



Ein Riecher für Gefühle

Bevor **Jonathan Williams** die Atmosphärenchemie entdeckte, hatte er ein Problem: Ihn faszinierte so viel, dass er nicht wusste, welcher wissenschaftlichen Disziplin er sich widmen sollte. Vielseitig ist der Wissenschaftler am Mainzer **Max-Planck-Institut für Chemie** aber auch heute noch. So hat in den vergangenen Jahren noch mal ein neues Forschungsthema sein Interesse geweckt – die Spur, die unsere Emotionen in der Luft hinterlassen.

TEXT **KLAUS JACOB**


Jonathan Williams hat einen ziemlich weiten Weg hinter sich, nicht nur geografisch, sondern auch was seine Forschungsthemen angeht. Obwohl er jetzt schon seit 20 Jahren am Max-Planck-Institut für Chemie forscht, gleicht sein Leben wie bei vielen Wissenschaftlern dem eines Globetrotters. Der Engländer wurde 1968 in Südafrika geboren, weil sein Vater, ein Ingenieur, dort für ein paar Jahre tätig war. An diese Zeit kann sich Williams allerdings nicht mehr erinnern. Schule und Universität absolvierte er in England.

Anschließend studierte er an der University of East Anglia im britischen Norwich Chemie und Französisch – es fiel ihm schwer, sich auf ein Fachgebiet festzulegen, weil ihn einfach zu viel interessierte. Erst bei einem Seminar über das Klima in Frankreich wurde ihm

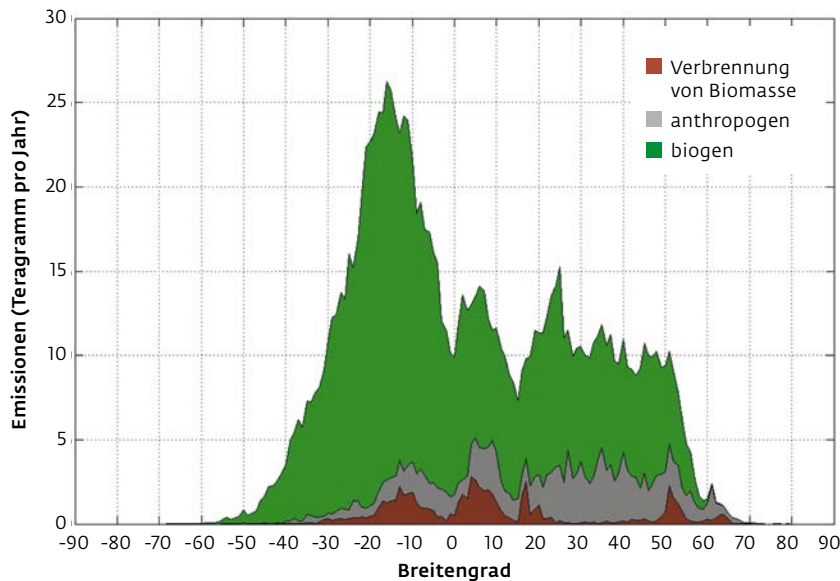
klar, welchem Gebiet er sich verschreiben wollte: der Atmosphärenchemie. Vor allem faszinierte ihn, dass die Vorgänge in der Atmosphäre – anders als im Ozean – sehr schnell ablaufen. Das macht die Forschung vielseitig und spannend: „Ein normales Forscherleben reicht aus, um etwas Neues zu entdecken“, sagt Williams schmunzelnd.

DER EINFLUSS FLÜCHTIGER ORGANISCHER VERBINDUNGEN

Für das Gebiet, das Williams nun für sich entdeckt hatte, war die University of East Anglia die richtige Adresse, weil es hier einen starken Zweig in der Atmosphärenforschung gab. Also machte Williams dort seinen PhD, und zwar über Oxidationsprozesse in der Luft, die für die Selbstreinigungskraft der Atmosphäre eine Rolle spielen. >

A photograph of a man with short, light-colored hair, wearing a light-colored checkered shirt, sitting in a large, empty theater. He is looking towards the camera with a slight smile. The theater seats are dark red and arranged in rows, extending far into the background. The lighting is warm and focused on the man, with the rest of the theater in soft shadow.

