wetterredakteurinnen und Wetterredakteure die unverändert vornehme Aufgabe einer Übersetzungsarbeit. Zu übersetzen sind Daten in verwertbare Informationen, es sind große Informationsmengen in memorierbare und für die breite Masse verständliche Themenblöcke zu reduzieren. So kommt zur Übersetzungsarbeit also auch immer die journalistische Reduktionsarbeit, wobei gerade dieses Weglassen und Auswählen oft am schwersten fällt. Gut gemacht werden Übersetzung und Reduktion jedoch zu einem nützlichen Service. Dieses Service will außerdem je nach Medium und Zielgruppe unterschiedlich aufbereitet werden. Und so arbeiten beim ORF-Wetter derzeit für die diversen Medien und Kanäle (einschließlich TV) und in drei über den Tag verteilten Schichten insgesamt etwa 18 Wetterredakteurinnen und Wetterredakteure, die allermeisten in Teilzeit. Die Vollzeitäquivalente sind also deutlich geringer.

Das große Thema Klimawandel beackern wir beim ORF-Wetter vor allem in Form von Einordnungen der aktuellen Witterung und zeitnahen Vergleichen mit historischen Daten. Darüberhinausgehende Berichterstattung zum Klimathema wird derzeit maßgeblich von der Wissenschaftsredaktion geleistet, fallweise auch von anderen ORF-Ressorts. Über die zukünftige Zuständigkeit oder gar ein eigenes Klima-Ressort wird von der neuen ORF-Geschäftsführung entschieden werden.

Im Sommer 2022 sollen die Redaktionen des aktuellen Dienstes aus den bisher räumlich getrennten Wiener ORF-Standorten Ö3-Haus Heiligenstadt, Funkhaus Argentinierstraße und ORF-Zentrum am Küniglberg auf

selbigem in einen gemeinsamen multimedialen Newsroom einziehen – so auch das multimediale Wetter als weiterhin wichtiger Teil der aktuellen ORF-Information – mit Wetterinformationen für die TV-Kanäle des ORF, für 13 Radiosender – von Ö1 über Radio Vorarlberg bis FM4, für den ORF-Teletext, und von wetter.orf.at bis hin zu diversen Social Media Kanälen und zum neuen ORF-Player.



Blick in die Wetterredaktion im Funkhaus-Newscenter im Jahr 2005 mit Wetterredakteur Mag. Gerold Stein (Copyright: Alois M. Holzer).



In Corona-Zeiten fast undenkbar: Zusammenarbeit in der Wetterredaktion im ORF-Funkhaus auf engstem Raum im Jahr 2005 (Copyright: Alois M. Holzer).

¹ZAMG, ²VetMed

40 Jahre Geruchsforschung der Interessensgemeinschaft Geruch (igG) in Österreich

Martin Piringer¹ und Günther Schaubberger²

Das Thema Umweltgeruch stand über Jahrzehnte im Vordergrund des gemeinsamen Wirkens von Günther Schaubberger von der Veterinärmedizinischen Universität Wien (Vetmeduni) und Martin Piringer von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Diese Zusammenarbeit wurde durch eine strategische Partnerschaft, unterzeichnet von Fritz Neuwirth für die ZAMG und dem Institut für Medizinische Physik und Biostatistik der Veterinärmedizinischen Universität Wien, im Jahr 2003 institutionalisiert. Damit war die Interessensgemeinschaft Geruch (igG) zwischen Vetmeduni und ZAMG begründet. Im Folgenden werden nach den ersten Anfängen der Geruchsforschung die Leistungen der igG präsentiert. Daran anschließend werden weitere österreichische Forschungsaktivitäten im Bereich des Umweltgeruchs dargestellt.

Der Mensch nimmt Geruch in der Umwelt über die Intensität der Geruchswahrnehmung sowie über die Qualität des Geruchs (angenehm versus unangenehm), die Hedonik, wahr. Für die Beurteilung von Umweltgeruch wird jedoch die Konzentration von Geruchsstoffen herangezogen, die eine Geruchswahrnehmung bedingen. Die Ge-

ruchstoffkonzentration (Immissionskonzentration) kann in der Umwelt mit Hilfe des Emissionsmassenstroms der Geruchsstoffe (GE/s, GE=Geruchseinheiten) und einem Ausbreitungsmodell berechnet werden (Piringer und Schaubberger, 2013).

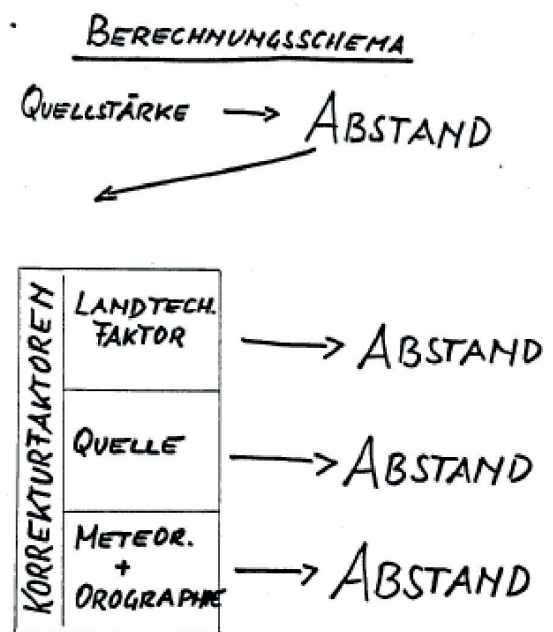


Abb. 1: Konzept der vorläufigen österreichischen Richtlinie (aus: Bartussek et al. (1987)).

Der Zusammenhang zwischen der Intensität der Wahrnehmung und der Geruchs-

stoffkonzentration wird über das Weber-Fechnersche Gesetz beschrieben (z.B. *Wu et al. (2016)*).



Abb. 2: Österreichische Richtlinie 1995 bis 2017.

In den 80er Jahren existierte eine Arbeitsgruppe, geleitet von Prof. Hermann Willinger, die das sogenannte „Kriterium Massentierhaltung“ publizierte, ein Konvolut, in dem unter anderem der Beitrag der ZAMG darin bestand, auf der Basis einer Einheitsemission beispielhaft entfernungsabhängige Verdünnungsfaktoren als Immissionen zu berechnen (*Eder et al., 1986*). Nach dem unerwartet frühen Tod Willingers hat Günther Schauburger in weiterer Folge die Leitung dieser Arbeitsgruppe übernommen, und damit wurde der Grundstein für das spätere gemeinsame wissenschaftliche Interesse, den Umweltgeruch, gelegt.

Von Beginn an entwickelten sich die

Tätigkeiten entlang zweier Schwerpunkte: der Richtlinienarbeit einerseits, der Ausbreitungsrechnung andererseits. Bereits in *Bartussek et al. (1987)* fand sich die Struktur der späteren Richtlinie (**Abb. 1**), die über 20 Jahre erfolgreich den Schutzabstand zwischen Stallungen und Wohnbebauungen festlegte. Sie trug das Wort „Vorläufig“ im Titel, da das damalige Umweltministerium der Meinung war, dass bis zur Erlassung einer „endgültigen“ Richtlinie noch einige Schritte notwendig wären, und wurde liebevoll mit „VÖRL“ abgekürzt (**Abb. 2**). Sie enthielt im Wesentlichen zwei Teile, die Bestimmung der Geruchszahl zur Quantifizierung der Emission, sowie die Ermittlung eines richtungsabhängigen Schutzabstandes, in dessen Berechnung neben dem meteorologischen ein Gelände- und ein Raumordnungsfaktor eingingen. Sie wurde komplett in der Zeitschrift „Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft“ publiziert (*Schauburger et al., 1997*).

Der Erfolg dieser vorläufigen Richtlinie lag in einem vereinfachten empirischen Ansatz, mit dessen Hilfe die Schutzabstände von Stallungen gegenüber der Wohnbebauung für 45° Sektoren berechnet werden konnten. Darin wurden Faktoren entwickelt, die z.B. die Art der Fütterung, die Lüftungstechnische Anlage des Stalles und die Mistlagerung berücksichtigten. Diese Faktoren konnten auch bei Bauverfahren in der Diskussion zwischen den Anrainern und dem Konsenswerber genutzt werden, um Verbesserungen der Immissionssituation festzulegen und im Bauverfahren in Form von Auflagen vorzuschreiben.

Das empirische Verfahren der vorläufigen Richtlinie wurde 15 Jahre später im Zuge der Überarbeitung der Richtlinie durch ein neues Verfahren dahingehend verbessert, dass nun die Schutzabstände für 10°-Sektoren berechnet wurden und die Emission nicht nur durch die Tierzahl, sondern

auch durch Emissionsfaktoren der VDI 3894 Blatt 1 (2011) quantifiziert werden. Der Vorteil dieser empirischen Verfahren liegt in der einfachen Anwendung mit Hilfe von Windstatistiken anstelle von Stundenwerten (Brancher et al., 2020c; Schaubberger et al., 2012a). Diese Verfahren sind besonders bei ersten Abschätzungen hilfreich, ob ein geplanter Standort eines Stalles geeignet ist, um Geruchsbelastigungen bei den Anrainern der umliegenden Wohnbebauung zu vermeiden. Ein solcher empirischer Ansatz wurde in analoger Form auch für die VDI 3894 Blatt 2 (2012) entwickelt (Schaubberger et al., 2012c). Leider scheiterte dieses ambitionierte Vorhaben, ein zeitgemäßes empirisches Abschätzungsverfahren für die Schutzabstände in der zu überarbeitenden Richtlinie zu implementieren, an der Mehrzahl der Mitglieder einer Arbeitsgruppe des damaligen BMLFUW (Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft). Die neue Richtlinie ist nur eine leicht modifizierte Version der alten VÖRL, die außerdem keine Anleitung zur praktischen Ermittlung von Schutzabständen mehr enthält (BMLFUW, 2017).

In Piringer and Schaubberger (1999) wurde der Grundstein für die Entwicklung des AODM, des „Austrian Odour Dispersion Model“, gelegt. Das im AODM verwendete Ausbreitungsmodell ist das in Österreich lange für Begutachtungen eingesetzte Gauß'sche Ausbreitungsmodell der ÖNorm M 9440 (1992/1996), das Halbstundenmittelwerte der Geruchskonzentrationen liefert. Für die Geruchsrezeption durch den Menschen sind jedoch nicht Halbstundenmittelwerte von Geruchskonzentrationen, sondern kurzfristig – im Bereich von wenigen Sekunden – auftretende Spitzenwerte von Bedeutung (Schaubberger et al., 2000; Schaubberger et al., 2012b). Die Parametrisierung des Verhältnisses von Spitzen- zu Mittelwert („peak-to-mean“) erfolgt im AODM in Ab-

hängigkeit von den meteorologischen Bedingungen. Das Ergebnis des sogenannten „peak-to-mean“-Moduls im AODM sind stabilitätsabhängige Abklingkurven (Abb. 3). Dieser Ansatz wurde mit dem sogenannten Uttenweiler-Datensatz validiert (Piringer and Baumann-Stanzer, 2009). Unter Verwendung des peak-to-mean Ansatzes verbesserte sich die Übereinstimmung mit den Messwerten, verglichen mit dem ursprünglichen Gauß-Modell. Allerdings fanden die Messungen des Uttenweiler-Datensatzes allein bei neutralen Bedingungen und mäßigem Wind statt. Eine sorgfältige Re-Analyse dieses dennoch wichtigen Datensatzes findet sich in Brancher et al. (2020a).

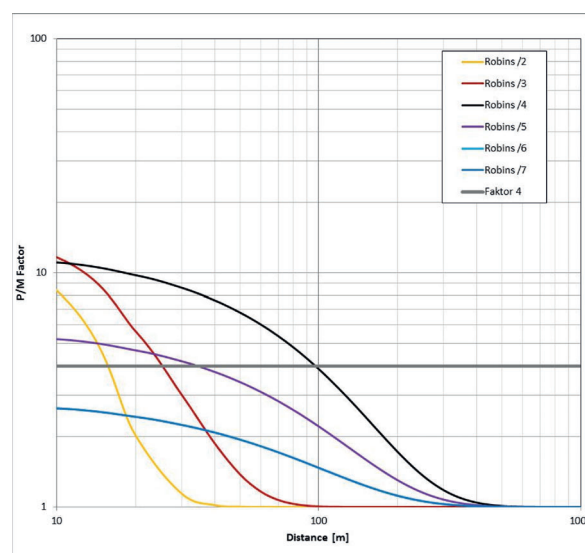


Abb. 3: Peak-to-mean-Faktoren in Abhängigkeit von Ausbreitungsclassen und Entfernung, aus Piringer et al. (2015).

Neben den rein meteorologischen Fragestellungen, die die Ausbreitung der Geruchsstoffe in der Atmosphäre mit Hilfe von Ausbreitungsmodellen betreffen, wurden auch Emissionsmodelle für Geruchsstoffe entwickelt sowie Bewertungskriterien untersucht, mit deren Hilfe die Belästigung der Wohnbevölkerung anhand der Geruchsexposition bestimmt werden kann.

Die Geruchsemission kann mit Hilfe von Emissionsfaktoren und entsprechenden Aktivitätswerten bestimmt werden (z.B., mit der Geruchsemission für ein Mastschwein und der Anzahl der Tiere). Dies liefert einen Jahresmittelwert der Emission. Die Freisetzung der Geruchsstoffe im Stall hängt jedoch von der Stalltemperatur, der Luftbewegung im Stall (abhängig vom Volumenstrom der Lüftungsanlage) und der physischen Aktivität der Tiere ab (Schauberger *et al.*, 2013a; Schauberger *et al.*, 1999). Damit ist es möglich, Zeitreihen der Geruchstoffemission für Ausbreitungsmodelle zu erstellen (Brancher *et al.*, 2020b; Schauberger *et al.*, 2018). Für industrielle und gewerbliche Quellen wurden aus Messungen der Immissionskonzentration von Geruchsstoffen mit Hilfe eines Monte-Carlo-Verfahrens vollständige Zeitreihen berechnet. Damit kann auch für technische Quellen wie für die Verbrennung von Sondermüll oder eine Kläranlage, deren Emissionsverhalten von Temperatur, Windgeschwindigkeit sowie Tageszeit abhängt, eine Zeitreihe der Geruchstoffemission abgeleitet werden (Schauberger *et al.*, 2013b; Schauberger *et al.*, 2011).

Die Ausbreitungsmodelle liefern Stundenmittelwerte der Geruchstoffkonzentration (Geruchsexposition) für einen bestimm-

ten Aufpunkt. Diese Zeitreihe der Geruchsexposition wird anhand eines Geruchsbeurteilungskriteriums beurteilt, um festzustellen, ob eine Geruchsbelästigung an dem Ort zu erwarten ist. Eine Geruchsimmission wird dann als belästigend beurteilt, wenn eine Geruchswahrnehmung in einem bestimmten Anteil von Stunden pro Jahr auftritt. In Wohngebieten sollten in nicht mehr als 10%, in Dorfgebieten mit landwirtschaftlicher Nutzung in nicht mehr als 15% der Jahresstunden Geruchswahrnehmungen auftreten. Daraus lassen sich mit Hilfe von Ausbreitungsberechnungen jene richtungsabhängigen Abstände festlegen, wo dieses Kriterium erfüllt ist. In einem Vergleich wurden die Schutzabstände von verschiedenen nationalen Geruchsbeurteilungskriterien auf ihre Eignung für die Festlegung von Schutzabständen untersucht (Sommer-Quabach *et al.*, 2014). Solche Untersuchungen sind im Hinblick auf die Festlegung von nationalen Grenz- bzw. Richtwerten von Bedeutung. Neben der Häufigkeit der Geruchswahrnehmung sind jedoch auch andere modulierende Kriterien bei der Beurteilung von Geruchsbelästigung heranzuziehen. Dazu gehört die Tages- und Jahreszeit der Geruchswahrnehmung (Schauberger *et al.*, 2000, 2006; Zhang *et al.*, 2021), die Hedonik sowie auch die Ortsüblichkeit.



Abb. 4: ORF-Aufnahmen einer Fahnenbegehung 2005 für die Sendung Modern Times.



Abb. 5: Chinese-Austrian Workshops on Environmental Odour in den Jahren 2015, 2017 und 2019.

In späteren Jahren fanden zwei wichtige Weiterentwicklungen im AODM statt: die Verwendung von Ultraschall-Anemometermessungen zur Gewinnung von standortspezifischen Abklingkurven und die Anpassung des Konzepts an das Lagrange-Modell LASAT (Piringer et al., 2015, 2016). In diesen Arbeiten wird auch gezeigt, wie stark die standortspezifischen Schutzabstände variieren können.

In den letzten Jahren haben Öttl und Ferrero (2017) das Konzentrations-Varianz-Modell entwickelt, mit dem eine realistischere räumliche Verteilung der peak-to-mean Faktoren erreicht wird; die Werte können auch, im Gegensatz zur AODM-Methode, an den Rändern einer Geruchsfahne vergleichsweise hohe Werte annehmen (Brancher et al., 2020a). Der Wertebereich liegt generell zwischen 1,5 und 4. Dieser Ansatz wird gerade an der ZAMG in das Modell LASAT im Post-Processing integriert und wird künftig für die Ermittlung der Häufigkeit von Geruchswahrnehmungen und die sich daraus ergebenden Schutzabstände angewendet werden.

Schauberger und Piringer führten auch die eine oder andere Felduntersuchung ge-

meinsam durch. Bei einer Fahnenbegehung für Geruchsstoffe einer Biogasanlage und der offenen Lagerung der Gärstoffe lokalisierten sie mit Studenten die Fahne mit Hilfe der Wahrnehmung der Geruchsintensität, und durch eine inverse Ausbreitungsberechnung wurde die Geruchstoffemission quantifiziert (VDI 3940 Blatt 2, 2006). Das Sichtbarmachen der Fahne durch farbigen Rauch diente nur den Aufnahmen, die der ORF dabei durchgeführt hat (Abb. 4).

Im Jahr 2015 begann eine intensive Zusammenarbeit mit China. Insgesamt wurden drei Workshops zum Thema Umweltgeruch organisiert, beginnend an der Tianjin University in Tianjin 2015, an der Tongji University in Shanghai 2017 und zuletzt an der University of Science and Technology in Beijing 2019 (Abb. 5). Neben den Workshops kamen auch einige interessante Kooperationen zustande, besonders mit Chuandong Wu (Wu et al., 2016; Wu et al., 2019), wodurch auch immer wieder chinesische Delegationen nach Österreich kommen. Bei diesen Workshops wurden von den Autoren dieses Beitrags Überblicke und Einführungen in die gesamte Kette des Geruchsthemas gegeben, von der Emission über die Ausbreitung bis zur Wahrnehmung und notwendigen Verminderungs- und Vermeidungsstrategien (Schauberger und He (Eds), 2017; Schauberger und Meng (Eds), 2015).

Zu einer regen Publikationstätigkeit hat auch das Austrian Climate Research Program (ACRP)-Projekt PiPoCool geführt, in dem in einem Konsortium zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, der Universität für Bodenkultur und der Veterinärmedizinischen Universität der Einfluss der globalen Erwärmung auf die landwirtschaftliche Nutztierhaltung untersucht wurde (Hörtenhuber et al., 2020; Mikovits et al., 2019; Piringer et al., 2019; Schauberger et al., 2020; Schauberger et

al., 2019; Schaubberger et al., 2018; Schaubberger et al., 2021; Vitt et al., 2017). Dabei wurde insbesondere die Effizienz unterschiedlicher technischer und organisatorischer Möglichkeiten zur Stallkühlung untersucht und bewertet. In Piringer et al. (2019) wurde gezeigt, wie sich die Schutzabstände zwischen landwirtschaftlicher Nutztierhaltung und der angrenzenden Wohnbevölkerung ändern könnten. Eine im künftigen Klima zu erwartende Zunahme der Schutzabstände bei gleichen Haltungsbedingungen könnte für Landwirte eine Ertragsminderung bedeuten (Abb. 6).

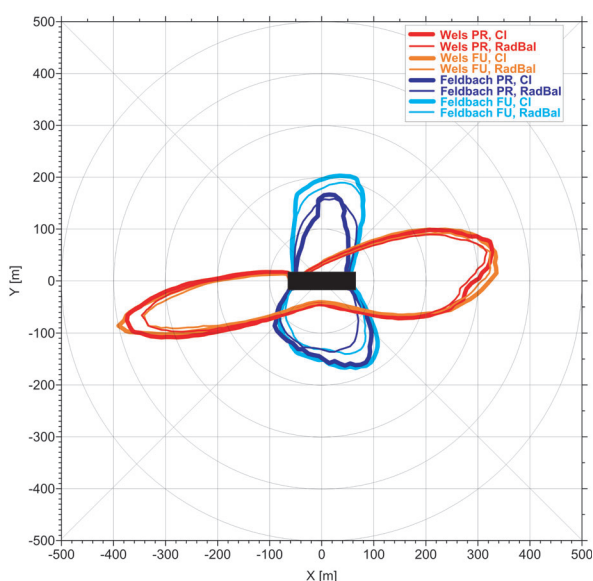


Abb. 6: Richtungsabhängige Schutzabstände (m) für 10% Überschreitungshäufigkeit (reine Wohngebiete) in Feldbach und Wels, sowohl für PR („present climate“ (1981–2010)) und FU („future climate“ (2036–2065)); Stabilitätsklassen basierend auf einer Kombination von Bewölkung und Windgeschwindigkeit (CI) und auf Strahlungsbilanz und Windgeschwindigkeit (RadBal); das schwarze Rechteck ist das Landwirtschaftsgebäude (aus Piringer et al. (2019)).

Die Autoren engagierten sich in den letzten Jahren auch als Herausgeber von Sonderheften wissenschaftlicher Journale (Piringer und Schaubberger, 2020). Damit gelang es auch, Kooperationen zu initiieren. Dazu ge-

hörten Gastaufenthalte von Théophane Costablos, Ecole Nationale de la Météorologie, und von Marzio Invernizzi, Politecnico di Milano (Invernizzi et al., 2020). Auch die sehr erfolgreiche Zusammenarbeit mit Marlon Brancher von der Federal University of Santa Catarina in Brasilien ging auf einen Gastaufenthalt im Rahmen seines PhD-Programms zurück. Nach der erfolgreichen Bewerbung um ein Lise-Meitner-Stipendium teilte Marlon Brancher seinen Arbeitsplatz zwischen der ZAMG und der Vetmeduni auf. Viele Arbeiten wurden dadurch möglich (Brancher et al., 2020a; Brancher et al., 2020b; Brancher et al., 2019a; Brancher et al., 2019b; Brancher et al., 2020c).

Auch außerhalb der igG sind in Österreich einige Forschungsaktivitäten im Bereich des Umweltgeruchs zu verzeichnen. Dazu gehört eine engagierte Gruppe, die in den Landesregierungen vor allem im Bereich des Gewerberechts sowie des Baurechts im Bereich der Landwirtschaft aktiv ist. Bereits in der Arbeitsgruppe, die die vorläufige Richtlinie entwickelt hatte, war eine starke steirische Gruppe aktiv (Michael Köck, Franz Pichler-Semmelrock und Johann Eder). Auf Initiative der Landesregierungen sind auch einige technische Grundlagen erschienen, die unter anderem Geruch zum Thema haben. Dazu gehören die Ausbreitung von Luftschadstoffen im Nahbereich von Quellen (BMWFJ, 1996, 2010) und Emissionsfaktoren für Selch-, Brat- und Backanlagen sowie für die Lebensmittelverarbeitung (BMDW, 2020; BMWFJ, 2004, 2009).

Die Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichische Akademie der Wissenschaften hat bereits im Jahr 1994 Geruchsbewertungskriterien herausgegeben (ÖAW, 1994), die in Ermangelung von legislativen Richt- oder Grenzwerten immer wieder zur Beurteilung der Geruchsbelästigung heran-

gezogen werden. Diese Kommission der ÖAW hat auch eine Arbeitsgruppe Geruch (Leitung: G. Schaubberger) eingerichtet, die an der Kurorterrichtlinie mitgearbeitet hat (Baumann *et al.*, 2013). Von der neuen Kommission für Klima und Luftqualität der ÖAW wurde auch ein Beitrag über Geruch in Innenräumen publiziert (Schaubberger and Schlacher, 2018).

Michael Mandl hat vor einigen Jahren das Forum Geruch initiiert, das sich mit Fragen des Umweltgeruchs in Österreich beschäftigt. Daraus sind in den letzten Jahren einige Arbeiten entstanden, die sich mit der Dosis-Wirkungsfunktion von Geruchsbelästigungen durch Geruchstoffexpositionen beschäftigen, die damit auch eine Grundlage für spezifisch österreichische Geruchsbewertungskriterien darstellen könnte (Moshhammer *et al.*, 2019; Weitensfelder *et al.*, 2019). Weiters wurde eine Richtlinie für Umweltgeruch der Steiermärkischen und der Salzburger Landesregierungen herausgegeben, die erstmals Geruchsbewertungskriterien für kontinuierliche und diskontinuierliche Geruchsstoffquellen angibt, wobei auch die Hedonik berücksichtigt wird

(Öttl *et al.*, 2018). In diesem Zusammenhang ist auch die Initiative für die Entwicklung des Lagrangen Partikelmodells GRAL zu erwähnen, dass durch die freie Verfügbarkeit eine breite Anwendung in Österreich gefunden hat (Öttl, 2018). Neben der Beurteilung der Luftqualität und des Auftretens von Geruchsbelästigung anhand der Geruchstoffexposition wird eine medizinische Bewertung von Geruchsimmissionen bei Genehmigungsverfahren oftmals gefordert. Ein Leitfaden für solche Beurteilungen wurde kürzlich aktualisiert (Hutter *et al.*, 2016).

Umweltgeruch wird auch in Zukunft ein relevantes Forschungsgebiet bleiben. Immerhin gibt es in Österreich bis heute z. B. keine verbindlichen Grenzwerte für die Geruchstoffexposition. Brancher *et al.* (2019b) konnten zeigen, dass die in unterschiedlichen Ländern existierenden Geruchsbewertungskriterien keineswegs zu analogen Schutzabständen für vergleichbare Nutzungen (z. B. Wohn- oder Dorfgebiete) führen. Für den wissenschaftlichen Nachwuchs gibt es also ein breites Betätigungsfeld.

Literatur

- ▷ Bartussek, H., Eder, J., Häusler, F., Köck, M., Lazar, R., Quendler, T., Piringer, M., Schaubberger, G., Strauss, G., Thiemann, G., Willinger, H., 1987. Richtlinien zum Immissionsschutz in der Intensiv- und Massentierhaltung, Vienna, Austria, p. 61.
- ▷ Baumann, R., Brandstätter, M., Heimburger, G., Kranabetter, A., Moshhammer, H., Oitzl, S., Rau, G., Schaubberger, G., Schauer, U., Scheicher, E., Schopper, A., Weber, A., Wieger, G., 2013. Richtlinie zur Erfassung und Bewertung der Luftqualität in Kurorten, in: Kommission für Klima und Luftqualität (Ed.), Österreichische Akademie der Wissenschaften, Vienna, Austria, p. 63.
- ▷ BMDW, 2020. Technische Grundlage für die Beurteilung und Minderung von Gerüchen in der Lebensmittelverarbeitung. Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Wien.
- ▷ BMLFUW, 2017. Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Bundesministerium für Landwirtschaft, Forst, Umwelt und Wasser, Wien.
- ▷ BMWFJ, 1996. Technische Grundlagen zur Berechnung der Ausbreitung von Luftschadstoffen im Nahbereich. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wien.
- ▷ BMWFJ, 2004. Technische Grundlage für die Beurteilung von Einwirkungen, die beim Betrieb von Koch-, Selch-, Brat- und Backanlagen auftreten können, und Abhilfemaßnahmen. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wien.
- ▷ BMWFJ, 2009. Technische Grundlage für die Beurteilung von Einwirkungen, die beim Betrieb von Koch-, Selch-, Brat- und Backanlagen auftreten können, und Abhilfemaßnahmen (Technische Grundlage Gerüche). Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wien.
- ▷ BMWFJ, 2010. Technische Grundlage zur Berechnung und Beurteilung von Immissionen im Nahbereich kleiner Quellen (Technische Grundlage Ausbreitungsrechnung). Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wien.

- ▷ Brancher, M., Hieden, A., Baumann-Stanzer, K., Schauburger, G., Piringer, M., 2020a. Performance evaluation of approaches to predict sub-hourly peak odour concentrations. *Atmospheric Environment: X* 7, 100076.
- ▷ Brancher, M., Knauder, W., Piringer, M., Schauburger, G., 2020b. Temporal variability in odour emissions: To what extent this matters for the assessment of annoyance using dispersion modelling. *Atmospheric Environment: X* 5, 100054.
- ▷ Brancher, M., Piringer, M., Franco, D., Filho, P. B., Lisboa, H. D. M., Schauburger, G., 2019a. Assessing the inter-annual variability of separation distances around odour sources to protect the residents from odour annoyance. *Journal of Environmental Sciences* 24, 11-24.
- ▷ Brancher, M., Piringer, M., Grauer, A. F., Schauburger, G., 2019b. Do odour impact criteria of different jurisdictions ensure analogous separation distances for an equivalent level of protection? *Journal of Environmental Management* 240, 394-403.
- ▷ Brancher, M., Piringer, M., Knauder, W., Wu, C., Griffiths, K. D., Schauburger, G., 2020c. Are empirical equations an appropriate tool to assess separation distances to avoid odour annoyance? *Atmosphere* 11, 678.
- ▷ Eder, J., Häusler, M., Koller, M., Lazar, R., Quendler, T., Pechinger, U., Piringer, M., Strauß, G., Thiemann, G., Weber, G., Willinger, H., 1986. Kriterium zur Feststellung des heutigen Standes der Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Intensiv- und Massentierhaltung. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz, Wien.
- ▷ Hörtenhuber, S. J., Schauburger, G., Mikovits, C., Schönhart, M., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Zollitsch, W., 2020. The effect of climate change-induced temperature increase on performance and environmental impact of intensive pig production systems. *Sustainability* 12, 9442.
- ▷ Hutter, H.-P., Altenburger, D., Bauer, N., Cervinka, R., Kociper, K., Kundi, M., Moshhammer, H., Neudorfer, E., Schauburger, G., Schlacher, R., Tappler, P., Wallner, P., 2016. Leitfaden - Medizinische Fakten zur Beurteilung von Geruchsimmissionen. Umweltschicht des Landes Steiermark, Graz, p. 90.
- ▷ Invernizzi, M., Brancher, M., Sironi, S., Capelli, L., Piringer, M., Schauburger, G., 2020. Odour impact assessment by considering short-term ambient concentrations: A multi-model and two-site comparison. *Environment International* 144, 105990.
- ▷ Mikovits, C., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., Schauburger, G., 2019. Impacts of global warming on confined livestock systems for growing-fattening pigs: simulation of heat stress for 1981 to 2017 in Central Europe. *International Journal of Biometeorology* 63, 221-230.
- ▷ Moshhammer, H., Oettl, D., Mandl, M., Kropsch, M., Weitensfelder, L., 2019. Comparing annoyance potency assessments for odors from different livestock animals. *Atmosphere* 10.
- ▷ ÖAW, 1994. Umweltwissenschaftliche Grundlagen und Zielsetzungen im Rahmen des Nationalen Umweltplans für die Bereiche Klima, Luft, Geruch und Lärm, in: Kommission für Reinhaltung der Luft der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Ed.), Schriftenreihe der Sektion I. Band 17. Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien.
- ▷ ÖNorm M 9440, 1992/1996. Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre; Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ▷ Öttl, D., 2018. Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 18.1. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz.
- ▷ Öttl, D., Ferrero, E., 2017. A simple model to assess odour hours for regulatory purposes. *Atmospheric Environment* 155, 162-173.
- ▷ Öttl, D., Moshhammer, H., Mandl, M., Weitensfelder, L., 2018. Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, Graz.
- ▷ Piringer, M., Baumann-Stanzer, K., 2009. Selected results of a model validation exercise. *Advances in Science and Research* 3, 13-16.
- ▷ Piringer, M., Knauder, W., Petz, E., Schauburger, G., 2015. A comparison of separation distances against odour annoyance calculated with two models. *Atmospheric Environment* 116, 22-35.
- ▷ Piringer, M., Knauder, W., Petz, E., Schauburger, G., 2016. Factors influencing separation distances against odour annoyance calculated by Gaussian and Lagrangian dispersion models. *Atmospheric Environment* 140, 69-83.
- ▷ Piringer, M., Schauburger, G., 1999. Comparison of a Gaussian diffusion model with guidelines for calculating the separation distance between livestock farming and residential areas to avoid odour annoyance. *Atmospheric Environment* 33, 2219-2228.
- ▷ Piringer, M., Schauburger, G., 2013. Dispersion modelling for odour exposure assessment, in: Belgiorio, V., Naddeo, V., Zarra, T. (Eds.), *Odour Impact Assessment Handbook*. Wiley, pp. 125-176.

- ▷ Piringer, M., Schaubberger, G., 2020. Environmental Odour: Emission, Dispersion, and the Assessment of Annoyance. *Atmosphere* **11**, 896.
- ▷ Piringer, M., Schaubberger, G., Mikovits, C., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., 2019. Climate change impact on the dispersion of airborne emissions and the resulting separation distances to avoid odour annoyance. *Atmospheric Environment: X* **2**, 100021.
- ▷ Schaubberger, G., He, P. (Eds.), 2017. Proceedings of the 2nd Chinese-Austrian Workshop on Environmental Odour: Emission – Dispersion – Impact Assessment – Abatement. Austrian Contributions to Veterinary Epidemiology, pp. 63-71.
- ▷ Schaubberger, G., Hennig-Pauka, I., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Knauder, W., Anders, I., Andre, K., Schönhart, M., 2020. Efficacy of adaptation measures to alleviate heat stress in confined livestock buildings in temperate climate zones. *Biosystems Engineering* **200**, 157-175.
- ▷ Schaubberger, G., Lim, T. T., Ni, J. Q., Bundy, D. S., Haymore, B. L., Diehl, C. A., Duggirala, R. K., Heber, A. J., 2013a. Empirical model of odor emission from deep-pit swine finishing barns to derive a standardized odor emission factor. *Atmospheric Environment* **66**, 84-90.
- ▷ Schaubberger, G., Meng, Q. (Eds.), 2015. 1st Chinese-Austrian Workshop on Environmental Odour: Emission – Dispersion – Impact assessment. Austrian Contributions to Veterinary Epidemiology, Tianjin, China.
- ▷ Schaubberger, G., Mikovits, C., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Knauder, W., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., 2019. Global warming impact in confined livestock buildings: efficacy of adaptation measures to reduce heat stress for growing-fattening pigs. *Climatic Change* **156**, 567-587.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Baumann-Stanzer, K., Knauder, W., Petz, E., 2013b. Use of a Monte Carlo technique to complete a fragmented set of H₂S emission rates from a wastewater treatment plant. *Journal of Hazardous Materials* **263**, 694-701.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Eder, J., Fiebiger, H., Köck, M., Lazar, R., Pichler-Semmelrock, F., Quendler, T., Swoboda, M., Thiemann, G., Teufelhart, J., 1997. Austrian guideline to assess ambient air pollution from livestock buildings. *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft* **57**, 399-408.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Jovanovic, O., Petz, E., 2012a. A new empirical model to calculate separation distances between livestock buildings and residential areas applied to the Austrian guideline to avoid odour nuisance. *Atmospheric Environment* **47**, 341-347.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Knauder, W., Petz, E., 2011. Odour emissions from a waste treatment plant using an inverse dispersion technique. *Atmospheric Environment* **45**, 1639-1647.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Mikovits, C., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., 2018. Impact of global warming on the odour and ammonia emissions of livestock buildings used for fattening pigs. *Biosystems Engineering* **175**, 106-114.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Petz, E., 1999. Diurnal and annual variation of odour emission from animal houses: A model calculation for fattening pigs. *Journal of Agricultural and Engineering Research* **74**, 251-259.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Petz, E., 2000. Diurnal and annual variation of the sensation distance of odour emitted by livestock buildings calculated by the Austrian odour dispersion model (AODM). *Atmospheric Environment* **34**, 4839-4851.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Petz, E., 2006. Odour episodes in the vicinity of livestock buildings: A qualitative comparison of odour complaint statistics with model calculations. *Agriculture Ecosystems & Environment* **114**, 185-194.
- ▷ Schaubberger, G., Piringer, M., Schmitzer, R., Kamp, M., Sowa, A., Koch, R., Eckhof, W., Grimm, E., Kypke, J., Hartung, E., 2012b. Concept to assess the human perception of odour by estimating short-time peak concentrations from one-hour mean values. *Atmospheric Environment* **54**, 624-628.
- ▷ Schaubberger, G., Schlacher, R., 2018. Gerüche in Innenräumen, in: Moshhammer, H., Tappler, P. (Eds.), *Gesunde Raumluft - Ausgewählte Aspekte der Wohnhygiene*. Österreichische Akademie der Wissenschaften ÖAW, Wien, pp. 51-54.
- ▷ Schaubberger, G., Schmitzer, R., Kamp, M., Sowa, A., Koch, R., Eckhof, W., Eichler, F., Grimm, E., Kypke, J., Hartung, E., 2012c. Empirical model derived from dispersion calculations to determine separation distances between livestock buildings and residential areas to avoid odour nuisance. *Atmospheric Environment* **46**, 508-515.
- ▷ Schaubberger, G., Schönhart, M., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Kirner, L., Mikovits, C., Baumgartner, J., Piringer, M., Knauder, W., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., 2021. Economic Risk Assessment by Weather-Related Heat Stress Indices for Confined Livestock Buildings: A Case Study for Fattening Pigs in Central Europe. *Agriculture* **11**, 122.
- ▷ Sommer-Quabach, E., Piringer, M., Petz, E., Schaubberger, G., 2014. Comparability of separation distances between odour sources and residential areas determined by various national odour impact criteria. *Atmospheric Environment* **95**, 20-28.

- ▷ VDI 3894 Blatt 1, 2011. Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Haltungsverfahren und Emissionen. Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Verlag, Düsseldorf.
- ▷ VDI 3894 Blatt 2, 2012. Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Methode zur Abstandsbestimmung (Abstandsregelung) – Geruch. Verein Deutscher Ingenieure, VDI Verlag, Düsseldorf.
- ▷ VDI 3940 Blatt 2, 2006. Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen – Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen – Fahnenmessung, in: Beuth Verlag (Ed.). Verein Deutscher Ingenieure, VDI Verlag, Düsseldorf.
- ▷ Vitt, R., Weber, L., Zollitsch, W., Hörtenhuber, S. J., Baumgartner, J., Niebuhr, K., Piringer, M., Anders, I., Andre, K., Hennig-Pauka, I., Schönhart, M., Schaubberger, G., 2017. Modelled performance of energy saving air treatment devices to mitigate heat stress for confined livestock buildings in Central Europe. *Biosystems Engineering* **164**, 85-97.
- ▷ Weitensfelder, L., Moshhammer, H., Öttl, D., Payer, I., 2019. Exposure-complaint relationships of various environmental odor sources in Styria, Austria. *Environmental Science and Pollution Research* **26**(10), 9806-9815.
- ▷ Wu, C., Liu, J., Zhao, P., Piringer, M., Schaubberger, G., 2016. Conversion of the chemical concentration of odorous mixtures into odour concentration and odour intensity: A comparison of methods. *Atmospheric Environment* **127**, 283-292.
- ▷ Wu, C., Yang, F., Brancher, M., Liu, J., Qu, C., Piringer, M., Schaubberger, G., 2019. Determination of ammonia and hydrogen sulfide emissions from a commercial dairy farm with an exercise yard and the health-related impact for residents. *Environmental Science and Pollution Research* **27**, 37684-37698.
- ▷ Zhang, Y., Yang, W., Schaubberger, G., Wang, J., Geng, J., Wang, G., Meng, J., 2021. Determination of Dose-Response Relationship to Derive Odor Impact Criteria for a Wastewater Treatment Plant. *Atmosphere* **12**, 371.

170 Jahre ZAMG – eine Erfolgsgeschichte

Das Buch spannt einen historischen Bogen von den ambitionierten Anfängen einiger weniger enthusiastischer Forscher, über die wissenschaftliche Blütezeit unter dem weltweit bedeutenden Meteorologen und Klimatologen Julius Hann, man sprach von einer »österreichischen Meteorologenschule«, bis hin zu einem heute modernen Unternehmen mit mehr als 330 MitarbeiterInnen an der Zentrale in Wien und den vier Kundenservicestellen in den Bundesländern. Gezeigt wird einerseits die Entwicklung der ZAMG im historischen Kontext, wie z.B. der Verlust der Selbstständigkeit 1938 nach der Angliederung des Wetter- und Klimadienstes der ZAMG an den Deutschen Reichswetterdienst in Berlin und andererseits der Ausbau der Aufgaben im Wandel der Zeit im Dienste der Bevölkerung.

Die ZAMG ist heute ein zentraler Ort für Wettervorhersage, Klimaforschung, Erdbeben u.v.m. und gleichzeitig ein wichtiger Partner der Landeswarnzentralen und Blaulichtorganisationen bei Warnungen vor Ex-

tremereignissen, die in den letzten Jahren zugenommen haben.



<https://www.leykamverlag.at/produkt/170-jahre-zamg-1851-2021/>

Universitätslehrgang Library and Information Studies

Missing Link / Verlinkung von dokumentierten Extremwetterereignissen an der ZAMG

Michaela Achleitner

Im Rahmen des Grundlehrgangs „Library und Information Studies“ erfolgte im Auftrag von Herrn HR Mag. Rainer Stowassers, Leiter Bibliothek und Archive der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), eine Recherche von Quellen für dokumentierter Extremwetterereignisse. Ziel ist es diese im Zuge eines nachfolgenden Projektes zu verlinken. Extremwetterereignisse (zeitlich, geographisch beschränkt), die in der digitalen Unwetter-Plattform (VIOLA - Violent Observed Local Assessment) erfasst sind, sollen mit Publikationen aus anderen Quellen angereichert werden¹.

Die Vision von Linked Data ist es, Daten unterschiedlichster Herkunft, in möglichst einfacher Form, zugänglich und austauschbar zu machen. Maschinen können aber, im Gegensatz zu Menschen, mit der Mehrdeutigkeit der natürlichen Sprache nicht umgehen. Daher werden standardisierte Vokabel und Thesauri eingesetzt².

Hauptziel des Projektes war die Identifizierung, Bewertung und Dokumentation

möglicher Quellen mit dem Schwerpunkt Publikationen im Bereich grauer Literatur. Es galt zu dokumentieren inwieweit (online) Publikationen vorhanden sind, die über entsprechende Metadaten (u.a. Beschlagwortung, Normdaten) verfügen, um diese dann zu verlinken. Ein weiteres Kriterium war die Frage, ob sich die Quelle zur systematischen Recherche (Sind die Ereignisse in der Quelle mit entsprechenden Metadaten erfasst?) eignet.

Da der Zeitraum, den die digitalen Unwetter-Plattform (VIOLA) abdeckt, ein sehr großer ist, wurde vereinbart, einen definierten Abschnitt für eine exemplarische Ereignisrecherche festzulegen. Im Zeitraum 1988 – 1999 sind vergleichsweise wenige Extremwetterereignisse erfasst. Daher sollten im Rahmen dieses Projektes auch zusätzliche Einträge für die Unwetter-Plattform identifiziert werden, unabhängig von einer Möglichkeit zu einer Verlinkung. Zu diesem Zweck wurde von Herrn Mag.