Ein neues Forschungsterrain für einen Atmosphärenchemiker: Seit ein paar Jahren untersucht Jonathan Williams, ob die Gefühle während eines Films in der Kinoluft Spuren hinterlassen.



Links Die Quellen flüchtiger organischer Verbindungen: In der Darstellung der VOC-Emissionen nach Breitengraden und Ursprung ist zu erkennen, dass Pflanzen vor allem in den tropischen Regenwäldern den größten Teil der Substanzen freisetzen. Dort, wo die Kontinente stark besiedelt sind, entstehen VOCs auch durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe.

Rechte Seite Hoch hinaus: Um die durchschnittlichen Emissionen flüchtiger organischer Substanzen im tropischen Regenwald zu ermitteln, müssen Forscher auch in möglichst großer Höhe messen. Dafür nutzen sie beispielsweise einen 80-Meter-Turm im Amazonaswald. Über die roten Schläuche gelangen die Luftproben zu den Massenspektrometern am Boden.

Während der Promotion hatte er auch erstmals mit flüchtigen organischen Komponenten, kurz VOCs (*Volatile Organic Compounds*), zu tun, den Substanzen, die heute noch sein Thema sind. Das sind letztlich die Stoffe, die man riechen kann – wie im Duft von Rosen oder im lästigen Plastikmief im Neuwagen. Es gibt Tausende davon. Sie sind zwar nur in winzigen Spuren in der Atmosphäre vorhanden – ihre Konzentration ist noch wesentlich geringer als die von Kohlendioxid. Dennoch haben sie großen Einfluss: „Sie machen die Musik“, wie es Williams ausdrückt. So sind sie maßgeblich an der Bildung von bodennahem Ozon und von Feinstaub beteiligt.

VOCS AUS PFLANZEN TRAGEN ZUR OZONBILDUNG BEI

Um die Rolle der VOCs bei der Ozonbildung ging es auch, als Williams, frisch promoviert, zur National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), dem amerikanischen Wetterdienst, in Boulder in Colorado wechselte. Die Behörden in den USA hatten viel gegen das bodennahe Ozon unternommen, aber die Belastung war kaum zurückgegangen. So fuhren Autos in den USA schon seit den 1970er-Jahren mit Katalysato-

ren, die Kohlenwasserstoffe aus ihren Abgasen entfernten. Die unverbrannten Treibstoffreste galten als entscheidender Faktor bei der Ozonbildung.

Warum die Luft in den USA trotz der strengen Abgasnormen noch zu viel Ozon enthielt, untersuchte Jonathan Williams mithilfe von Hurrikan-Jägern. In die Flugzeuge, die normalerweise Daten über die Entwicklung und die Wege der Wirbelstürme sammeln, lud er außerhalb der Hurrikansaison seine Messgeräte. Die Hunderte Stunden, die er an Bord der Flugzeuge verbrachte, zahlten sich aus. Denn in seinen Untersuchungen fand der Atmosphärenchemiker heraus, dass VOCs aus Pflanzen bei der Ozonbildung die Rolle der Substanzen übernommen hatten, die vor der Einführung von Autokatalysatoren auch aus den Kohlenwasserstoffen des Sprits entstanden waren.

Damit hatten biogene VOCs seine Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Tatsächlich stammt der größte Teil dieser flüchtigen Verbindungen in der Atmosphäre aus der Vegetation, nur rund zehn Prozent gelten als anthropogen. Um zu erforschen, wie VOCs vor allem aus Pflanzen zur Atmosphärenchemie beitragen, zog es Williams 1998 nach Mainz. Er wollte unbedingt am Institut des Nobelpreisträgers Paul J. Crutzen ar-

beiten. Mainz, sagt er, „ist für Atmosphärenforscher der Nabel der Welt.“ Das ideale Großraumlabor für sein Thema befindet sich allerdings nicht in der rheinland-pfälzischen Landeshauptstadt, sondern in Südamerika: Der Amazonas-Regenwald, der Unmengen an VOCs ausschwitzt, ist der Ort der Wahl für Williams' Untersuchungen.