¹ Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), „VIOLA“, <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimaforschung/datensaetze/viola>.

² Für die ZAMG wurde von Stefan Kaiser und Gabi Hennebichler im Rahmen eines anderen Projektes für den Lehrgang „Library und Information Studies“ ein Thesaurus entwickelt.

Reisenhofer von der ZAMG eine Auswertung von TAWES (Teilautomatisches-Wetter-Erfassungssystem) mit Starkniederschlägen > 75 mm, im Zeitraum von 1988 – 1999, zur Verfügung gestellt. Erfahrungswerte haben ergeben, dass bei diesen Niederschlagsmengen Schaden verursachende Extremwetterereignisse vermehrt auftreten.

Mit Herrn HR Mag. Stowasser wurde abgestimmt, welche Quellen bereits im Vorfeld recherchiert bzw. kontaktiert werden. Dies waren „klassischen“ Quellen wie der Verbundkatalog des OBVSG (Österreichische Bibliothekenverbund und Service GmbH) oder der OPAC (Online Public Access Catalogue) der geologischen Bundesversuchsanstalt sowie des Waldforschungsinstituts, aber auch die Kataloge der Landesbibliotheken und Hochschulschriften. Es gibt auch Kontakte der ZAMG zum Katastrophenschutzmanagement (SKKM), daher wurde im Zuge dieses Projekts nicht im Umfeld der Blaulichtorganisationen recherchiert, sondern diese nur als potenzielle Quellen dokumentiert.

Im Rahmen der gegenständlichen Recherche wurde versucht, mit Extremwetterereignissen befasste Organisationen und Institutionen zu erfassen und in diesem Umfeld online zugängliche Publikationen zu finden. Aufgrund des begrenzten Zeitrahmens war eine umfassende Recherche nicht möglich. So wurden z.B. Symposien und Tagungen ausgeschlossen, da hier eine genauere Eingrenzung der „Communities“ notwendig wäre bzw. viele Einzelbeiträge in größeren Veranstaltungen vorliegen und diese nicht mit entsprechenden Metadaten auf der Detailebene versehen sind.

Der Schwerpunkt der Arbeit lag auf online zugänglichen Quellen zu Ereignissen im Zeitraum von etwa 1980 bis 2000. Allerdings wurde darüber hinaus versucht alle Quellen,

die im Zuge der Recherche gefunden wurden, zu erfassen.

In Hinblick auf die Verlinkung/Anreicherung von Daten zu Extremwetterereignissen sind drei Zeitschienen erkennbar, mit ganz unterschiedlichen Voraussetzungen und daraus resultierendem Handlungsbedarf:

- Historische Ereignisse bis ca. 1950
- Zeitraum 1950 bis 2000
- Zeitraum 2000 bis aktuell

Bis ca. 1950 sind bereits einige online zugängliche Quellen vorhanden, wie z.B. das ANNO (Austrian Newspaper Online) Projekt der Österreichischen Nationalbibliothek³, aber auch Spezialarbeiten zu diversen Ereignissen. Die Publikationen sind mittlerweile urheberrechtsfrei, allerdings sind die digitalisierten Quellen aufgrund ihrer großen Menge zumeist nicht inhaltlich (Schlagwort) bzw. nicht auf Artikelebene erschlossen.

Für den Zeitraum von 1950 bis 2000 ist wenig Material online verfügbar, da dies noch „vor dem Internet“ war. Es ist eine Barriere von digital zu analog erkennbar. Damals digital vorhandene Dateien sind wieder verschwunden obwohl Verlinkungen noch da sind. Gleichzeitig handelt es sich aber um einen Zeitraum, der noch vom Urheberrecht „betroffen“ ist. Es wurde zwar bereits viel erhoben und systematisch dokumentiert, wie z.B. Ereignisdokumentationen der unterschiedlichen Dienststellen (Wasserleitungsverband, ÖBB, Gendarmerie, etc.) beweisen, diese liegen jedoch nur als Printversionen vor. Aufgrund der nicht vorhandenen digitalen Verfügbarkeit entstehen „blinde Flecken“ für diese Zeitspanne.

Seit Anfang der 2000er Jahre ist eine große Anzahl an Dokumenten online. Ereignisdokumentationen zu Katastrophenereig-

³ „ANNO - AustriaN Newspapers Online“, <https://anno.onb.ac.at/>.

nisse sind unter anderem im Forschungsinformationssystem der Universität für Bodenkultur (FIS Boku) als pdf abrufbar oder auf der Webseite des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Für Publikationen, die auf Webseiten zur Verfügung gestellt werden, stellt jedoch die Lebensdauer der Webseiten, ein Problem dar. Auch fehlen ein einheitliches, inhaltliches Vokabular und Permalinks.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Zeitungen und Ereignisdokumentationen als Quellen für eine systematische Dokumentation von Ereignissen online nur bedingt zugänglich sind. Zeitungen im Zeitungsarchiv (DeFacto) der APA wurden erst seit ca. Mitte der 90er Jahre erfasst und der Zugang ist kostenpflichtig, Zeitungen an der Österreichischen Nationalbibliothek (ANNO) sind bis ca. 1950 online auffindbar, diese sind jedoch nicht auf Artelebene erschlossen. Ereignisdokumentationen sind zwar auf diversen Webseiten der verfassen den Institutionen oder auch der zuständigen Ministerien veröffentlicht aber hier nicht systematisch durchsuchbar. Ereignisdoku-

mentationen in Form von Datenbanken (z.B. webbasierten Datenbank der Wildbach und Lawinenverbauung bzw. historische Ereignisdokumentationen des Instituts für Naturgefahren der Universität für Bodenkultur) sind nur für eingeschränkte NutzerInnengruppen zugänglich.

Linked (Open) Data könnte eine Möglichkeit darstellen, Daten aus unterschiedlichen Bereichen und Zuständigkeiten (Meteorologie, Wildbach- und Lawinenverbauung, Blaulichtorganisationen, etc.) zusammenzuführen und zu vernetzen. Da es perfekte Metadaten nicht gibt, braucht es hier auch pragmatische Ansätze wie zum Beispiel den Prototyp zum „Monitoring Akademischer Arbeiten im Feld Erdwissenschaften“ auf diversen Plattformen von Universitäten⁴.

Wichtig wären hier allerdings eine zentrale Koordination und ein gemeinsames Vokabular. Ohne zeitlichen Aufwand für die Erhebung von Metadaten und Datendokumentation sind die Möglichkeiten einer sinnvollen Nachnutzung gering.

ZAMG VIOLA

Lieber Leserin, lieber Leser!

Kennen Sie zum Thema Unwetter in Österreich Literatur?

Wir, Klimaforscher der ZAMG, sind auf der Suche nach wissenschaftlichen Artikeln, Masterarbeiten, Dissertationen, Tagungsbänden sowie Zeitschriftenreihen und auch Chronologien, die sich mit witterungsbedingten Schadensfällen in Österreich im Zeitraum 1980 und 2000 beschäftigen. Wollen Sie die Grundlagen- und angewandte Forschung unterstützen, teilen Sie Ihr Wissen gerne mit uns.

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/forschung/klima/datensaetze/viola>

Kontakt: stefan.reisenhofer@zamg.ac.at

Mit bestem Dank!

⁴ Rabea Rudigier und Christopher Vadeanu: Monitoring Akademischer Arbeiten im Feld Erdwissenschaften. Projektarbeit im Rahmen der Grundausbildung des Universitätslehrganges Library and Information Studies an der Österreichischen Nationalbibliothek (Wien, 2020), https://www.univie.ac.at/bibliothekssystem/ulg_db/public/www/projekte/Projektarbeit_ULG_Monitoring_Akad_Arbeiten_Erdwissenschaften.pdf.

Termine/Dates

ab 01. September 2021

Einreichen von Beiträgen (Vorträge, Poster)
Submission of Abstracts (Talks, Poster)

12. November 2021

Annahmeschluss für Beiträge
Deadline for Abstracts

06. Dezember/6 December 2021

Benachrichtigung über die Annahme von Beiträgen
Notice of acceptance for contributions

17. Dezember/17 December 2021

Veröffentlichung des Tagungsprogramms
Publication of Meeting programme

21. Januar/21 January 2022

Anmeldeschluss für Teilnahme an der D-A-CH MT 2022 mit reduzierter Teilnahmegebühr (Frühbuchungs-Rabatt)
Deadline for early registration for D-A-CH MT 2022 with reduced fee

04. März/4 March 2022

Anmeldeschluss für Teilnahme an der D-A-CH MT 2022 (vor Ort Registrierung mit erhöhter Gebühr möglich)
Registration deadline for D-A-CH MT 2022 (on-site registration at elevated fee is possible)

Kontakt/Contact

DMG-Sekretariat/DMG Office
Tel: +49 30 61 64 50 50
dach2022@dmg-ev.de

Anmelden und Einreichen von Beiträgen online/
Registration and abstract submission online at:

www.dach2022.net

Tagungsort/Location

Universität Leipzig/Leipzig University
Hörsaalgebäude / lecture hall building
Universitätsstraße 3
04109 Leipzig



UNIVERSITÄT
LEIPZIG

Tagungsgebühren/Fees

Gebühren/ Registration fee	Frühbucher/ Early registration bis 21.01.2022	Wochenkarte/ Entire Conference		Tageskarte/ Dayticket
		Reguläre Anmeldung/ Standard registration bis 04.03.2022	vor Ort/ on-site	
Normalbeitrag/ Regular	230 €	280 €	290 €	100 €
Normalbeitrag reduziert/ Regular *reduced	200 €	250 €	290 €	100 €
Rentner, Pensionäre/ Retired	180 €	190 €	220 €	100 €
Studierende/Students	75 €	85 €	100 €	50 €
Studierende reduziert/ Students *reduced	60 €	70 €	100 €	50 €

*Mitglieder von DMG, ÖGM, SGM sowie ass. Gesellschaften (DPG und DGG)
*Members of DMG, ÖGM, SGM and associate societies (DPG and DGG)

Konferenzdinner/Conference dinner
regulär/regular 50 €
ermäßigt (Studierende) / reduced (Students) 25 €
Exkursionen/Excursions
20 €



Tagung der Fachgesellschaften für Meteorologie aus
Deutschland, Österreich und der Schweiz

Convention of the Meteorology Societies of
Germany, Austria and Switzerland

2. Zirkular

21.–25. März 2022
Universität Leipzig

21–25 March 2022
Leipzig University



DMG

Deutsche Meteorologische Gesellschaft



Sitzungsthemen/Session topics

Vortragende wählen, ob sie in Englisch oder Deutsch vortragen möchten. Die Diskussion wird in Deutsch oder Englisch geführt, je nach Bedarf der Zuhörerschaft.
Presenters choose whether to present in English or German. The language of the discussion is English or German according to preferences of the audience.

- Dynamik der Atmosphäre/Atmospheric dynamics**
Convener: Nedjeljka Žagar (Uni Hamburg),
Christoph Jacobi (Uni Leipzig)
- Grenzschicht- und Landoberflächenprozesse/
Boundary layer and land surface processes**
Convener: Andreas Christen (Uni Freiburg),
Björn Maronga (Uni Hannover),
Jürg Schmidli (Uni Frankfurt)
- Wolken, Aerosol, Strahlung
(einschließlich Aerosol-Wolken-Wechselwirkungen)/
Clouds, aerosols, radiation (including aerosol-cloud
interactions)**
Convener: Andreas Becker (DWD),
Andreas Macke (TROPOS), Anna Possner (Uni Frankfurt)
- Atmosphärische Chemie und Aerosole/
Atmospheric chemistry and aerosols**
Convener: Hartmut Herrmann (TROPOS),
Julia Marshall (MPI BGCh), Birgit Wehner (TROPOS)
- Polarmeteorologie/Polar meteorology**
Convener: Burghard Brümmer (Uni Hamburg),
Dörthe Handorf (AWI Potsdam),
Heike Kalesse (Uni Leipzig)
- Maritime Meteorologie, physikalische Ozeanographie/
Maritime meteorology, physical oceanography**
Convener: Thomas Bruns (DWD Hamburg),
Thomas Pohlmann (Uni Hamburg)
- Forschungsinfrastrukturen in der Wetter- und
Klimaforschung/
Research infrastructures in weather and
climate research**
Convener: Elke Ludewig (Sonnblick Observatorium),
Corinna Rebmann (UFZ), Ulla Wandinger (TROPOS)
- Klimawandel, Klimavariabilität und Auswirkungen/
Climate change, climate variability and impacts**
Convener: Andreas Gobiet (ZAMG),
Sven Kotlarski (MeteoSchweiz), Diana Rechied (GERICS)
- Numerische Wettervorhersage, Nowcasting und
Vorhersagekommunikation/
Numerical weather prediction, nowcasting and
forecast communication**
Convener: Roland Potthast (DWD),
Martin Weissmann (Uni Wien)
- Meteorologie für Stadt und Land/
Meteorology for cities and countryside**
Convener: Udo Busch (DWD),
Bernd Leitl (Uni Hamburg),
Astrid Ziemann (TU Dresden)
- Energie- und Verkehrsmeteorologie/
Energy and transport meteorology**
Convener: Detlev Heinemann (Uni Oldenburg),
Marion Schroedter-Homscheidt (DLR)
- Tools zum wissenschaftlichen Arbeiten/
Tools for scientific work**
Convener: Carola Detring (DWD/jDMG),
Johannes Röttenbacher (Uni Leipzig/jDMG)
- Gemeinsame Sitzung mit dem Fachverband Umwelt-
physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft/
Joint session with the Environmental Physics Division
of the German Physical Society**
Convener: Thomas Leisner (KIT Karlsruhe),
Christian von Savigny (Uni Greifswald)



ZAMG

Der atmosphärischen Grenzschicht auf der Spur – mehr als 40 Jahre Profilmessungen in Österreich

Martin Piringer, Kathrin Baumann-Stanzer, August Kaiser

Einleitung

Die Schadstoffausbreitung, also der Transport der Schadstoffe mit dem Wind und ihre Verdünnung durch die atmosphärische Turbulenz, ist ein dreidimensionales Phänomen. Zum Verständnis der Luftschadstoffverteilung sowie als Grundlage für

die Ausbreitungsmodellierung werden daher nicht nur bodennahe Messdaten benötigt, sondern auch Informationen über die Vertikalstruktur der bodennahen Atmosphäre – beispielsweise über die Änderung von Wind, Lufttemperatur, Luftfeuchte und den Gehalt an Luftbeimengungen mit der Höhe.

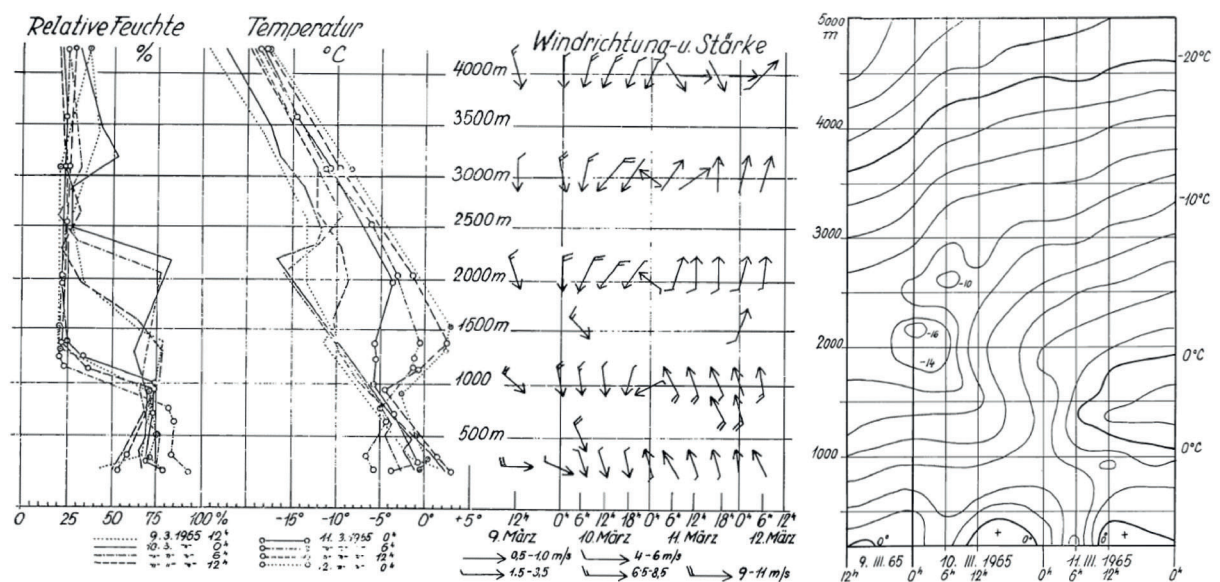


Abb. 1: Vertikalprofile der relativen Feuchtigkeit und Lufttemperatur (links), der Windrichtung und Windgeschwindigkeit (Mitte) und ein Thermoisoplethendiagramm (rechts) aus Radiosondenaufstiegen der Station Wien-Hohe Warte zwischen 9. März 1965 12 Uhr und 12. März 1965 0 Uhr (Schwarzl, 1965).

Auch ein Großteil des turbulenten vertikalen Austauschs von Wärme und Wasserdampf zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre findet innerhalb dieser untersten etwa 1 bis 2 km über Grund statt. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurden Beobachtungen der Vertikalstruktur der bodennahen Atmosphäre vorwiegend anhand von Berg- und Hangstationen sowie Radiosondenaufstiegen durchgeführt und beispielsweise die Bildung und Auflösung bodennaher Inversionen eingehend untersucht (ein Beispiel in **Abb. 1**).

In den späten 50er-Jahren wurden im Rahmen von Untersuchungen zur Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid erstmals neben einem Netz von Stationen in Wien auch Fesselballonaufstiege zur Erfassung der vertikalen Verteilung der Luftschadstoffe durchgeführt (*Hammerl et al., 2001*). Im Marchfeld wurde 1964 ein 15 m hoher Messturm an der agrarmeteorologischen Station Obersiebenbrunn mit Windgeschwindigkeits-, Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessungen in 15 m, 5 m und 1 m über Grund errichtet (*Müller, 1965*).

Direktor Heinz Reuter richtete 1977 an der ZAMG die Abteilung für Umweltmeteorologie ein (*Hammerl und Staudinger (HG.), 2021*), die sich von Beginn an Fragen der lokalen und regionalen Luftschadstoffausbreitung und dem Verständnis von Austausch- und Transportprozessen in der atmosphärischen Grenzschicht widmete. Ab Beginn der 1980er-Jahre wurden daher in situ-Profilmessungen der Lufttemperatur und Luftfeuchte, des Windes sowie der Ozonkonzentration mittels Fesselballon durchgeführt sowie ein Akustikradar (SODAR = sound detecting and ranging, Fernerkundung durch Schallwellen) zur bodengestützten Fernerkundung des Wind- und Turbulenzprofils in der Grenzschicht eingesetzt. Im Laufe der Zeit kamen verschiedene Weiterentwicklungen

dieser Messsysteme zum Einsatz. Im Folgenden werden aus der Fülle der Veröffentlichungen der ZAMG einige prägnante Beispiele über die Erfahrungen bei diversen Messeinsätzen und den Fortschritt des Wissensstandes über die Grenzschicht zitiert.

In den 1980er-Jahren war die Schadstoffsituation in Österreich vor allem von der hohen Schwefeldioxid-Belastung (Stichwort „Saurer Regen“) geprägt; als Spitzenwerte traten Konzentrationen von einigen mgm^{-3} auf. Heutzutage ist die Belastung dank der Entschwefelung des Heizöls und Rauchgasreinigungsanlagen in der Industrie um mindestens einen Faktor 100 geringer. Die ersten Fesselballoneinsätze halfen dabei, die meteorologischen Bedingungen aufzuspüren, unter denen diese Spitzenwerte möglich waren.

Erste Fesselballonmessungen

Das erste Fesselballonsystem, METEONSOND 1, stammte von der Firma Kroneis (ein Prototyp wurde zuerst von E. Bruckmüller, Geodät an der TU Wien, gebaut) und bestand im Wesentlichen aus dem Ballon mit Seil und Winde, der Sonde mit dem meteorologischen Instrumentarium und der Bodenstation mit der Datenempfangsanlage (**Abb. 2** und **Abb. 3**, jeweils links). Der Ballon fasste 15 m^3 Gas (es wurde aus Sicherheitsgründen immer Helium verwendet). Die Sonde enthielt Aneroidbarometer, NTC-Widerstandsthermometer und VIZ-Feuchtefühler; die beiden letzten waren in einem kleinen Windkanal montiert, der konstant mit einer Windgeschwindigkeit von etwa $2,5 \text{ ms}^{-1}$ ventiliert wurde. Die Ansprechzeit aller Geräte lag im Bereich weniger Sekunden, also weniger Höhenmeter. Das Barometer wurde mittels Heizung auf einer konstanten Temperatur oberhalb der maximal zu erwartenden Außentemperatur gehalten, um die hohe Genauigkeit des Druck-

messgeräts im Bereich $\pm 0,5$ hPa zu garantieren. Die Besonderheit von METEOSOND 1 war die Abwurfvorrichtung, die in Piringer (1986) folgendermaßen beschrieben wird:

„Das Fesselballonsystem ist mit einer Abwurfvorrichtung ausgerüstet, mit deren Hilfe es möglich ist, die Sonde vom Ballon abzusprenge, wenn z.B. das Seil reißt (z.B. infolge plötzlich auftretender heftiger Winde) und der Ballon samt Sonde von der Strömung davongetragen zu werden droht. Die Abwurfvorrichtung besteht aus einem mit

dem Empfänger verbundenen Handsender. Im Handsender wird mittels Druckknopf ein atypisches Signal erzeugt, das vollständig den Sondenempfänger erreichen muss, um den Zündvorgang auszulösen. Mittels Sprengkapseln werden dann die Verbindungsschnüre von der Sonde zum Ballon durchgebrannt, und die Sonde fällt, mit Fallschirm gebremst, zu Boden.“

Die meteorologische Sonde und ein Test der Abwurfvorrichtung sind in **Abb. 2** zu sehen.

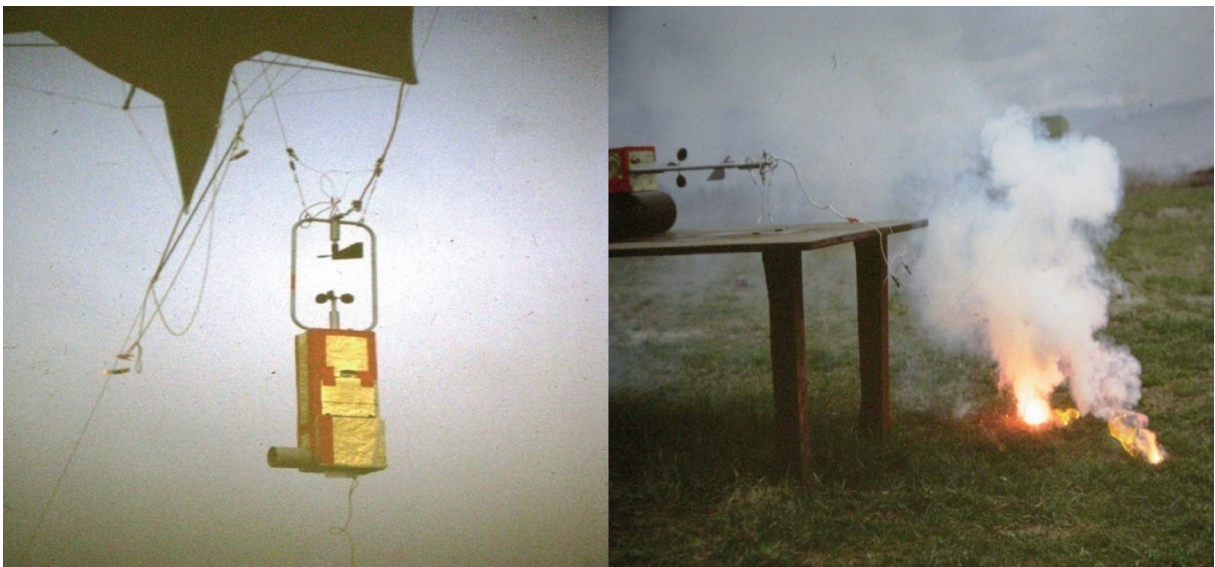


Abb. 2: Meteorologische Sonde (links) und Test der Abwurfvorrichtung (rechts); beide Fotos von A. Kaiser vom ersten Einsatz in St. Andrä im Lavanttal.

Die erste Fesselballon-Messkampagne wurde von August Kaiser in den Wintern 1982/83 und 1983/84 auf einer Aschenhalde des kalorischen Kraftwerks in St. Andrä im Lavanttal durchgeführt (**Abb. 3** links). Damals standen die Bestimmungsmethoden von Ausbreitungsklassen nach ÖNORM M 9440 und das darin enthaltene Gaußmodell in der Kritik, sie wären nicht in der Lage, die Schadstoffanreicherung während mehrtägiger Inversionslagen, insbesondere in alpinen Becken und Tälern, hinreichend genau zu erfassen. Im Rahmen eines Immissionsgut-

achtens für einen Großemittenten im Raum St. Andrä wählten die Autoren eine Kombination unterschiedlicher Bestimmungsmethoden von Ausbreitungsklassen, um diesem Problem näherungsweise gerecht zu werden. Die Messungen in St. Andrä dienen vorrangig der Überprüfung dieser Adaptionen (Kaiser, 1987).

Die Einsätze wurden vorwiegend in wolkenarmen, windschwachen Nächten durchgeführt, um den Inversionsauf- und -abbau zu studieren. Es wurde schon damals rasch

erkannt, dass die hohen winterlichen SO₂-Spitzen in den Morgenstunden einerseits auf die morgendliche Heizzätigkeit, andererseits auf das Herabmischen belasteter Luft aus der Luftschicht oberhalb der nächtlichen Inversion, die heute Reservoirschicht genannt wird, zurückzuführen ist. Mit der vormittäglichen Inversionsauflösung (**Abb.**

3, rechts; ähnliche Abbildungen finden sich auch in *Kaiser, 1987*) gingen die SO₂-Konzentrationen regelmäßig rasch zurück. Die meist geringeren nächtlichen Aufstiegs Höhen waren durch Reifbeschlag des Fesselballons und den dadurch verminderten Auftrieb zu erklären.

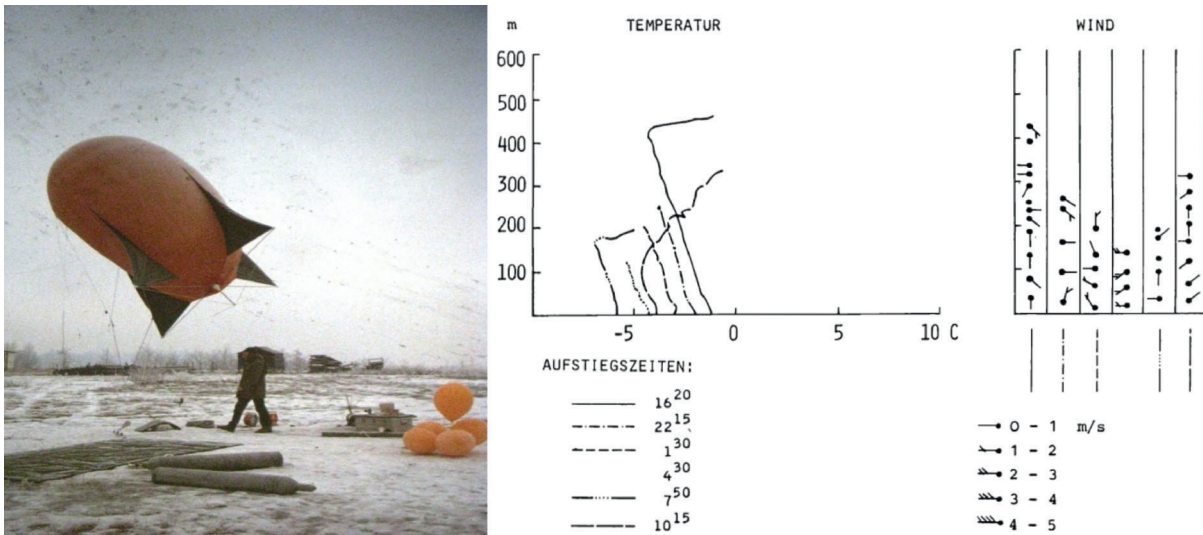


Abb. 3: links: Fesselballonsystem METEOSOND 1 in St. Andrä im Lavanttal (*Kaiser, 1987*); rechts: Vertikalprofile von Temperatur und Wind in Voitsberg in der Nacht vom 8.zum 9.12.1984 (*Piringer, 1986*).

Als Besonderheit aus den Messungen in Voitsberg (Beispiel in **Abb. 3** rechts) ist noch zu erwähnen, dass, konträr zu den Erwartungen, nachts Nebelauflösung auftrat und in den Morgenstunden erneut Nebelbildung stattfand; der Nebel löste sich tagsüber nicht auf. *Piringer (1986)* spekuliert, dass die Ursache für die nächtliche Nebelauflösung und Erwärmung in der topographischen Situation des Voitsberger Beckens zu suchen sein dürfte. Offenkundig konnte, ausgelöst durch den Talabwind, die Beckenkaltluft über die nur etwa 150 m hohen Hügel Richtung Grazer Becken abfließen. Diese wurde durch trockenere, adiabatisch erwärmte Luft ersetzt. Damit dürfte sich das während der ersten Nachthälfte beobachtete Druckgefälle zum Grazer Becken hin umgedreht haben,

was in der Folge zu schwachem Talaufwind und in den frühen Morgenstunden zu erneuter Nebelbildung im Voitsberger Becken führte.

Erste Untersuchungen im Raum Wien

In *Piringer (1989)* wurde am Beispiel Wien-Hohe Warte gezeigt, dass die Lage der Antizyklonen in Bezug auf Ostösterreich und die dadurch induzierten Strömungsverhältnisse einen entscheidenden Einfluss auf die Entstehung von Bodeninversionen haben können, unterstützt durch die an der Hohen Warte gegebenen orographischen Verhältnisse. Demnach bildet sich bei einer nordwestlichen Strömung an der Vorderseite einer Antizyklone auch in klaren Nächten in Wien-Hohe Warte in der Regel keine Boden-

inversion aus, während dies bei einer Südostströmung regelmäßig der Fall ist. Schon *Dirmhirn (1967)* vermutete aufgrund des Vergleichs von Windmessungen an der Hohen Warte und in Obersiebenbrunn: „Bei SE-Wind wird durch den Stau an den Wienerwaldbergen besonders die niedrigere Windgeschwindigkeit gebremst, anscheinend durch einen Luftpolsler, der sich über dem NW-Teil der Stadt bei südöstlichen Windrichtungen ausbildet und erst bei höheren Windgeschwindigkeiten abgebaut werden kann. Bei NW-Wind dagegen liegt die Zentralanstalt für Meteorologie im Lee des Kahlenge-

birges.“ Die durch die nächtliche Ausstrahlung an der Hohen Warte produzierte bodennahe Kaltluft fließt bei Nordwestströmung schwerkraftbedingt ab und wird teilweise durch an den Wienerwaldhängen absinkende, adiabatisch erwärmte Luft ersetzt. Bei Südostströmung ist ein Abtransport der Kaltluft aufgrund der orographischen Situation nicht möglich und es bildet sich eine Bodeninversion, in der kalten Jahreszeit häufig auch Nebel aus. Die Verhältnisse sind schematisch in der **Abb. 4** dargestellt. Diese Erkenntnis verbesserte die lokalen Nebelvorhersagen im Raum Wien.

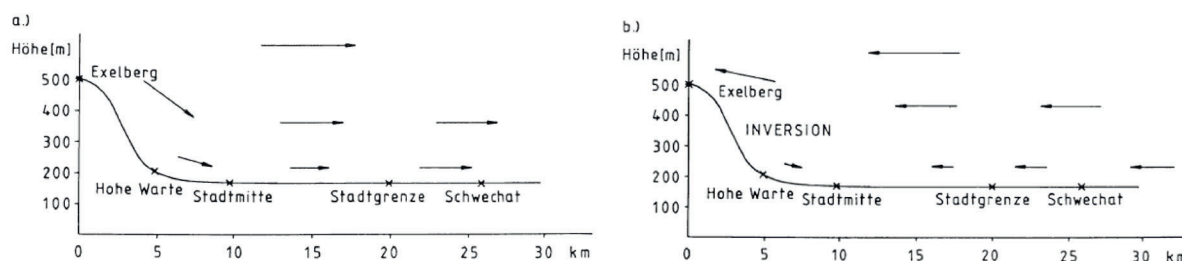


Abb. 4: Schematischer Querschnitt durch das Stadtgebiet von Wien von NW nach SE. a) bodennahe Strömungsverhältnisse bei NW-Strömung, b) bodennahe Strömungsverhältnisse bei SE-Strömung (*Piringer, 1989*).

Die Wiener Untersuchungen gipfelten im Sommer 1994 in einer groß angelegten Messkampagne mit zwei Fesselballonsystemen und vier SODARs im Rahmen des Projekts „Vertikalprofilstudie Wien – Untersuchung sommerlicher Ozonepisoden in Wien anhand der Vertikalstruktur der planetaren Grenzschicht“ (*Piringer, 1997; Piringer et al., 1995*). Damit ergab sich die Möglichkeit, die mit einem Fesselballon-Messsystem gemessenen vertikalen Temperatur- und Ozonprofile mit den Daten kontinuierlich registrierender Stationen zu vergleichen, um deren Repräsentativität für die Verhältnisse im Wiener Raum zu untersuchen.

Damals wurde bereits das Fesselballonsystem der amerikanischen Firma *A.I.R.* (1990) verwendet, das mit kleineren Fes-

selballonen (3,5 oder 7 m³ Inhalt) gegenüber dem Kroneis-System deutlich stabilere Steigeigenschaften aufwies. Es konnten im Allgemeinen auch größere Höhen erreicht werden. Das System umfasste neben einer meteorologischen auch eine Ozonsonde, eine elektrisch betriebene Winde und die Datenempfangsanlage. Gemessen wurden Trocken- und Feuchttemperatur über Thermistoren, Luftdruck mittels eines Aneroid-Drucksensors, Windgeschwindigkeit mit einem Dreischalen-Anemometer, Windrichtung mit einem magnetischen Kompass und Ozon nass-chemisch mit einer Kaliumjodid-Lösung. Als abgeleitete Größen standen die potentielle Temperatur, die relative Feuchte und das Mischungsverhältnis zur Verfügung. Die zeitliche Auflösung betrug acht

bis zehn Sekunden. **Abb. 5** zeigt links die Messorte der Wiener Messkampagne 1994, rechts den Fesselballon und unten die A.I.R.-Sonde. In **Abb. 6** ist ein besonders schönes Beispiel eines vertikalen Ozon- und Temperaturprofils wiedergegeben. Nach Sonnenuntergang findet in Bodennähe ein rascher Ozonabbau statt, verursacht durch die im Abendverkehr emittierten Stickoxide und Kohlenwasserstoffe. Darüber, meist oberhalb der ersten Inversion, bleibt Ozon

praktisch in der Höhe der tagsüber gemessenen Werte erhalten. Dadurch ähneln die Ozon-Vertikalprofile nachts den Temperaturprofilen: Im Bereich der stärksten vertikalen Temperaturzunahme findet auch die größte Ozonzunahme statt. Dieses Szenario gilt für ozonreiche Zeiträume. Wie sehr sich die Mitteltemperaturen zwischen ozonreichen und ozonarmen Perioden unterscheiden, ist exemplarisch in **Abb. 7** dargestellt.

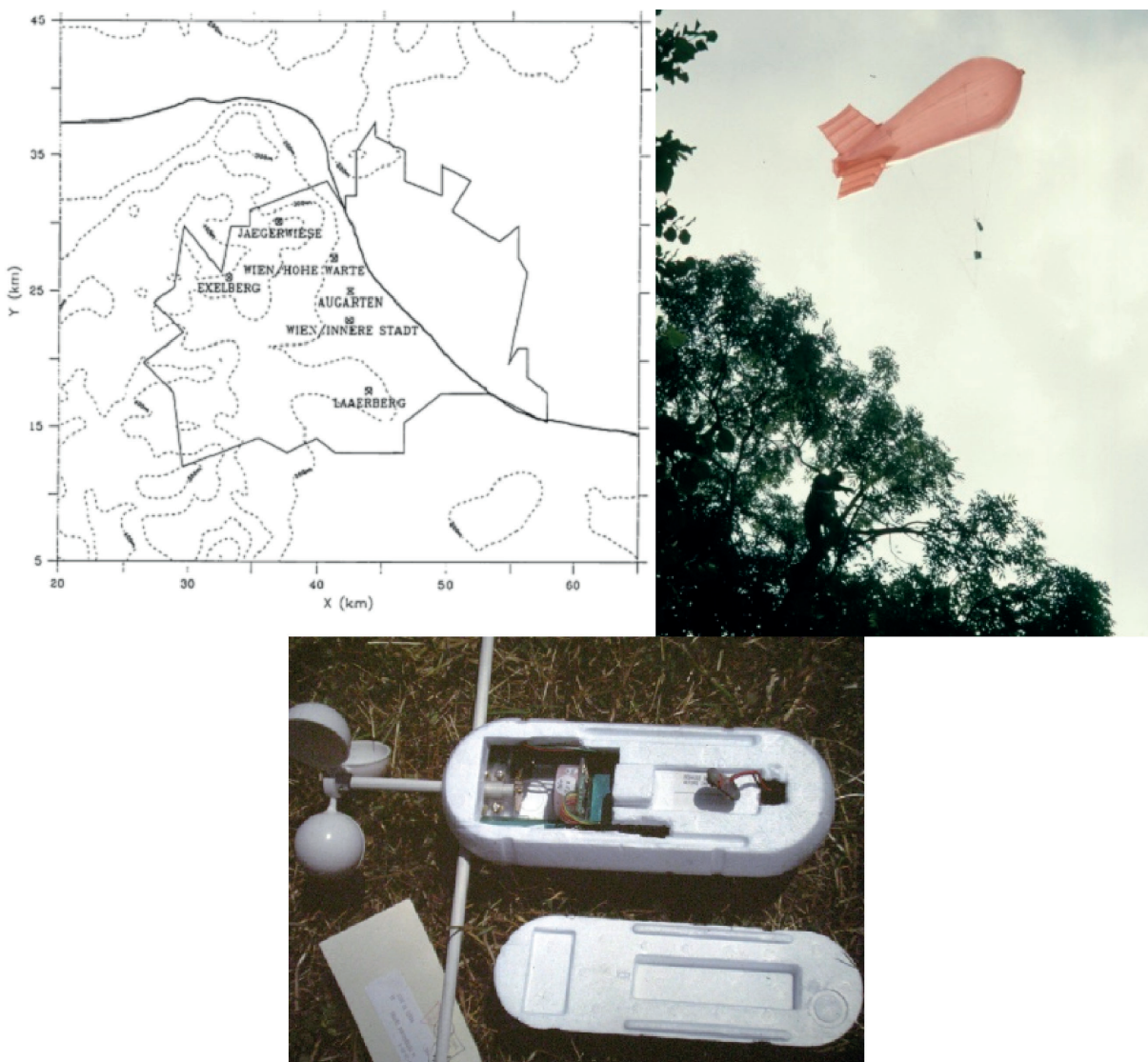


Abb. 5: Messorte der Messkampagne in Wien 1994 (links; *Piringer (1997)*), Fesselballon (rechts) und A.I.R.-Sonde (unten; Foto: A. Kaiser).

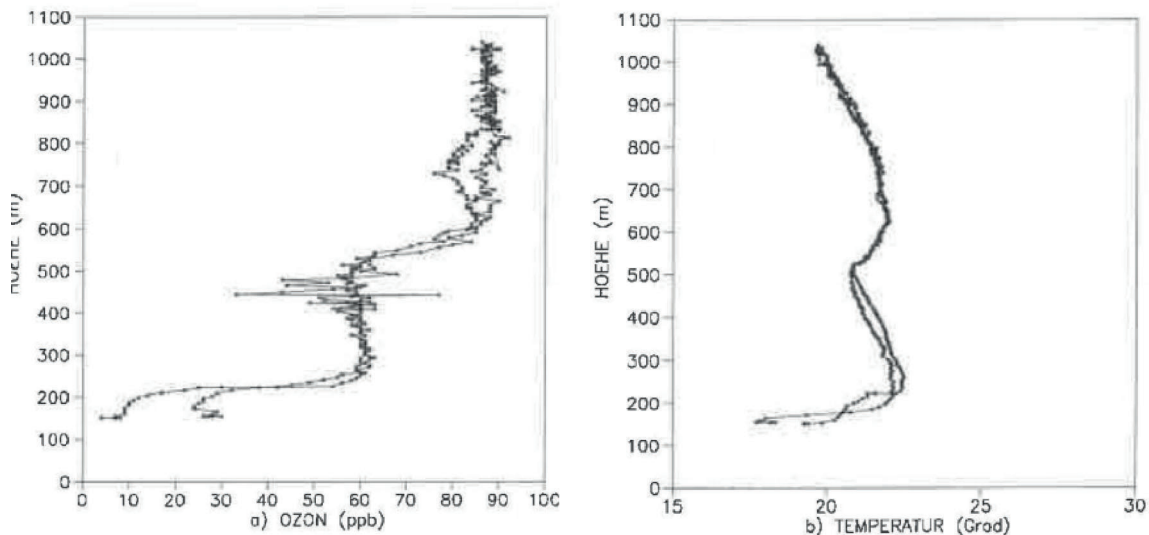


Abb. 6: Vertikalprofile von Ozon und Temperatur gemessen während eines Fesselballonauf- und -abstiegs im Augarten, 5. 8. 1994, 5:30 MESZ (aus *Piringer, 1997*).

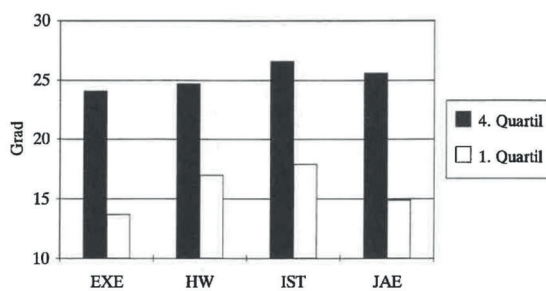


Abb. 7: Mitteltemperaturen für ozonreiche (4. Quartil) und ozonarme Perioden (1. Quartil) im Sommer 1994 an den Stationen Exelberg (EXE), Hohe Warte (HW), Innere Stadt (IST) und Jägerwiese (JAE) (aus *Piringer, 1997*).