EINE ODYSSEE ZUM MESSTURM ATTO IM DSCHUNDEL

In diese grüne Wildnis reist Williams zweimal im Jahr. Dort hat er zunächst von einem 80 Meter hohen Gerüst aus gemessen. Dann, vor zwei Jahren, stellte die Max-Planck-Gesellschaft einen 325 Meter hohen Turm namens ATTO auf, der Messungen in unterschiedlichen Höhen erlaubt. Hier erforscht Williams, wie die hochreaktiven VOCs mit Bestandteilen der Luft und untereinander reagieren und sich dabei verändern.

Die Anfahrt gleicht jedes Mal einer Odyssee: Der Atmosphärenchemiker muss von einem großen in ein kleines Flugzeug umsteigen, dann geht es weiter mit dem Auto und schließlich auf dem Fluss, um ins Herz des Dschungels vorzudringen. Und dort wartet noch der schweißtreibende Anstieg auf den Turm, der schon als Bergtour durch-



geht. Eigentlich ist dieser Turm nur ein offenes Treppenhaus, das von Stahlseilen gehalten wird. Etwa eine Dreiviertelstunde braucht der Wissenschaftler für die 325 Höhenmeter.

Auf der abgelegenen Forschungsstation war es vor zehn Jahren auch, dass seine Forschung durch vorwitzige Studenten eine neue Wendung bekam. Wie immer bei seinen Exkursionen begleiteten die Jungakademiker den Engländer. Neugierig pusteten sie in das empfindliche Gerät, das eigentlich die Waldluft einfangen sollte. Und siehe da: In ihrem Atem steckten viele Substanzen, die auch aus dem Dschungel entweichen, vor allem der Hauptbestandteil Isopren. Da lag die Frage nahe, ob neben der Vegetation nicht auch die Menschen einen maßgeblichen Teil zum VOC-Inventar der Luft beitragen. Sind die Menschen am Ende sogar wichtiger als die Tropenwälder? Immerhin leben inzwischen rund sieben Milliarden von ihnen auf der Erde.

Williams wollte die Frage nicht einfach abtun, sondern ging der Sache auf den Grund. Nur: Wie kann man messen, was die Menschheit an organischen Substanzen an die Luft abgibt? An den Geräten scheitert es nicht. Die Mainzer Massenspektrometer können innerhalb von einer Sekunde mehrere

Hundert unterschiedliche Substanzen gleichzeitig messen. Und das mit extrem hoher Genauigkeit: Sie spüren noch Stoffe auf, die in der Luft nur in einer Konzentration von zehn Anteilen pro Milliarde (ppb) enthalten sind. Die Apparate erlauben damit, Ausdünstungen jeglicher Art in Echtzeit zu registrieren.

DAS MITTEL DER TRANSPIRATION VIELER MENSCHEN

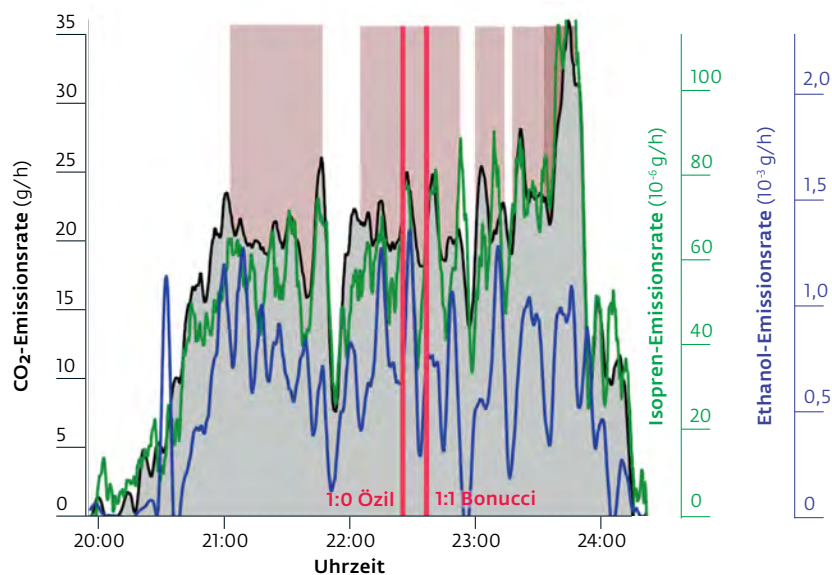
Man könnte also eine Versuchsperson in eine geschlossene Box setzen, die Veränderungen der Luft messen und die Ergebnisse mit der Anzahl der Menschen, also mit sieben Milliarden, multiplizieren. Doch so einfach geht das nicht, denn die Menschen sind grundverschieden, was ihre Transpiration angeht. Stimmungsschwankungen, die letzte Mahlzeit, Krankheiten, Zahnprobleme, Alter, individuelle Eigenarten, Hygiene – alles hat Einfluss auf die Ausdünstungen. Was man also braucht, ist ein Mittelwert, ein Querschnitt über die Transpiration einer Vielzahl von Menschen.