Dreiantennensodar A0

Parallel zu den Fesselballonsystemen wurden auch Akustikradargeräte, sogenannte SODARs, für Vertikalsondierungen eingesetzt. 1986 wurde das SODAR A0 der französischen Herstellerfirma Remtech angekauft, das aus drei trichterförmigen, etwa zwei Meter hohen, auf einem Trailer montierten Antennen bestand (**Abb. 8**, links). Neben einer vertikal orientierten Antenne besaß dieses SODAR auch zwei gegenüber der Verti-

kalen um 18° geneigte und zueinander im rechten Winkel orientierte Antennen. Damit wurde abgesehen von der Intensität des rückgestreuten Echos der dreidimensionale Wind samt den Standardabweichungen der Windrichtung und der Vertikalgeschwindigkeit gemessen. Transport und Aufstellung des Geräts waren sehr aufwändig.

Einsätze des A0 Sodars fanden, in Ergänzung zu Vertikalsondierungen mittels Fesselballon, während der späten 80er- und frühen 90er-Jahren im Rahmen umfangreicher Projekte der damaligen Forstlichen Bundesversuchsanstalt statt. Ziel waren Analysen der Ursachen von Immissionschäden an Wäldern in inneralpinen Lagen (Zillertal und Achenkirch). Die meteorologischen Untersuchungen ergaben Hinweise für Transport von schadstoffbelasteten Luftmassen aus dem Alpenvorland in Richtung der untersuchten Waldregionen (*Kaiser, 1989, 1994 und 1996*). Diese Arbeiten erwiesen sich im Folgenden als Basis für zahlreiche weiterführende Herkunftsanalysen schadstoffbelasteter Luftmassen (zuletzt z.B. *Kaiser et al., 2007*, und *Kaiser und Scheifinger, 2014*).



Abb. 8: Remtech A0-SODAR (links, Foto: A. Kaiser) und PA2-SODAR (rechts, Foto: K. Baumann-Stanzer).

Mit dem A0-SODAR wurden vor allem mittlere vertikale Windprofile an unterschiedlichen Standorten untersucht und verglichen (Piringer, 1992). Bei diesen jeweils über mehrere Monate zu unterschiedlichen Jahreszeiten gemittelten Windprofilen zeigten sich starke Unterschiede zwischen den Standorten (Abb. 9). Die inneralpinen Standorte (Abb. 9, links) zeichneten sich erwartungsgemäß durch niedrigere Windgeschwindigkeiten, vor allem in größeren Höhen, sowie durch eine geringere Windgeschwindigkeitszunahme mit der Höhe aus. Diese Arbeit enthielt auch einen Abschnitt über die mit den SODAR-Windrichtungsdaten an sechs Standorten ermittelte Talwindzirkulation (Abb. 10). Die Verteilung von Talein- und Talauswind hängt stark von den orographischen Verhältnissen und der Jahreszeit ab. Die Abb. 10a und b zeigen die Verhältnisse im Sommerhalbjahr mit ausgeprägten Taleinwindphasen und einem meist raschen Phasenübergang.

Die Abb. 10c, e und f dominiert die Talauswindphase, bedingt durch die Jahreszeit (Herbst oder Winter), mit zum Teil großen Übergangsphasen und Zeitverzögerungen mit der Höhe. In Oberwart (Abb. 10f, überwiegend Herbstmessungen) ist die Taleinwindphase auf einen Höhenbereich bis 200 m über Grund beschränkt, möglicherweise verursacht durch die das Tal begrenzenden niedrigen Hügelketten. In Mellach schließlich im Murtal südlich von Graz (Abb. 10d) dominieren trotz der Saison (Herbst, Winter, tlw. Frühling) schwache Taleinwinde; außerdem gibt es lange Perioden mit uneinheitlichen Winden.

PA2-SODAR

1992 wurden vier SODARs des neueren Typs PA2 (Abb. 8, rechts) von Remtech gekauft. Das PA2-SODAR (die Abkürzung bedeutet „phased array“, was hier „phasen gesteuertes Antennenfeld“ meint; die Zahl 2 nimmt auf die Größe des Geräts Bezug) be-

stand aus einer einzigen flachen „Antenne“ mit einem Raster von 14 x 14, also insgesamt 196 kleinen Lautsprechern, die auf einer 1,3 x 1,3 m großen, horizontalen Platte montiert waren. Die Lautsprecher wurden elektronisch so angesteuert, dass die von ihnen erzeugten Schallwellen durch Interferenz die beabsichtigte Richtcharakteristik aufwiesen: Emittierten sie in Phase, erfolgte die Schallausbreitung vertikal; geneigte Schallsignale

analog zum A0-SODAR wurden durch intern gesteuerte Phasenverschiebung erzeugt. In *Piringer (1994)* und ausführlicher in *Piringer (1996)* wurde ein Leistungsvergleich der beiden Geräte dargestellt, der zugunsten des PA2-SODARs ausging: Neben einer höheren Datenausbeute wurden oberhalb von 200 m plausible Windgeschwindigkeiten gemessen, was mit der verbesserten Antennencharakteristik erklärt wurde.

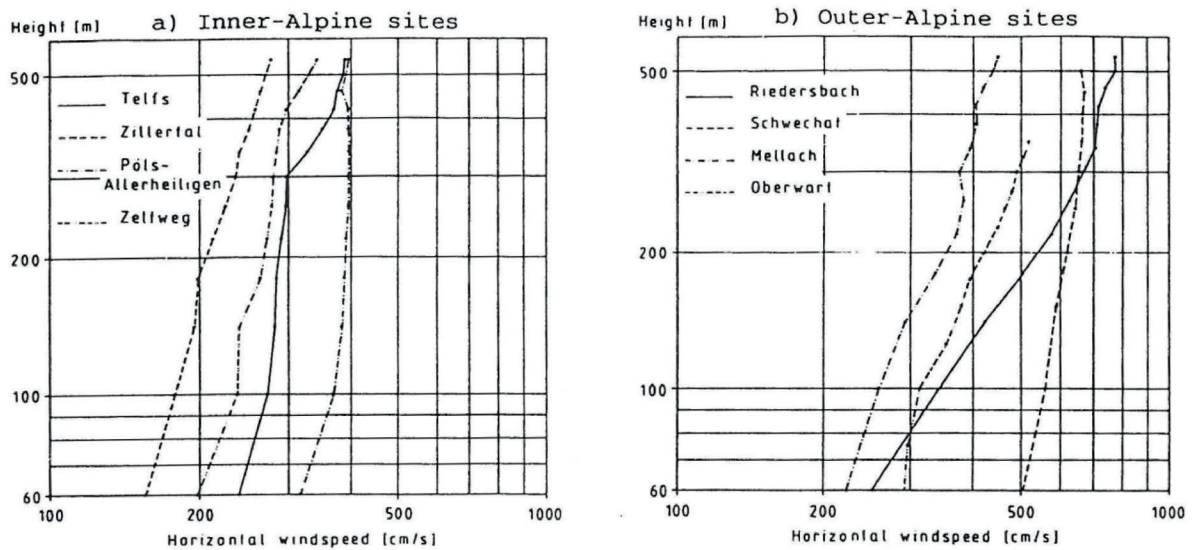


Abb. 9: Mittlere Vertikalprofile der mit dem A0 SODAR gemessenen Windgeschwindigkeit an verschiedenen Standorten in Österreich im Zeitraum 1986-1990 (*Piringer, 1992*).

Remtech versprach, dass anhand eines systeminternen Auswerteverfahrens der vertikale Verlauf der Intensität des rückgestreuten Signals sowie die Standardabweichung der Vertikalgeschwindigkeit dazu verwendet werden könnten, Inversions- und Mischungshöhen sowie vertikale Temperaturgradienten, Parameter also, die die Schichtungsverhältnisse der bodennahen Atmosphäre charakterisieren, abzuleiten. In den ersten Jahren wurde auch an der ZAMG viel Zeit verwendet, um diese Anwendungsmöglichkeit zu verifizieren, allerdings mit nur geringem bis mäßigem Erfolg. Im Rahmen des von der Nationalbank geförderten Projekts KONGEX (*Piringer et al., 1996*) wurden

Mischungshöhen aus Fesselballondaten mit jenen eines PA2-SODARs verglichen. Dabei zeigte sich, dass mit dem Fesselballon das Anwachsen der Mischungsschicht innerhalb des etwa 500 m hohen Messbereich in den Vormittagsstunden gut erfasst wurde. Auch im Rahmen der COST-Aktion 715 (*Piringer und Joffre (Eds.), 2005*) wurde versucht, mit SODARs Mischungshöhen zu erfassen.

Große Messkampagnen mit SODAR und Fesselballon

Zwei große Messkampagnen, bei denen unterschiedliche Vertikalsondierungssysteme eine prominente Rolle spielten, wa-

ren das DATE-Graz-Projekt und das Mesoscale Alpine Programme (MAP). Im Rahmen des DATE (Dispersion of atmospheric trace elements) - Graz Projekts (*Piringer und Baumann, 1999; Almbauer et al., 2000; Öttl et al., 2001*) wurden mit einem Set an

Fesselballonsystemen, SODARs sowie unter Verwendung von erhöht gelegenen Messstationen (Schlossberg, Platte, Schöckl) die Strömungs- und Schichtungsverhältnisse im Raum Graz im Detail untersucht.

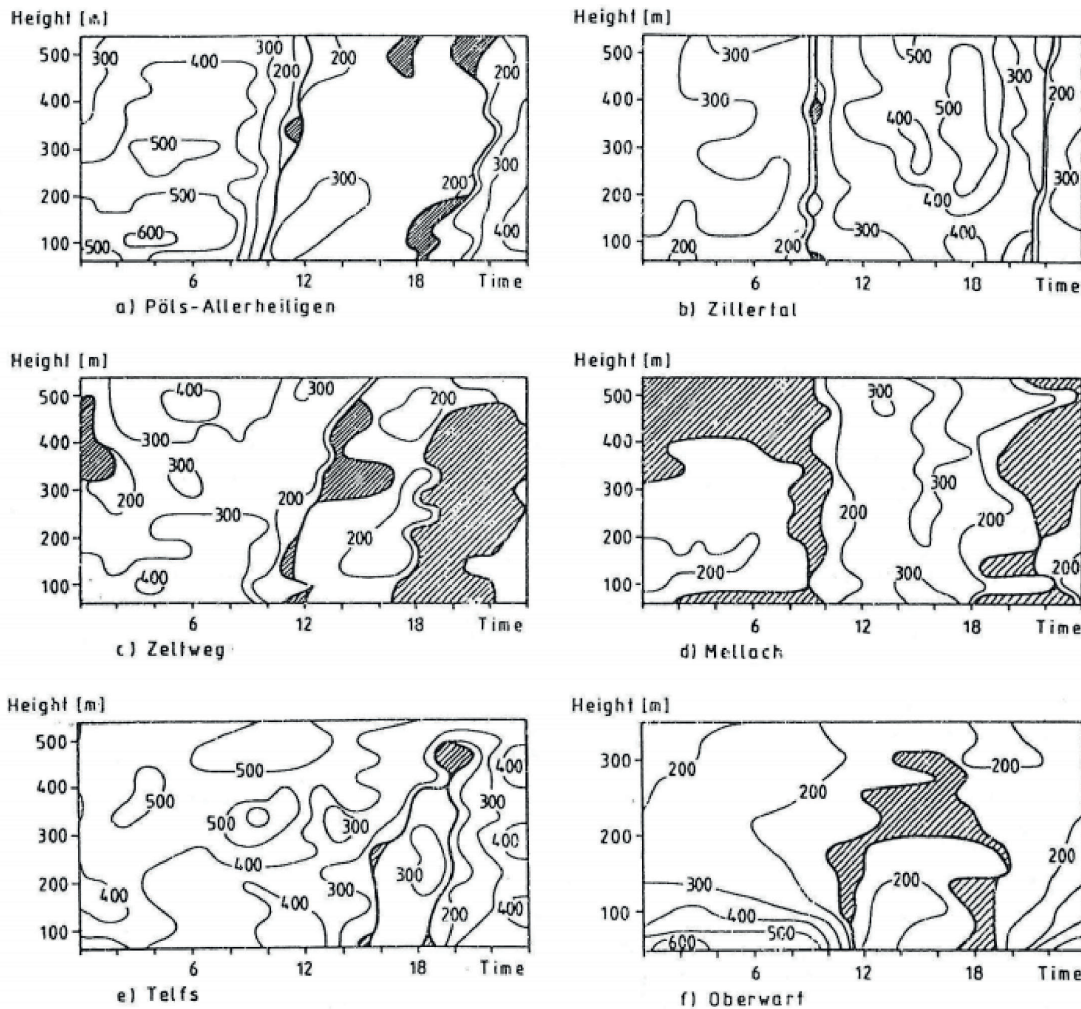


Abb. 10: Zeit-Höhen-Diagramme der aus SODAR-Daten ermittelten Häufigkeit (in %) talparalleler Windrichtungen an sechs Standorten in Österreich; dicke Linien: Windrichtungswechsel; schattierte Flächen: keine Hauptwindrichtung ermittelbar (*Piringer, 1992*).

Während einer stagnierenden Wetterlage im Jänner 1998 wurden ausgeprägte nächtliche Bodeninversionen (**Abb. 11**) und eine starke Tal auswindströmung in etwa 100 bis 200 m Höhe über der Stadt (**Abb. 12**) gefunden. Nördlich des Zentrums war die Luft in bodennahen Schichten wärmer als süd-

lich davon, verursacht durch die topographische Situation in Graz: Die Murtalenge zwischen dem Gratkorner und Grazer Becken bewirkt eine Kanalisierung der Strömung mit erhöhter Windgeschwindigkeit in Bodennähe. Während klarer Nächte bildet sich regelmäßig ein low-level Jet aus, der sich

über dem Stadtgebiet anhebt und verstärkt. Die Anhebung des Jets wird auf die erhöh-

te Rauigkeit und die Strömung über den isolierten Schlossberg zurückgeführt.

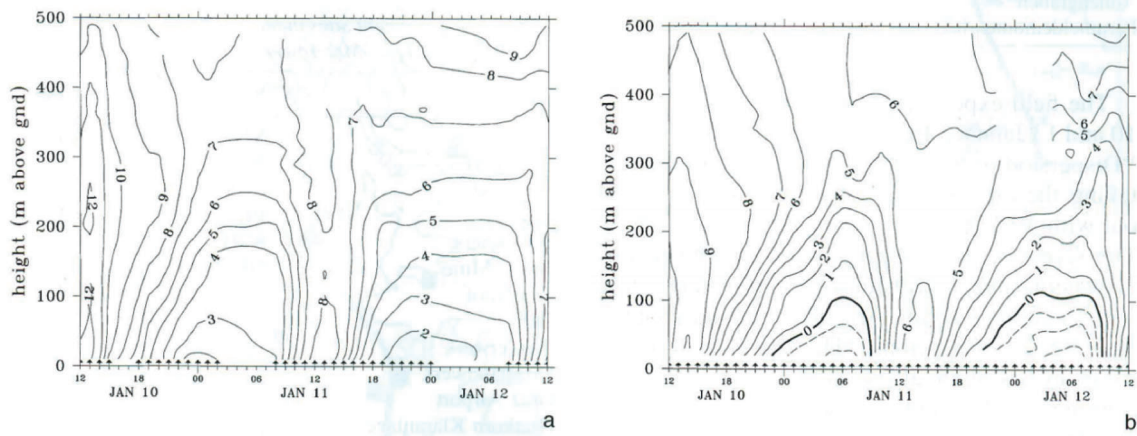


Abb. 11: Zeit-Höhen-Diagramm der mit Fesselballonsystemen gemessenen Lufttemperatur a) nördlich und b) südlich des Grazer Stadtzentrums; Pfeile entlang der x-Achse markieren die Aufstiege (*Piringer und Baumann, 1999*).

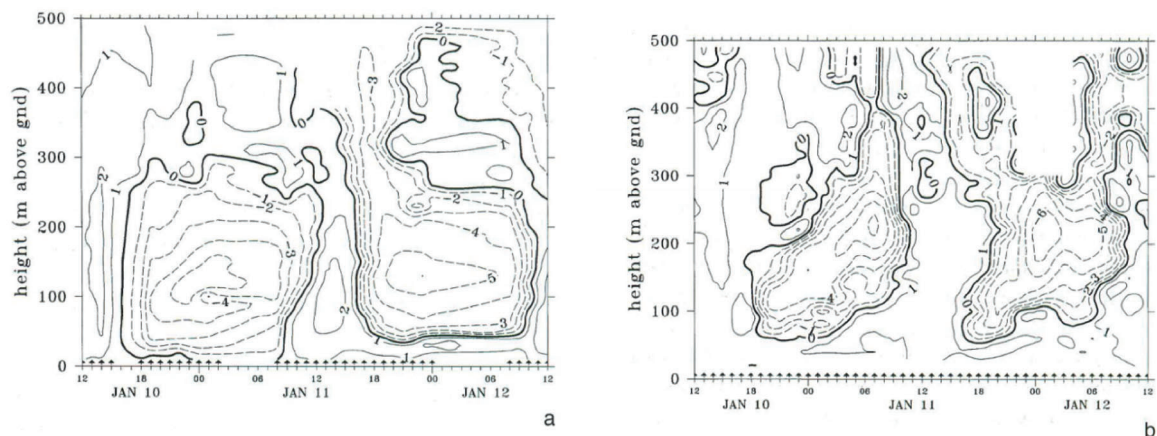


Abb. 12: Zeit-Höhen-Diagramm des mit Fesselballonsystemen gemessenen Taleinwindes (durchgezogene Linien, positive Werte der Windgeschwindigkeit) und des Talauswindes (strichlierte Linien, negative Werte der Windgeschwindigkeit) a) nördlich und b) südlich des Grazer Stadtzentrums; Pfeile entlang der x-Achse markieren die Aufstiege (*Piringer und Baumann, 1999*).

Im Rahmen von MAP wurde von der ZAMG die Rheintal-Ozonstudie durchgeführt (*Piringer et al., 2001*). Dabei wurden im österreichischen Gebiet südlich des Bodensees zusätzliche Instrumente positioniert. Die Vertikalstruktur und die zeitliche Entwicklung der Grenzschicht sowie der Ozonkonzentra-

tionen während Föhnepisoden wurden mittels Fesselballonsystem (**Abb. 13**) mit bis zu drei meteorologischen und zwei Ozonsonden, einer Seilbahnsonde am Pfänder, einem SODAR, einem Ultraschallanemometer und einer konventionellen meteorologischen Bodenstation gemessen.

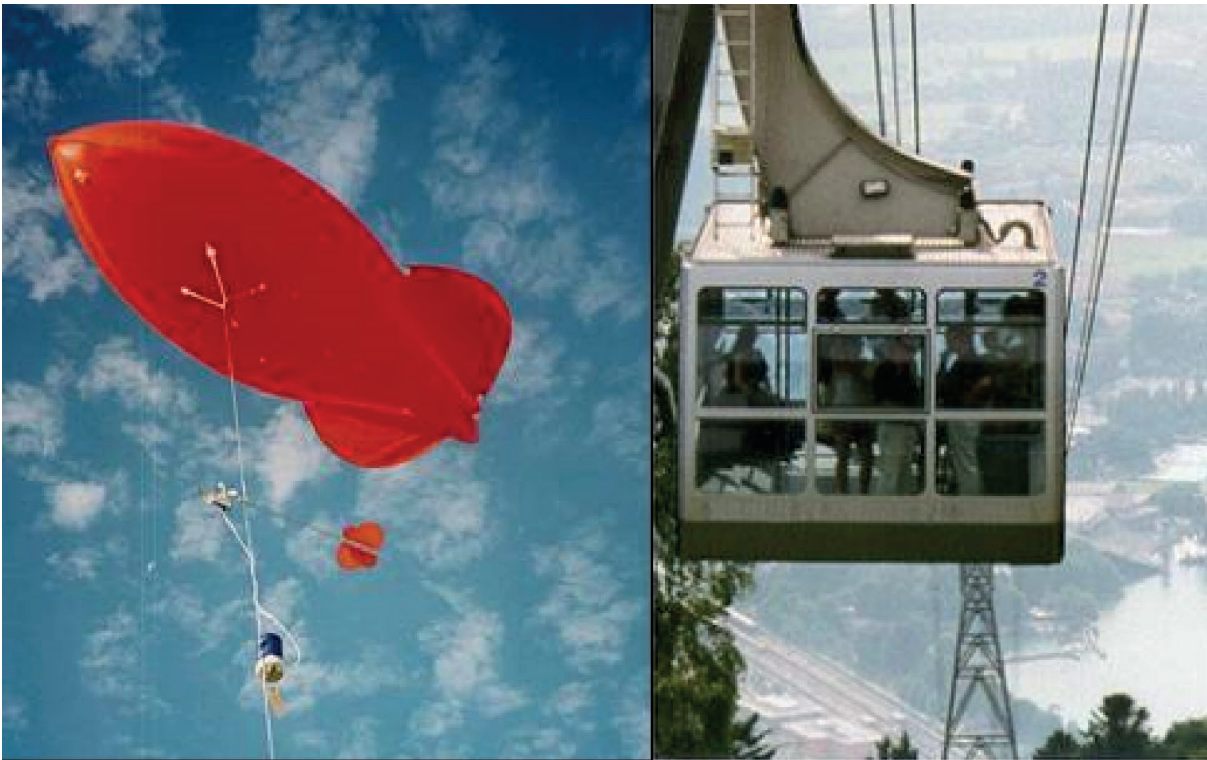


Abb. 13: links: „Tethersonde Meteorological Tower“ (TMT)-System mit meteorologischer Sonde und Ozonsonde; rechts: Meteorologie- und Ozon-Sonde (Firma Kroneis) an der Pfänder-Seilbahn.

Die Fähigkeit der Vertikalsondierungssysteme, besonders des neuen Fesselballonsystems und der Seilbahnsonde, die komplexe meteorologische und Ozonstruktur der Grenzschicht im Detail zu erfassen, wurde für ein markantes Föhnereignis am 24. Oktober 1999 demonstriert. Der Datensatz zeigte eine Reihe interessanter Einzelheiten, wie das Abheben der Föhnströmung über einer Kaltluftschicht im Bereich der Mündung des Rheintals in den Bodensee, was zu starken vertikalen Gradienten des Ozons, der Temperatur und Feuchte und zu großer vertikaler Windscherung führte. **Abb. 14** zeigt beispielhaft die mit dem TMT-System an diesem Tag erfasste Windscherung, **Abb. 15** den Ozongradienten. Ein Vergleich von Fesselballon- und Seilbahnsondenprofilen von Ozon, Luftfeuchtigkeit und Temperatur ist **Abb. 16** zu entnehmen. Die Seilbahnsonde lieferte aufgrund der rascheren Steig- und Sinkgeschwindigkeit glattere Kurven als das

Fesselballonsystem, das bei Auf- und Abstieg mäandrierte und eine höhere zeitliche Auflösung aufwies.

Trotz der laufenden technischen Verbesserungen waren alle Fesselballonsysteme stark den Witterungseinflüssen ausgesetzt. Unvermutete Böigkeit, starke Windgeschwindigkeitszunahme mit der Höhe sowie ein Föhndurchbruch im Rheintal führten in mehreren Kampagnen dazu, dass sich der Fesselballon in Bäumen oder Hausdächern verhing oder dass das Seil riss und der Ballon wegflog. Meist gelang es der Feuerwehr im ersten Fall, den Ballon wieder zu befreien. Das Verheddern in Stromleitungen führte vereinzelt sogar zu lokalen Stromausfällen, beispielsweise in Achenkirch in Tirol und im Kainachtal südlich von Graz. Beispielhaft ist in **Abb. 17** der „Landeplatz“ eines weggeflogenen Ballons im Wald oberhalb von Andritz während des DATE-Graz-Projekts zu sehen.

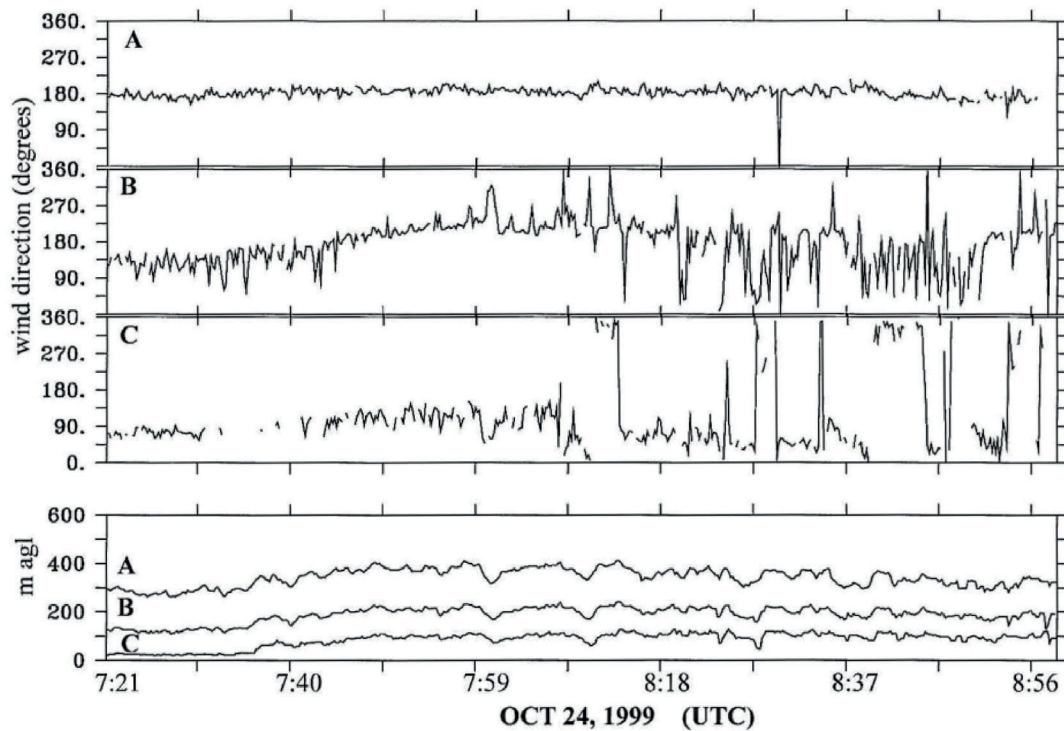


Abb. 14: oben: Zeitreihen der mit dem TMT-Fesselballonsystem erfassten Windrichtung in drei verschiedenen Höhen; unten: Höhenposition der drei Sonden (*Piringer et al., 2001*).

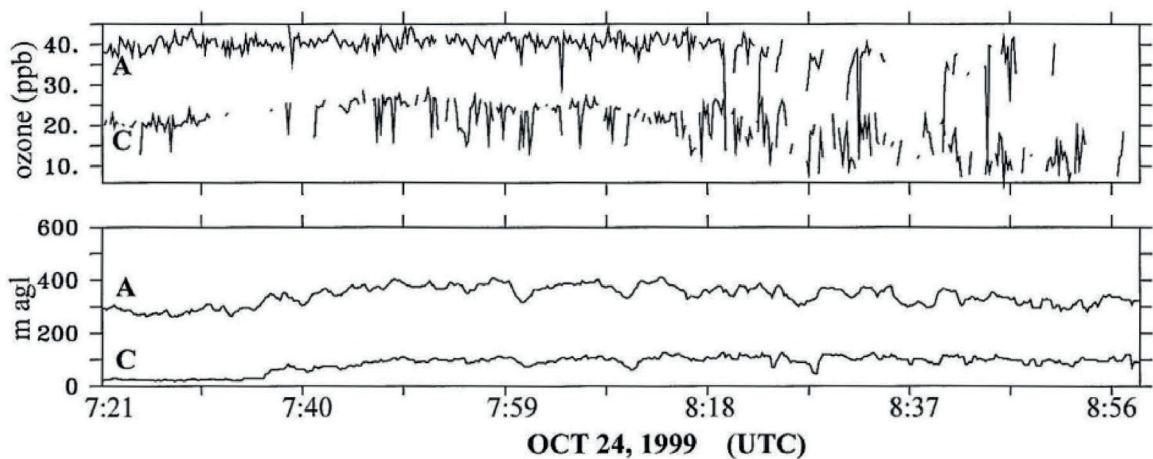


Abb. 15: oben: Zeitreihen der mit dem TMT-Fesselballonsystem erfassten Ozonkonzentrationen in zwei verschiedenen Höhen; unten: Höhenposition der beiden Sonden (*Piringer et al., 2001*).

Die LOAC-Sonde

Der letzte Fesselballoneinsatz der ZAMG fand auf der Donauplatte beim Wiener

Konferenzzentrum (VIC) mit einer LOAC (Light Optical Aerosol Counter)-Sonde statt (**Abb. 18**). Mittels LOAC-Sonde kann die Typologie von Partikeln identifiziert werden

(Tröpfchen, kohlenstoffhaltige Partikel, Salze, mineralischen Staub) und deren Häufigkeitsverteilung getrennt nach Größenklassen zwischen 0,2 µm und mehr als 100 µm bestimmt werden. **Abb. 19** zeigt die Verteilung der normierten Partikelzahl für 19 Größenklassen gemessen während eines

Fesselballonaufstiegs in Wien am 11. 4. 2013. Die Zahl der Partikel nimmt mit zunehmendem Durchmesser stark ab. Weiters zeigen die Messungen in den untersten 50 m eine Abnahme der Partikelzahl mit der Höhe, besonders für Partikel mit einem Durchmesser kleiner 1 µm (Renard et al., 2016).

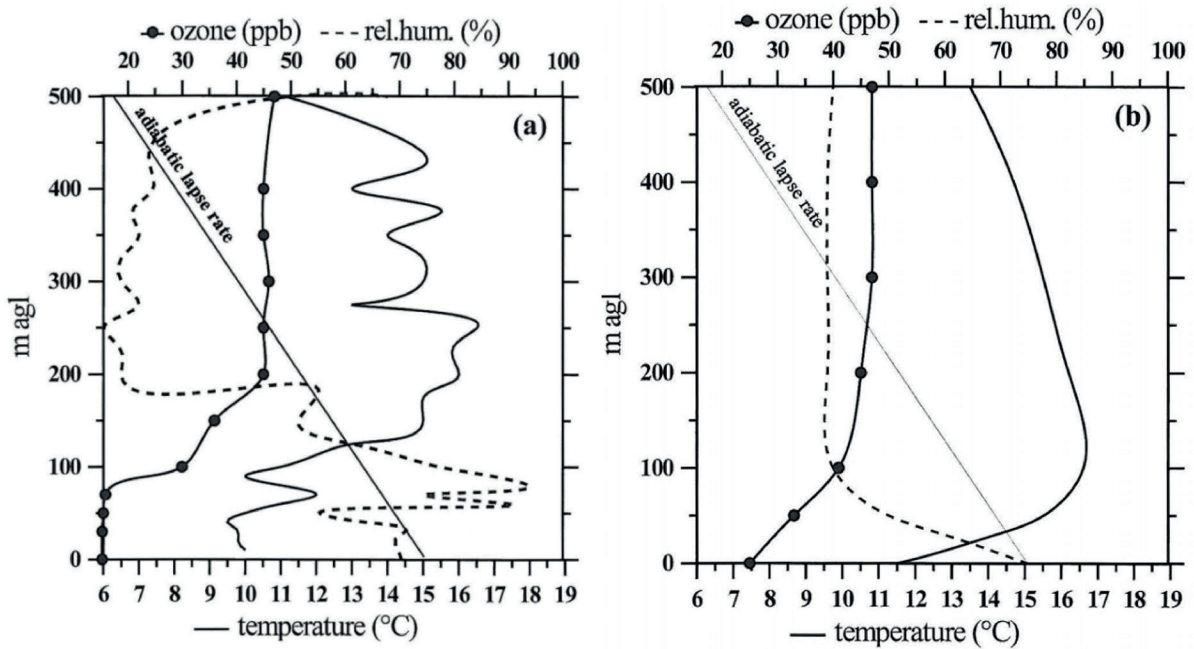


Abb. 16: Vertikalprofile von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Ozon am 24. 10. 1999. a) Fesselballonsystem b) Seilbahnsonde (Piringer et al., 2001).



Abb. 17: Heroischer Einsatz der Feuerwehr im Andritzgraben (1998; Fotos: K. Baumann-Stanzer).

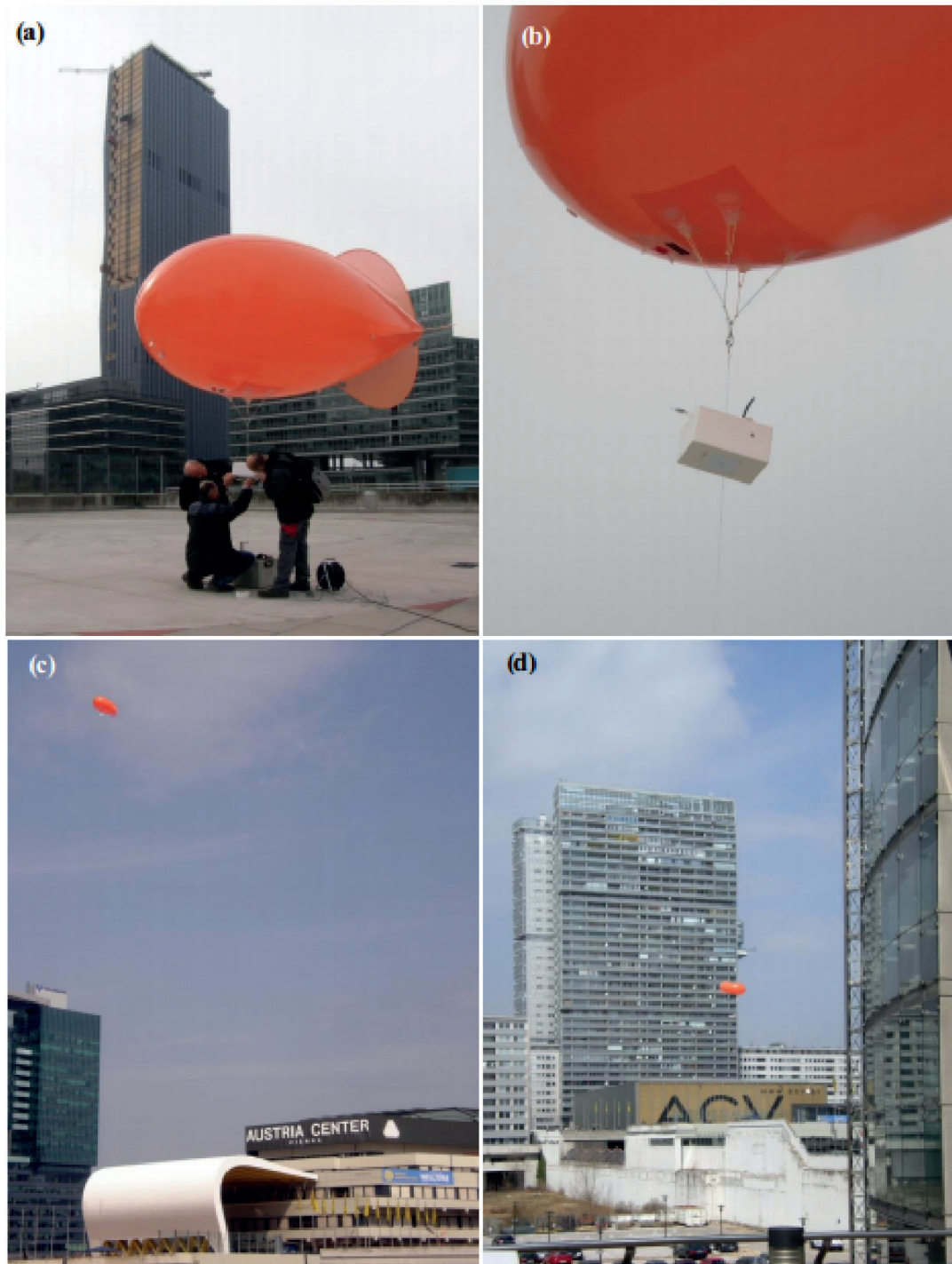


Abb. 18: Fesselballonaufstieg mit LOAC-Sonde beim VIC in Wien (*Renard et al., 2016*).

Einsätze mit RASS

Nach langjährigem Einsatz beispielsweise

am Truppenübungsplatz Allentsteig (*Baumann und Piringer, 2001*) wurden die PA2-SODARs 2005 durch zwei RASS-Geräte sowie ein mobiles SODAR der Firma Metek

ersetzt (**Abb. 20**). Mit einem RASS (Radio Acoustic Sounding System) werden gleichzeitig Wind-, Turbulenz- und Temperaturprofile gemessen. Das Gerät ist eine Kombination aus einem Akustikradar (SODAR) und zwei elektromagnetischen Gitterantennen. Die Antenne des SODARs besteht in diesem Fall aus 64 Schalltrichtern und dient als Sende- und Empfangsanlage für Schallwellen (2 kHz), die an Turbulenzelementen der Atmosphäre verstärkt zurückgestreut werden. Die Frequenzverschiebung des Signals aufgrund des Dopplereffekts dient zur Bestimmung des dreidimensionalen Windes. Die Streuung von Radiowellen (1290 MHz) an Schallwellen (2 kHz) wird genutzt, um über die Temperaturabhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schallwellen die Temperatur zu bestimmen.



Abb. 20: links: RASS-System der Firma Metek in Kittsee (Foto: A. Kaiser); rechts: mobiles SODAR der Firma Metek zur Windmessung mit Solarpaneel zur Stromversorgung; Standort Innthal östlich von Innsbruck.

Baumann-Stanzer und Piringer, 2006) und 2006/2007 etwa gleichzeitig in Kittsee (*Kaiser, 2011*) und am Vöest-Alpine-Gelände in Donawitz (*Piringer und Kaiser, 2008*) eingesetzt. In der Mitte des linken Bildes in **Abb. 20** sieht man den weißen Schallschutz des Akustikradars, links und rechts davon die

beiden Radargitterantennen.

Das RASS ermittelt die Lufttemperatur über die Dichte der Luft. Da Wasserdampf eine geringere Dichte hat als trockene Luft, werden die Temperaturwerte aus RASS Messungen auch vom Wasserdampfgehalt der Luft beeinflusst.

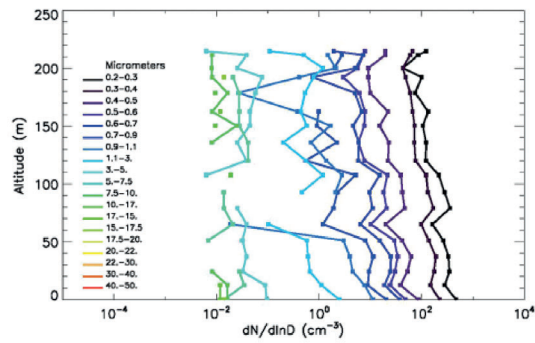


Abb. 19: Vertikalverteilung der normierten Partikelzahl für 19 Größenklassen, gemessen mit LOAC, am 11. 4. 2013 um 11:00 UTC beim VIC in Wien (*Renard et al., 2016*).

Die RASS-Geräte wurden im Zeitraum 2004/2005 im Rahmen einer von der Vöest-Alpine beauftragten Messkampagne im Raum Linz (*Piringer und Baumann-Stanzer, 2006*;

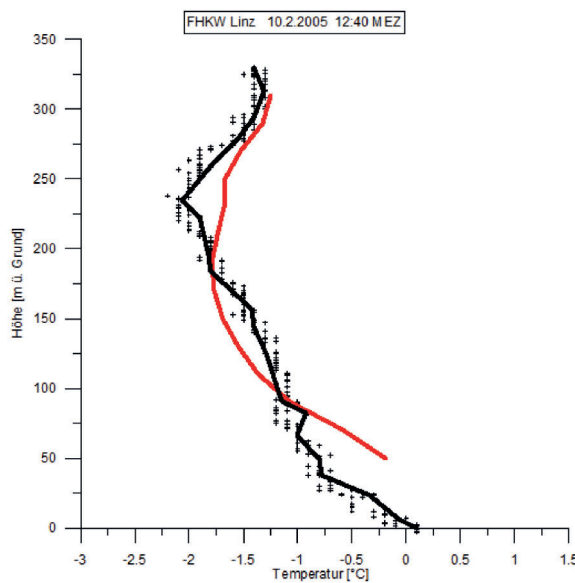


Abb. 21: Vergleich eines aus RASS-Messungen bestimmten vertikalen Temperaturprofils (rot) mit Ergebnissen einer Fesselballonsonde (Kaiser, 2011).

Dies hat Einfluss auf den Absolutwert der mit dem RASS gemessenen Temperatur, der Einfluss auf die daraus abgeleiteten vertikalen Temperaturgradienten hingegen ist meist gering. Zudem bezieht das RASS seine Informationen aus einem größeren Luftvolumen (abhängig von der Konfiguration des Geräts). Die RASS-Temperaturprofile erscheinen daher gegenüber Temperaturprofilen, wie sie in-situ anhand einer Fesselballonsonde gemessen werden, geglättet. In einer Vergleichskampagne in Linz wurden zwischen den beiden Messsystemen Abweichungen um rund 0,5 bis maximal 1°C gemessen (Abb. 21).

Im Winter 2004/2005 wurde im Auftrag der Vöest-Alpine eine große Messkampagne im Raum Linz mit den beiden RASS und dem Fesselballon-Messsystem durchgeführt (Piringer und Baumann-Stanzer, 2006; Baumann-Stanzer und Piringer, 2006). Während einer eindrucksvollen Schadstoffepisode vom 8. bis 10. Februar 2005 (PM10-Flächentagesmittel $140 \mu\text{g m}^{-3}$, NO_2 -

Flächentagesmittel knapp über $100 \mu\text{g m}^{-3}$) wurden mit dem Fesselballon-Messsystem kräftige Inversionen gemessen (Abb. 22). Das im Zentrum von Linz betriebene RASS erreichte aufgrund der im besiedelten Gebiet notwendigen Limitierung der Schallstärke keinen großen Höhenbereich und erfasste daher die starke Temperaturzunahme oberhalb von 400 m nicht (Abb. 23). In Bodennähe herrschte ein deutlicher Tagesgang der Temperatur, der von beiden Systemen trotz unterschiedlicher Messtechnik vergleichbar erfasst wurde. Nur mit dem Fesselballon, der wegen schwacher Winde große Aufstiegshöhen erreichte, wurde eine massive abgehobene Inversion erfasst, deren Basis zu Beginn der Messungen in etwa 600 m Höhe über Grund lag und im Verlaufe der Messungen auf ca. 400 m über Grund absank.

In Piringer und Kaiser (2008) wurden Ergebnisse von RASS-Messungen aus Donawitz (Vöest-Gelände) und Kittsee diskutiert und verglichen. Abb. 24 zeigt links den mittleren Tagesgang und rechts die Monatsmittelwerte der RASS-Temperaturen aus ausgewählten Höhen aus Messungen in Donawitz (Zeitraum November 2006 bis Juni 2007). Das Tal ist dort eng und von ca. 300 m hohen Hügelketten beiderseits begrenzt. Im Talbereich wurde ein ausgeprägter Tagesgang der Temperatur gefunden, darüber ein stark abgeschwächter (Abb. 24 links); die Messungen ergaben nachts im Mittel eine Inversion. Das rechte Bild der Abb. 24 zeigt, dass diese auf die Wintermonate November bis Jänner beschränkt war.