Williams musste nicht lange nachdenken, um auf einen Ort zu kommen, wo sich regelmäßig Massen zusammenfinden. Er ist Fußballfan. Die letzte Weltmeisterschaft, die sein Heimatland bis ins Halbfinale brachte, hat ihm

mehrere schlaflose Nächte beschert. Und am Mainzer Max-Planck-Institut hat er nicht nur seine Frau, eine Geologin, kennengelernt, sondern auch ein Faible für Mainz 05 entwickelt. Vor allem als die Mannschaft noch in der zweiten Liga spielte, ging er oft zu den Spielen. Da lag es nahe, die Messungen im Stadion zu machen.

Vom Institutsgebäude aus kann er die Opel Arena sehen. Sie liegt nur einen Steinwurf entfernt und ähnelt einer nach oben teilweise offenen Kiste – gute Bedingungen für eine Messkampagne. „Die Leute vom Verein wundern sich zwar über unser Anliegen, waren dann aber sehr kooperativ“, sagt Williams. Bei einem Abendspiel gegen Wolfsburg rückte er mit seinem Team an und baute die mannshohen Geräte im oberen Teil neben der Polizeistation auf. Langsam füllte sich das Stadion, bis es schließlich einem „rot-weißen Dschungel glich“, wie Williams sagt. Neben den VOCs maß er auch den Gehalt an Kohlendioxid, das Menschen ausatmen.

Während die rund 31 000 Besucher ihre Plätze suchten, erhöhte sich die CO₂-Konzentration im Stadium kontinuierlich, von rund 400 auf 500 Anteile pro Million (ppm). In der Halbzeit gingen die Werte wieder ein Stück zurück,



Fußball aus chemischer Perspektive: Als während der Europameisterschaft 2016 das Spiel Deutschland gegen Italien in einem Mannheimer Kino übertragen wurde, maß Jonathan Williams und seine Kollegen verschiedene Stoffe in der Luft. Als Mesut Özil in der zweiten Halbzeit das 1:0 schoss, stieg der Isoprengehalt der Luft, weil die Leute aufgeregt waren. Auch die Ethanolkonzentration stieg an – offenbar tranken die Leute auf den Treffer. Beim Ausgleich durch Leonardo Bonucci ließ sich nur mehr Isopren nachweisen. Während des Elfmeterschießens nahmen Isopren und CO₂ in der Luft deutlich zu – Letzteres, weil die Zuschauer schneller atmeten.

weil viele Fans ihre Plätze verließen, um unter der Tribüne Bier oder Würstchen zu kaufen. Beeindruckt war Williams davon, dass die CO₂-Kurve auch den Spielverlauf widerspiegelte. In kritischen Situationen, bei einem Freistoß oder einer Ecke, wenn also die Emotionen hochgingen, stieg die CO₂-Konzentration. Die kleinen Peaks zeigten, dass sich die Atmung beschleunigte, weil der Puls in die Höhe ging.