Der Vergleich der mittleren Vertikalprofile von Windgeschwindigkeit und Temperatur in Donawitz und Kittsee (Abb. 25) zeigt zu erwartende Unterschiede: Donawitz ist in allen Höhen deutlich windschwächer, und die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ist auch wesentlich geringer als in

Kittsee. Kittsee ist im Mittel deutlich wärmer als Donawitz. An beiden Standorten gibt es im Mittel eine seichte Bodeninversion, darüber nimmt die Temperatur in Donawitz im Mittel bis 500 m Höhe leicht ab, um darüber wieder zuzunehmen. In Kittsee ergaben die Messungen im Mittel bis ca. 400

m Höhe Isothermie, darüber eine deutliche Temperaturabnahme. Allerdings ist die Datenverfügbarkeit in diesen Höhen bereits deutlich geringer als in unteren Schichten, sodass die Ergebnisse in Höhen über 400 m eine gewisse Zufälligkeit aufweisen dürften.

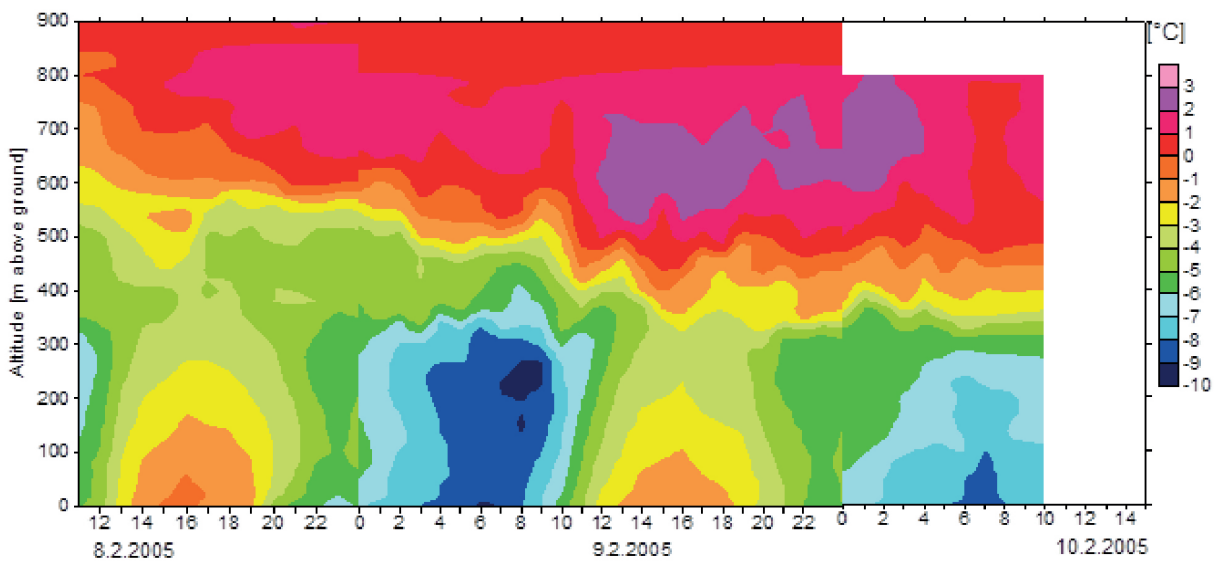


Abb. 22: Mit Fesselballon gemessene vertikale Temperaturverteilung in Linz von 8. - 10.2.2005.

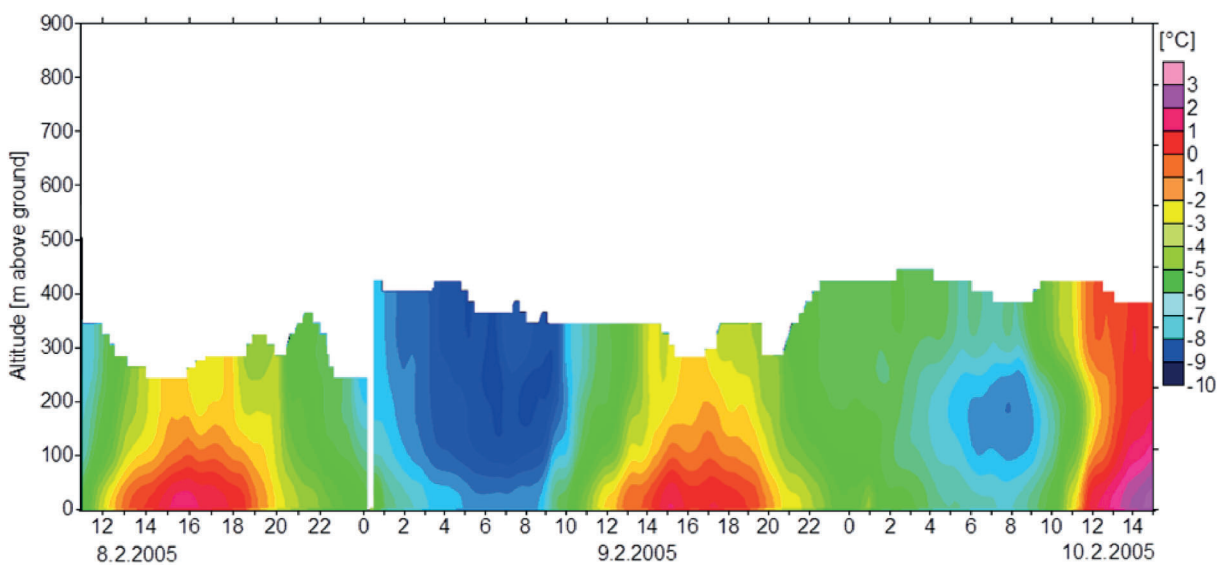


Abb. 23: Mit RASS gemessene vertikale Temperaturverteilung im Zentrum von Linz von 8. - 10.2.2005.

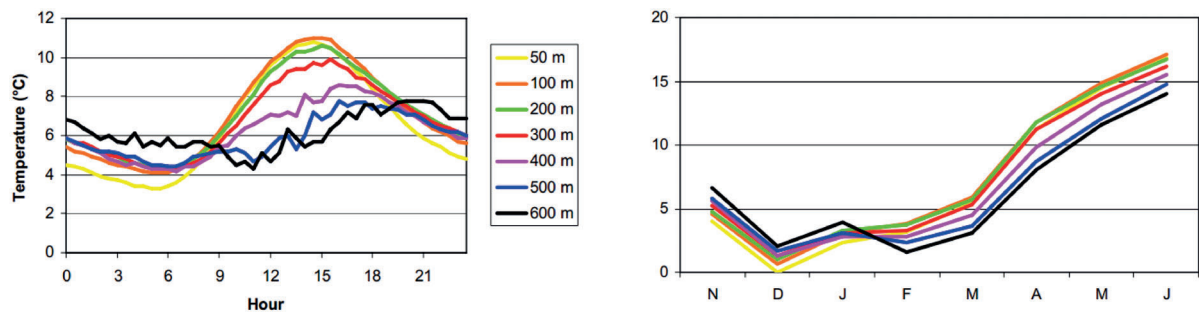


Abb. 24: links: mittlerer Tagesgang; rechts: Monatsmittelwerte der RASS-Temperatur aus ausgewählten Höhen über Grund in Donawitz (Piringer und Kaiser, 2008).

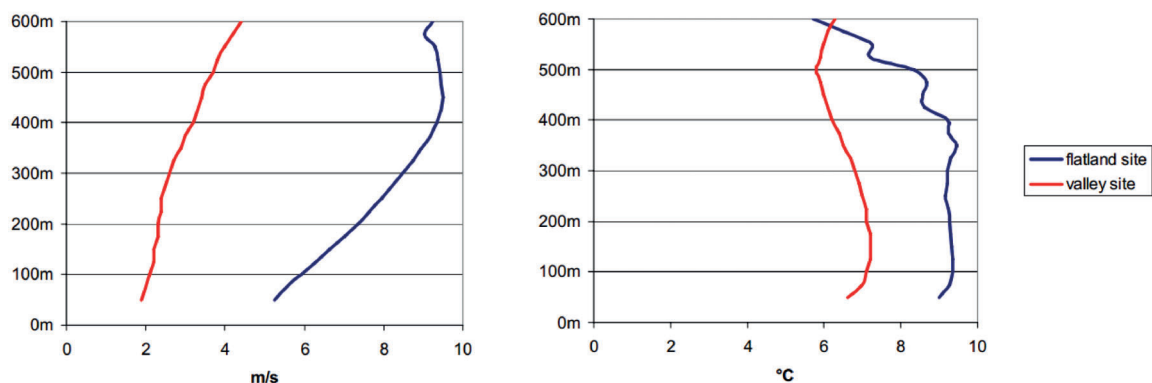


Abb. 25: Vergleich mittlerer Vertikalprofile der Windgeschwindigkeit (links) und der Temperatur (rechts) in Donawitz (rote Kurven) und Kittsee (blaue Kurven) (aus Piringer und Kaiser, 2008).

Organisatorisches

Die Durchführung von Fesselballon- und SODAR-Messungen stellte sowohl einen organisatorischen als auch einen Genehmigungsaufwand dar. Für mehrtägige durchgehende Fesselballonmessungen benötigte man ein Team von mindestens sechs Personen, die in einem Schichtdienst jeweils zu zweit (dreimal acht Stunden oder dreimal 12 Stunden) die Winde bedienten und die Daten aufzeichneten und kontrollierten.

Für jede Art von Messkampagne muss natürlich das Einverständnis des Grundeigentümers eingeholt werden. Um Fesselballonaufstiege durchführen zu können, muss für Höhen über 100 m eine Genehmigung in Form eines schriftlichen Bescheides bei

der Verkehrsabteilung des zuständigen Bundeslandes eingeholt werden. Hindernisse wie Gebäude, Bäume oder Stromleitungen sollten hinreichend weit entfernt sein, um den Ballon beim Steigen nicht zu behindern. Für RASS-Einsätze ist eine (kostenpflichtige) Funkbewilligung des Fernmeldebüros des jeweiligen Bundeslandes erforderlich; dafür ist meist eine Vorlaufzeit von etwa zwei Monaten notwendig. Eine deutliche Standorteinschränkung ergibt sich durch die vom SODAR ausgesandten Schallsignale, die meist bis in einen Umkreis von mehreren hundert Metern deutlich hörbar sind.

Ceilometer

Weder Fesselballonsysteme noch SODARs sind aufgrund ihrer begrenzten vertikalen

Reichweite von maximal 1000 m in der Lage, den gesamten Tagesgang der Mischungshöhe im Sommerhalbjahr in gemäßigten Breiten zu erfassen. Einen entscheidenden Fortschritt in dieser Hinsicht brachte erst in den letzten Jahren die vermehrte Nutzung der mittels Ceilometer gemessenen Laser-Rückstreuprofile, welche bei wolkenarmen Verhältnissen eine Reichweite bis 15 km erreichen.



Abb. 26: Väisälä-Ceilometer CL51 am Gelände der ZAMG auf der Hohen Warte.

Daher ist es möglich, mit diesen Fernerkundungsgeräten die Mischungshöhe anhand des ausgeprägten Gradienten zwischen der aerosolreichen Luft innerhalb der atmo-

sphärischen Grenzschicht und der aerosolärmeren Luft der freien Atmosphäre oberhalb zu detektieren.

Beim Ceilometer werden kurze Laser-Lichtimpulse senkrecht in die Atmosphäre emittiert und dort von Aerosolen zurückgestreut. Aus der Laufzeit und Intensität des rückgestreuten Lichtsignals kann auf Wolkenhöhen, Wolkenschichtdicken und Aerosolschichthöhen geschlossen werden. An der ZAMG wurde ein Verfahren entwickelt, um aus diesen Aerosolschichthöhen in Kombination mit 10 m-Winddaten einer nahen meteorologischen Station Mischungshöhen-Zeitreihen zu berechnen (Lotteraner und Piringer, 2016). An der ZAMG wurde anfangs ein Ceilometer der Firma Jenoptik getestet. Seit einigen Jahren werden von der ZAMG Ceilometer der Firma Vaisälä vom Typ CL51 (Abb. 26) verwendet (Piringer et al., 2019). Die Austrocontrol betreibt österreichweit ein außerordentlich dichtes Netz an Ceilometern des Typs CL31.

Mit einem Ceilometer kann erstmals in der ZAMG-Messgeschichte der Tagesgang der Mischungshöhe vollständig erfasst werden, da die vertikale Standard-Reichweite 4 km beträgt. Abb. 27 zeigt beispielhaft den mittleren Tagesgang der aus den Ceilometermessungen in Wien-Hohe Warte und Obersiebenbrunn abgeleiteten Mischungshöhen für das Sommer- und das Winterhalbjahr, der weitgehend den Erwartungen entspricht: Im Sommer wird am Nachmittag im Mittel eine Mischungshöhe von etwa 1600 m erreicht, im Winter eine solche von etwa 800 m. Der Anstieg zu den Höchstwerten findet im Sommer früher statt, der Abfall zu den nächtlichen Werten später. Über dem Stadtgebiet gibt es im Mittel eine etwas höhere Mischungshöhe als über der ländlichen Region. Der Vergleich mit aus Radiosondendaten abgeleiteten Mischungshöhen zeigt eine gute Übereinstimmung mit der Parcel-

Methode (Details zur Methodik siehe *Lotteraner und Piringer, 2016*). Die Bestimmung der Mischungshöhe nachts ist jedoch auch aus Ceilometermessungen mit Unsicherheiten behaftet (zu erwarten wären deutlichere Stadt-Land-Unterschiede), obwohl die in *Lotteraner und Piringer (2016)* beschriebene

Methodik die Gleichsetzung der Mischungshöhe mit der in Ceilometermessungen deutlich hervortretenden, meist hohen Reservoirschicht vermeidet. Auch die aus Radiosondendaten abgeleiteten Mischungshöhen zeigen nachts je nach angewandter Methodik eine große Variation.

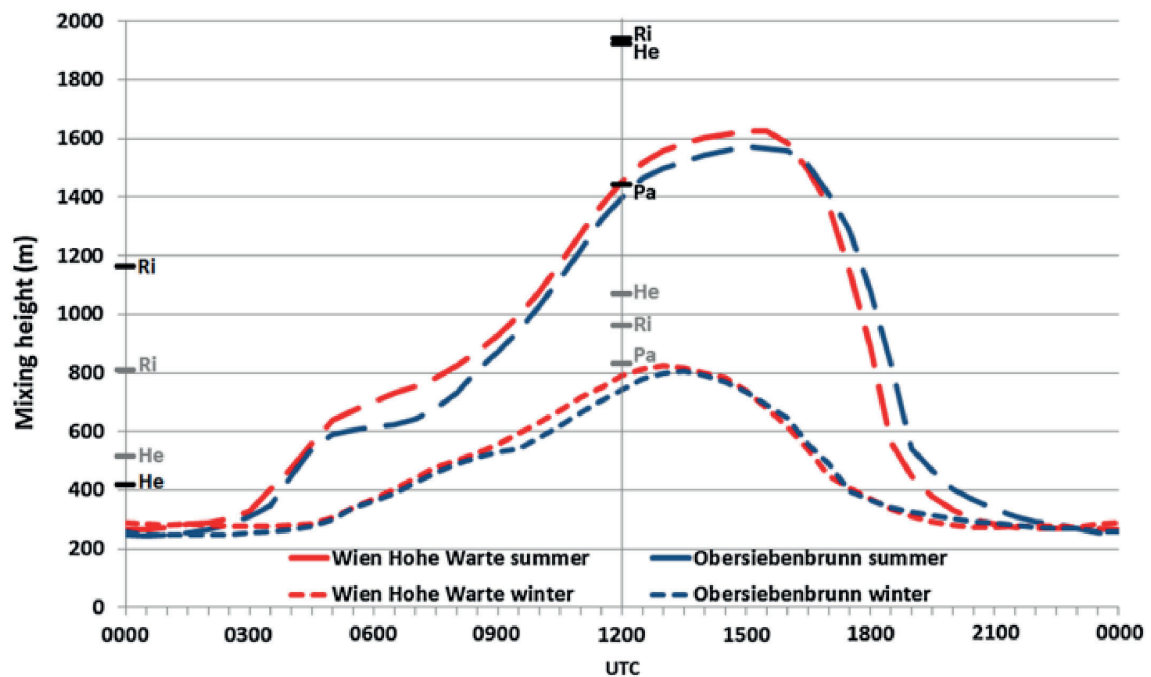


Abb. 27: Mittlerer Tagesgang der Mischungshöhe für das Sommer- und das Winterhalbjahr aus Ceilometermessungen in Wien-Hohe Warte und Obersiebenbrunn. Mittlere Mischungshöhen aus Radiosondendaten zeigen die schwarzen (Sommerhalbjahr) und grauen (Winterhalbjahr) Balken um Mitternacht und zu Mittag. He = Heffter-Methode, Pa = Parcel-Methode, Ri = Richardson-Methode (*Lotteraner und Piringer, 2016*).

Ausblick

Vertikalsondierungen werden auch in Zukunft in der Umweltmeteorologie eine große Rolle spielen. In den Jahren 2024 und 2025 ist im Alpenraum wieder eine große Messkampagne mit internationaler Beteiligung unter dem Namen TEAMx (Multi-scale transport and exchange processes in the atmosphere over mountains – programme and experiment) geplant. In ausgewählten Untersuchungsgebieten, unter anderem im Inn-

tal mit dem vorgelagerten Voralpenraum sowie in der Region um den Hohen Sonnblick, wird der komplementäre Einsatz verschiedenster Messsysteme (bodengestützte Fernerkundung, Drohnen, Flugzeugmessungen und verfeinerte Stationsnetze) geplant, um eine moderne Basis für theoretische Untersuchungen zum tieferen Verständnis der Prozesse in und oberhalb der atmosphärischen Grenzschicht sowie zur Evaluierung diverser meteorologischer Modelle zu schaffen. An diesem Vorhaben wird auch die

ZAMG unter anderem mit einem Windlidar, SODARs und Ceilometern beteiligt sein.

Wie von Expertinnen und Experten im Memorandum of Understanding der laufenden EU COST-Aktion PROBE (COST-

Dokument 052, 2019) festgehalten, gilt nach wie vor trotz allem technischen Fortschritt: „Despite its importance, ABL remains the single most important under-sampled part of the atmosphere“.

Literatur

- ▷ A. I. R. (1990). Atmospheric Data Acquisition System (ADAS). Operation and Technical Reference Manual. Version 8.1.
- ▷ Almbauer, R. A., M. Piringer, K. Baumann, D. Öttl, P. J. Sturm, 2000. Analysis of the daily variations of wintertime air pollution concentrations in the city of Graz, Austria. *Environmental Monitoring and Assessment* **65**, 79-87.
- ▷ Baumann-Stanzer, K. and M. Piringer, 2006. Comparison of tethered and RASS vertical temperature profiles during a morning inversion break-up. Ext. abstract to the ISARS 13 conference, 18-20 July 2006, Garmisch-Partenkirchen. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gesellschaft, Wissenschaftliche Berichte FZKA 7222, 144-145, ISSN 0947-8620.
- ▷ Baumann, K. and M. Piringer, 2001. Two-years statistics of boundary layer measurements with a Sodar. *Physics and Chemistry of Earth (B)*, **26**(3), 205-211.
- ▷ COST-Dokument 052, 2019. Memorandum of Understanding for the implementation of the COST Action “Profiling the atmospheric Boundary layer at European scale” (PROBE) CA18235.
- ▷ Dirmhirn, I., 1957. Fortsetzung der Windvergleiche von Wien und Obersiebenbrunn. *Wetter und Leben* **9**(1-2), 10-13.
- ▷ Hammerl, C. und M. Staudinger (Hsg.), 2021. 170 Jahre ZAMG 1851-2021. Leykam Buchverlagsgesellschaft m.b.H., ISBN 978-3-7011-0461-1.
- ▷ Hammerl, C., W. Lenhardt, R. Steinacker, P. Steinhauser (Hsg.), 2001. Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1851-2001. Leykam Buchverlagsgesellschaft m.b.H., ISBN 3-7011-7437-7.
- ▷ Kaiser, A. und H. Scheifinger, 2014. Meteorologische Analyse des Ozontrends im Alpenraum. Ein Beitrag zum Global Atmosphere Watch Programm der World Meteorological Organization. *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik* **44**.
- ▷ Kaiser, A., 2011. Endbericht über die meteorologischen Sondermessungen an der Immissionsmessstelle Kittsee der Burgenländischen Landesregierung. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Zahl 4318/05-U.
- ▷ Kaiser, A., H. Scheifinger, W. Spangl, A. Weiss, S. Gilge, W. Fricke, L. Ries, D. Cemas, B. Jesenovecs, 2007. Transport of nitrogen oxides, carbon monoxide and ozone to the Alpine Global Atmosphere Watch stations Jungfrauoch (Switzerland), Zugspitze and Hohenpeisenberg (Germany), Sonnblick (Austria) and Mt. Kravabec (Slovenia). *Atmospheric Environment* **41**, 9273-9287.
- ▷ Kaiser, A., 1996. Die meteorologischen Verhältnisse im Achenal und ihre Auswirkungen auf die gemessenen Immissionskonzentrationen. *FBVA-Berichte* **94**.
- ▷ Kaiser, A. 1994. „Höhenprofil Zillertal“: Analyse der vertikalen Temperatur- und Windstruktur und ihr Einfluss auf die Immissionskonzentrationen. *FBVA-Berichte* **77**.
- ▷ Kaiser, A., 1989. Die vertikale Temperaturstruktur der Atmosphäre im Zillertal. *Phyton (Austria)* **209**, 49-61.
- ▷ Kaiser, A., 1987. Thermisch-hygrische Vertikalprofile in einem südalpinen Becken. *Wetter und Leben* **39**, 219-234.
- ▷ Lotteraner, Ch. and M. Piringer, 2016. Mixing-Height Time Series from Operational Ceilometer Aerosol-Layer Heights. *Boundary-Layer Meteorology* **161**, 265-287.
- ▷ Müller, W. 1965. Die agrarmeteorologische Station Obersiebenbrunn. *Wetter und Leben* **17**(11-12), 237-240.
- ▷ Öttl, D., R. A. Almbauer, P. J. Sturm, M. Piringer, K. Baumann, 2001. Analysing the nocturnal wind field in the city of Graz. *Atmospheric Environment* **35**, 379-387.
- ▷ Piringer, M., Ch. Lotteraner, K. Baumann-Stanzer, 2019. Das österreichische Ceilometer-Messnetz: neueste Entwicklungen. *ÖGM-Bulletin* 2019/2, 19-23.
- ▷ Piringer, M. and A. Kaiser, 2008. Investigating a valley atmosphere with a SODAR/RASS and comparison to a flatland site. Proc. 14th International Symposium for the Advancement of Boundary Layer Remote Sensing, Risø, Denmark. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. **1** 012006, doi:10.1088/1755-1307/1/1/012006, 7 pp.