Aussagekräftig waren auch die Ergebnisse der VOC-Messungen. Während im Regenwald Isopren das VOC-Spektrum dominiert, war es im Stadion Ethanol, besser bekannt als Alkohol. Der Grund liegt auf der Hand: Viele Fans kamen leicht beschwipst ins Stadion. Während sich die Ränge füllten, stieg somit der Ethanolpegel. In der ersten Halbzeit ging er wieder leicht zurück, weil den Fans der Nachschub fehlte. In der Halbzeitpause holten sie neues Bier, und die Kurve ging wieder nach oben.

Und noch eine zweite Substanz war auffällig: Acetonitril – ein guter Bekannter von Williams. Im Amazonas-Regenwald ist bei einem hohen Gehalt dieser Substanz Vorsicht geboten, weil dann irgendwo ein Feuer wütet und die Messungen verfälscht. Im Stadion treiben Raucher den Wert nach oben. Hier verlief die Kurve etwas anders als beim

Alkohol: Vor allem in der Halbzeitpause führte der Zigarettenmief zu Spitzenwerten. „Dann sind die Fans supernerlös“, sagt der Fachmann.

ES ENTSTAND DIE IDEE, EMOTIONEN ZU MESSEN

Insgesamt zeigten die Messungen, dass die Menschen wesentlich weniger Einfluss auf den VOC-Gehalt der Atmosphäre haben als etwa der tropische Regenwald. Damit war die Ausgangsfrage beantwortet. Doch Williams gab sich noch nicht zufrieden, denn er hatte erkannt, dass man aus den Messwerten ablesen kann, wie sich Menschen verhalten. So entstand die Idee, Emotionen zu messen. Williams ärgerte sich, dass bei der untersuchten Partie kein Tor gefallen war, sonst hätte er vielleicht schon hier einen chemischen Marker für Freude und Euphorie gefunden. Er plante also weitere Studien.

Sein Vorhaben ist keineswegs abwegig. Denn die von VOCs vermittelten Gerüche spielen bei vielen Lebewesen eine wichtige Rolle. Sie waren gewissermaßen die ersten Worte, die Organismen wechselten. Pflanzen kommunizieren noch immer ausschließlich über VOCs. Viele Gewächse können durch die Emission chemischer Substanzen

Artgenossen warnen, wenn ihre Blätter angenagt werden, oder sogar Raubinsekten anlocken, die ihre Feinde fressen.

Auch bei Insekten spielen die Substanzen in Form von Pheromonen eine wichtige Rolle. Und viele Säugetiere wie etwa Hunde lassen sich von der Nase leiten. Menschen haben zwar andere Möglichkeiten, sich mitzuteilen. Doch dass auch bei ihnen Gerüche eine Bedeutung haben, weiß jeder nur zu gut. Sonst würden sich kaum so viele Zeitgenossen mit Parfüm eine besondere Note geben. Und der Ausdruck, man könne jemanden nicht riechen, ist durchaus wörtlich zu nehmen. Warum also sollen sich nicht auch Gefühle mit chemischen Substanzen in der Luft bemerkbar machen?

Für seine Untersuchungen dieser Frage suchte Williams ein geschlossenes Gebäude, in dem keine Turbulenzen stören wie in einem offenen Stadion. Fündig wurde er im örtlichen Multiplex-Kino Cinestar – einem geradezu idealen Labor: Die Filme sorgten für Emotionen, und die Lüftung brachte die menschlichen Reaktionen fast in Echtzeit zur Apparatur. Denn Frischluft wird unter den Sitzen eingeblasen und an der Decke abgesaugt. Alles, was die Zuschauer ausdünsten, landet somit im Nu im Abluftschacht. Die Max-Planck-Crew musste nur noch den Luftstrom anzapfen.



Inzwischen haben die Forscher Hunderte Vorstellungen vermessen. Bei den Ethanolwerten, also dem Alkoholpegel, gab es keine Überraschung. Er lag am Samstagabend weit höher als in Vorstellungen am Montagmorgen. Interessant waren die Siloxane, die in Deos und Shampoos stecken. Ihre Konzentration nahm jeweils am Anfang und Ende eines Films zu, wenn sich die Zuschauer ihre Jacken und Pullover aus- oder anzogen und dabei die Arme hoben. Im Laufe der Tages ging der Siloxangehalt von Vorstellung zu Vorstellung zurück, weil sich die Düfte langsam verflüchtigten. Bei der Abendvorstellung stieg er aber wieder kräftig an. „Nach der Arbeit haben sich die Leute noch einmal aufgebrezelt“, erklärt sich Williams das.