- ▷ Piringer, M. and K. Baumann-Stanzer, 2006. The potential of additional vertical soundings to detect the flow and temperature structure in and around an urban area. Ext. abstract to the ISARS 13 conference, 18-20 July 2006, Garmisch-Partenkirchen. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gesellschaft, Wissenschaftliche Berichte FZKA 7222, 118-120, ISSN 0947-8620.
- ▷ Piringer, M. and S. Joffre (Eds.), 2005. The urban surface energy budget and mixing height in European cities: data, models and challenges for urban meteorology and air quality. Final report of Working Group 2 of COST-Action 715. ISBN 954-9526-29-1, 239 pp. Demetra Ltd. Publishers. Printed in Bulgaria.
- ▷ Piringer, M., K. Baumann, U. Pechinger, S. Vogt, 2001. Meteorological and ozone sounding experience during a strong foehn event – a MAP case study. *Meteorologische Zeitschrift* **10**, 445-455.
- ▷ Piringer, M. and K. Baumann, 1999. Modifications of a valley wind system by an urban area – experimental results. *Meteorology and Atmospheric Physics* **71**, 117-125
- ▷ Piringer, M., 1997. Zur Verwendbarkeit von Messorten in unterschiedlicher Höhenlage für Aussagen über die Temperatur- und Ozonschichtung am Beispiel Wien. *Wetter und Leben* **49**, 9-23.
- ▷ Piringer, M., 1996. Results of the SODAR Intercomparison Experiment at Dürnrohr, Austria. *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik* **13**, 73 pp. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Publ. Nr. 372.
- ▷ Piringer, M., K. Baumann, M. Langer, A. Stohl, G. Wotawa, 1996. ÖNB-Jubiläumsfondsprojekt 5522: KONGEX – Konvektives Grenzschicht-Experiment. Endbericht, 32 pp. und Abbildungsband. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- ▷ Piringer, M., M. Jaritz, E. Petz, M. Langer, B. Pospisil, 1995. Forschungsauftrag Vertikalprofilstudie Wien: Untersuchung sommerlicher Ozonepisoden in Wien anhand der Vertikalstruktur der planetaren Grenzschicht; Endbericht, 185 pp. Im Auftrag der Magistratsabteilung 22 – Umweltschutz der Gemeinde Wien, GZ. Wob/003292/Gra.
- ▷ Piringer, M., 1994. Selected results of a SODAR intercomparison experiment. *Meteorologische Zeitschrift*, **3**, 132-137.
- ▷ Piringer, M., 1992. SODAR-derived mean vertical wind patterns of the lower PBL at several sites in Austria. In: WMO: Instruments and Observing Methods, Report Nr. 49, pp. 374-379. Papers presented at TECO-92, Vienna, Austria, 11.-15. May 1992.
- ▷ Piringer, M., 1989. Zum Einfluss mesoskaliger Strömungen auf die Bodeninversionsbildung in Wien-Hohe Warte: eine Fallstudie. *Wetter und Leben* **41**, 217-234.
- ▷ Piringer, M., 1986. Beispiele zur Erfassung von Inversionen mittels eines Fesselballonsystems. *Wetter und Leben* **38**, 76-87.
- ▷ Renard, J. B., F. Dulac, G. Berthet, T. Lurton, D. Vignelles, F. Jégou, T. Tonnelier, C. Thauray, M. Jeannot, B. Couté, R. Akiki, N. Verdier, M. Mallet, E. Gensdarmes, P. Charpentier, V. Duverger, J. V. Dupont, S. Mesmin, T. Elias, V. Crenn, J. Sciare, J. Giacomoni, M. Gobbi, E. Hamonou, H. Olafsson, P. Dagsson-Waldhauserova, C. Camy-Peyret, C. Mazel, T. Décamps, M. Piringer, J. Surcin, D. Daugeron, 2016. LOAC: a small aerosol optical counter/sizer for ground-based and balloon measurements of the size distribution and nature of atmospheric particles – Part 2: First results from balloon and unmanned aerial vehicle flights, *Atmospheric Measurement Techniques* **9**, 3673-3686. <https://doi.org/10.5194/amt-9-3673-2016>.
- ▷ Schwarzl, S., 1965. Ein Schulbeispiel der Ausbildung einer Inversion durch Warmluftadvektion und Schrumpfung. *Wetter und Leben* **17**(11-12), 241-243.

ZAMG

Aktivitäten an der ZAMG um die Detektion von Waldbränden zu verbessern und deren Auswirkungen vorherzusagen

Marcus Hirtl

In der ersten Augushälfte kam es in verschiedenen Gebieten der Erde aufgrund des heißen und trockenen Wetters gleichzeitig zu zahlreichen Waldbränden. Die Gefahr bei diesen Ereignissen geht nicht nur von dem Feuer selbst aus, sondern auch von den entstehenden Rauch- und Aschewolken. Diese können nicht nur im direk-

ten Nahbereich große Auswirkungen auf die Umwelt haben, sie können auch über sehr weite Distanzen transportiert und über Kontinente hinweg nachgewiesen werden. Derzeit ist die ZAMG in drei laufende Projekte involviert, die sich mit der Detektion und Vorhersage von Waldbränden und deren Auswirkungen beschäftigen.

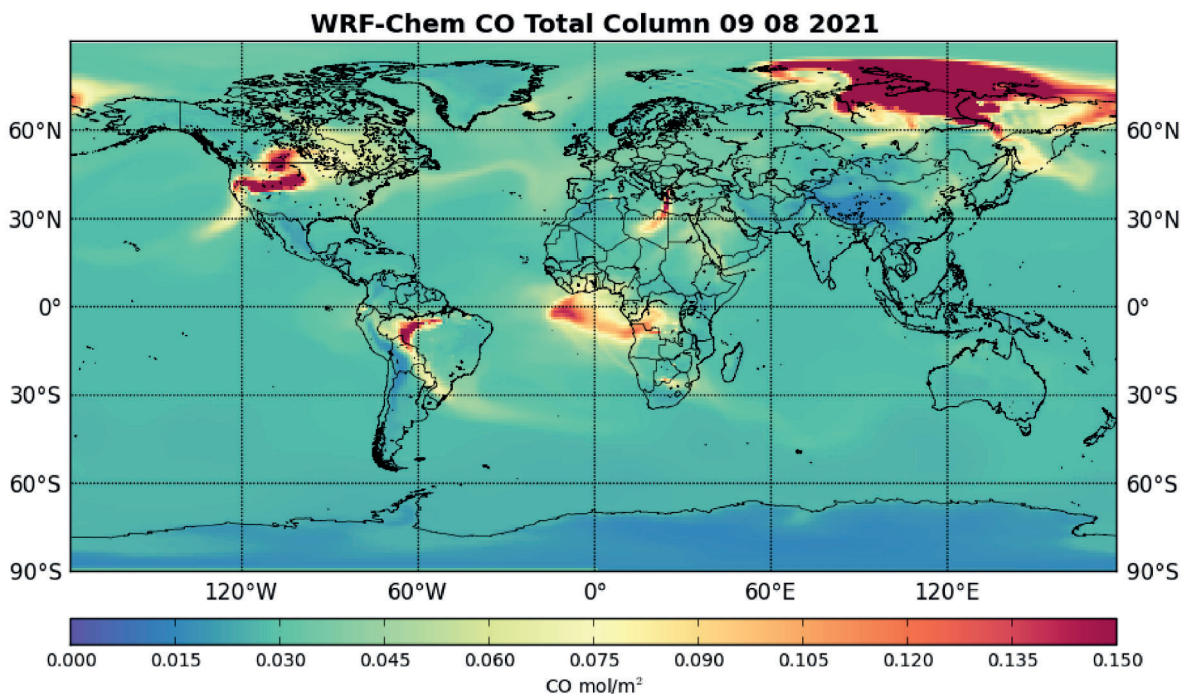


Abb. 1: Simulation von Waldbränden am 9. August mit dem globalen Modellsystem für Naturkatastrophen WRF-Chem der ZAMG.

Im Rahmen des Projektes **INTEREX** („Erweiterung unserer interdisziplinären Expertenberatungen für Krisen- und gesundheitsbelastende Situationen“, ZAMG-intern, vom BMBWF gefördert) wird derzeit ein globales Ausbreitungsmodell für Naturgefahren (Waldbrände, Wüstenstaub, Vulkanausbrüche) implementiert. Das Modellsystem WRF-Chem kann nicht nur die Verfrachtungen von Schadstoffen mit dem Wind simulieren, sondern berücksichtigt auch den Einfluss von Aerosolen auf das Wetter (z.B. Wolkenbildung und Niederschlag, Strahlungshaushalt, ...). **Abb. 1** zeigt beispielhaft die simulierte Schadstoffbelastung durch verschiedene Waldbrände die gleichzeitig Anfang August stattfanden. Satellitenmessungen dienen dabei als Eingangsdaten um die Feuer zu lokalisieren, das Modell berechnet anhand der Feuerintensitäten die Emissionen und die entsprechende Ausbreitung der Schadstoffwolken.

Das Hauptziel des Projektes **FIRE-MODE** („Improvement of wildfire detection by combining Sentinel observations with plume backtrackings from a dispersion model“, Leitung: ZAMG, <https://projekte.ffg.at/projekt/3769858>, FFG ASAP 15) ist es, die Detektion von Waldbränden mithilfe von Satellitendaten zu verbessern. Der Schwerpunkt des Projektes liegt dabei auf der Verwendung von Sentinelmessungen, sowie der Kombination von Erdbeobachtungsdaten und Ausbreitungsmodellen. Die Entwicklungen können bei erfolgreicher Umsetzung z.B. in existierende Waldbrand-Detektionssysteme integriert werden um diese zu erweitern und zu verbessern. **Abb. 2.** zeigt die vom TROPOMI Instrument gemessene Kohlenmonoxidsäule am 9. August über Griechenland. Man kann in diesen Messungen die durch die Waldbrände deutlich erhöhten Säulenwerte nördlich von Athen und einen Transport durch den Wind Richtung Südosten erkennen.

Das Projekt **CONFIRM** („Copernicus Data for Novel High-resolution Wildfire Danger Services in Mountain Regions“, Leitung: TU-Wien, <https://projekte.ffg.at/projekt/3310038>, FFG ASAP 15) zielt darauf ab, Satellitendaten und Services des europäischen Copernicus-Programms zu nutzen (z.B. Copernicus Global Land Service), um neue hochaufgelöste, satellitengestützte Produkte und präoperationelle Services zur Beurteilung der Waldbrandgefahr für Österreich bereitzustellen.

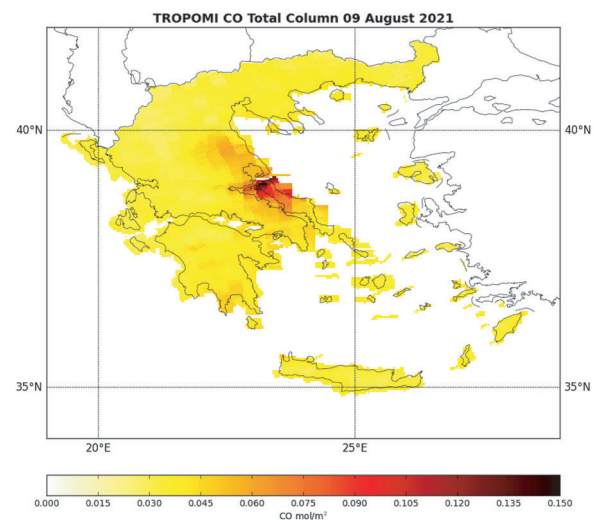


Abb. 2: TROPOMI Messungen über Griechenland am 9. August 2021. Nördlich von Athen sind die stark erhöhten Kohlenmonoxidwerte (CO) zu erkennen (dargestellt ist die gesamte Säule von CO).

Beobachtungen von verschiedenen Satelliten sowie Information über die Waldstruktur, Baumarten, Feuchte des Brennmaterials, hochaufgelöste Wetterprognosen, sozioökonomische und topografische Daten sowie die österreichische Waldbranddatenbank werden kombiniert, um ein räumlich hochaufgelöstes und satellitengestütztes integriertes Waldbrandgefahrenvorhersagesystem für Österreich zu entwickeln. Die ZAMG ist in diesem Projekt für die Bereitstellung der meteorologischen Daten zuständig. Neben dem Niederschlag, der Lufttemperatur, Luftfeuchte sowie der Wind-

geschwindigkeit wird auch die Schneebedeckung mitgeliefert, die insbesondere im Frühjahr im alpinen Bereich für die Abschätzung der Waldbrandgefahr eine relevante Rolle spielt (So kann es beispielsweise auf schneefreien, trockenen Südhängen schon zeitig im Frühjahr zu Waldbrän-

den kommen.). Andererseits ist die ZAMG für die Entwicklung von Nutzungsstrategien der neu entwickelten Produkte verantwortlich. Ebenso arbeitet die ZAMG an der Entwicklung eines Webportals für Anwender (z.B. Feuerwehr, Infrastrukturbetreiber, Forstdirektion, etc.) mit.

Universitätsabschlüsse

Wegen der neuen Datenschutzbestimmungen können nur Abschlüsse veröffentlicht werden, zu deren Veröffentlichung die Betroffenen entweder zugestimmt haben oder die entsprechenden Informationen bereits in die Öffentlichkeit gebracht wurden (allgemein zugängliche Websites).

Abgeschlossene Dissertationen 2021

Universität Innsbruck

Department of Atmospheric and Cryospheric Sciences (ACINN)

J. Horak

Development and Application of Evaluation Strategies for Downscaling Models

A. Wirbel

Dynamics of debris-covered glaciers

Abgeschlossene Master-Arbeiten 2021

Universität Innsbruck

Department of Atmospheric and Cryospheric Sciences (ACINN)

B. Bacher

Einfluss von europäischen Großwetterlagen auf die alpine Schneedeckenhöhe und -dauer

C. Beck

Assessing the temporal and spatial dependency of calculating supraglacial debris thermal diffusivity from vertical temperature profiles

D. Demetz

A Comparison of Machine Learning Methods for Thunderstorm Forecasting

D. Frisinghelli

Detecting Snow Cover in Multispectral Imagery Using Deep Convolutional Neural Networks

H. Hohenwarter

Investigating the role of snow stratigraphy and water transport schemes in modelling wet-snow instability

M. Muehlegger

Analysis of Submicron Atmospheric Particulate Organic Matter by a Chemical Aerosol Online Proton Transfer Time-of-Flight Mass Spectrometer (CHARON PTR-ToF-MS)

M. Oberrauch

Testing the importance of explicit glacier dynamics for mountain glacier change projections

C. Resch

Sky Radiance Measurements from Pandora and Retrieval of Aerosol Properties

C. Rohmann

Atmospheric Chemistry Studies with an Aerosol Flowtube on Alternative Jet Fuel Vapors

M. Rosenkranz

Evening Transition in the Inn Valley on fair-weather Days

M. Saigger

Is it North or West Foehn? A Lagrangian Analysis of PIANO IOP 1

Z. Schirmeister

Future climate change in the Peruvian Andes as described by CORDEX data

P. Schmitt

Flowline Glacier Bed Estimation with Numerical Modelling and Cost Minimization

C. Weiß

Dynamics of Gap Winds in the Great Rift Valley, Ethiopia – Emphasis on Strong Winds at Lake Abaya

Universität Wien

Institut für Meteorologie und Geophysik

C. Wally

Ableitung von Klimaindizes und Etablierung künftiger Entwicklungskorridore potentieller Steinschlagereignisse entlang des Schienennetzes der ÖBB Infrastruktur AG

Universität Graz

Institut für Geographie und Raumforschung/Institut für Physik (IGAM) Wegener Center für Klima und Globalen Wandel

J. Mitteregger

Künstliche Lawinenauslösung: SNOWPACK – Stabilitätsindizes zur Prognose der Erfolgswahrscheinlichkeit

P. A. Kogler

Climate Engineering – Die Notbremse der Klimapolitik

T. Wagnest

Klima- und Wetterphänomene der Steiermark

G. Fischer

Die räumliche und zeitliche Niederschlagsverteilung in Abhängigkeit von Wetterlagen in Österreich

C. Gaisberger

Modelling Active Layer Thickness at Hoher Sonnblick with SNOWPACK – Sensitivity and Uncertainty Analysis

M. Gorfer

Monitoring of climate change and variability in atmospheric heat content based on climate records and reanalyses

I. Hansche

Spatial and temporal variations of air temperature inversions over different surface types on Ammassalik Island (East Greenland)

T. Lichtenegger

Drivers of extreme precipitation in Europe and Austria from regional to planetary scales

F. Lippl

Climate monitoring of troposphere and stratosphere thicknesses based on GNSS radio occultation

T. G. Lorenz

Development and investigation of an integrated weather station

T. Meier

Entwicklung einer Wetterstation zur Erfassung der Umgebungsbedingungen eines Kollektor- und eines Fassadenprüfstands

J. Sammer

Sensitivity of Cut-Off Low Detection and Tracking Methods in the Northern Hemisphere

A. Schaffer

Evaluation of the Soil Moisture-Precipitation Feedback in Austria

R. Schöngrundner

Praxistest eines optischen Schneeprofilmessgeräts

Abgeschlossene Bachelorarbeiten 2021

Universität Innsbruck

Department of Atmospheric and Cryospheric Sciences (ACINN)

L. Fitsch

Partikelneubildung an Bergstationen – Eine Untersuchung auf Basis von Fallstudien

B. Frank

Fallstudie der blitzreichsten Tage in Norddeutschland zwischen 2013 und 2017

M. Jaeger

Fallstudien vorwärts geneigter Kaltfronten über Europa in 2020

A. Platter

CO₂-Austausch in einem alpinen Tal

G. Pribil

Messung der atmosphärischen Turbulenz: Wie gut eignet sich die spektrale Breite eines Doppler Wind Lidars als Turbulenzmaß?

T. Schilcher

Qualitätskontrolle und Filterung von automatischen Schneehöhenmessungen mit Ultraschallsensoren am Hintereisferner

L. Schlagbauer

Die blitzreichsten Sommergewitter im Großraum Salzburg und Südostbayern – Fallstudien der Jahre 2010 - 2019

T. Sieker

Quality Control of Long-term Data from Weather Stations at an Arctic Glacier Site

S. Strack

Bestimmung der Wolkenhöhe und des Bedeckungsgrades mit Mikrowellen- und Infrarotradiometern

B. Wibmer

Bestimmung des Bedeckungsgrades aus Messungen der langwelligen Einstrahlung für Innsbruck

Universität Graz

**Institut für Geographie und Raumforschung/Institut für Physik (IGAM)
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel**

M. C. Pichler

Kondensationskeime in der Wolkenbildung

M. Buchner

Simulationen mit dem „Planet Simulator“ – Auswirkungen bestimmter Planetenparameter auf das Klimasystem

I. Sommer

Der Wärmeinseleffekt

C. Oberbacher

Tornados in Europa

S. Fischer

Betrachtung der Messung der atmosphärischen Gegenstrahlung an der ARAD Station Graz anhand ausgewählter Tage

L. Schweighofer

Druckdaten der Jahre 1795-1838

T. Möslinger

Wärmestrommessungen im Tauernfenster (Enzingerboden-Tauernmoos, Salzburg)

*A. Wascher***Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichischen Wälder***S. Weiß***Geoengineering – Solar Radiation Management**

Nähere Informationen über die jeweiligen Arbeiten sind auf den Homepages der jeweiligen Institute zu finden: Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität für Bodenkultur Wien, Institutsbereich für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie/Institut für Physik der Universität Graz sowie Wegener Center für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz. Sie finden diese Seiten bequem über die Linkliste der ÖGM, <http://www.meteorologie.at/links.htm>.

Geburtstage 2022

Wir gratulieren herzlich unseren Jubilaren!¹

Zum 85. Geburtstag gratulieren wir:

Mahringer Werner

Zum 80. Geburtstag gratulieren wir:

Brückl Ewald
Skoda Georg
Wakonigg Herwig
Wallaszkovits Eduard

Zum 75. Geburtstag gratulieren wir:

Buchebner Johann
Schmalhofer Margarete
Sterzinger Peter
Stockinger Franz
Withalm Josef

Zum 70. Geburtstag gratulieren wir:

Auer Ingeborg
Koch Elisabeth

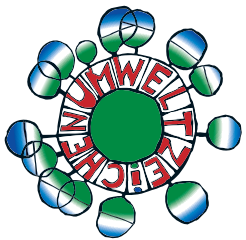
Zum 65. Geburtstag gratulieren wir:

Holawe Franz
Obleitner Friedrich
Schauberger Günther

Zum 60. Geburtstag gratulieren wir:

Lanzinger Andreas
Rubel Franz
Schöner Wolfgang
Schuller Gunda
Wang Yong

¹ soweit der ÖGM bekannt



gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“
des Österreichischen Umweltzeichens,
Gröbner Druck GmbH, UW-Nr. 832