Besonders beeindruckt war der Atmosphärenchemiker, dass sich in seinen Kurven auch Hinweise auf die Handlung der Filme fanden. Jede spannende oder anrührende Szene führte zu einem kleinen Ausschlag. Und wenn der Film am nächsten Tag abermals lief, zeigte die Kurve exakt denselben Verlauf.

Kohlendioxid und Isopren spielten dabei die größte Rolle. Beim Kohlendioxid verhält es sich wie im Fußballstadion: Erhöhter Puls, Gänsehaut, Muskelspannung – all das beschleunigt die

Atmung und führt zu einem erhöhten Ausstoß an Atemgasen. Beim Isopren scheint es ähnlich zu sein: Die Substanz wird im Muskelgewebe gespeichert, entweicht aber bei Bewegung über die Atemluft. „Wenn wir angespannt oder nervös sind, bewegen wir uns offenbar unwillkürlich“, sagt Williams. „Dann atmen wir auch mehr Isopren aus.“ Und wenn die Zuschauer am Ende des Films aufstehen, schießt die Kurve ebenfalls nach oben. Das war für die Messcrew sehr praktisch, denn sie steckte in den Katakomben des Kinos, ohne den Film sehen zu können. So wussten die Forscher, dass sich der Saal nun leerte.

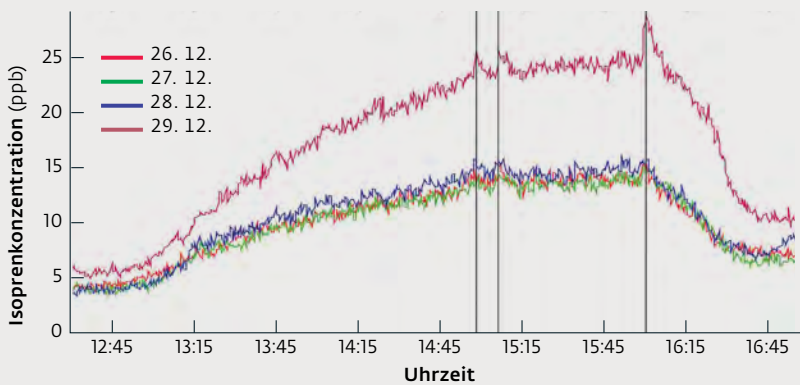
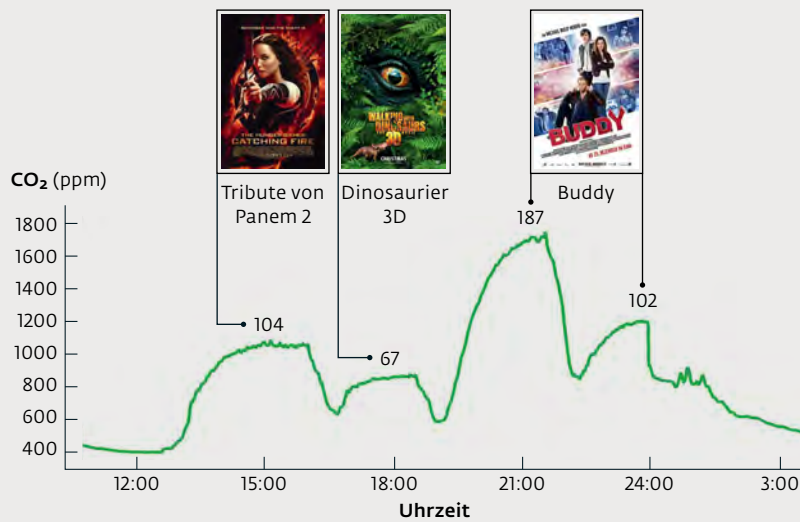
DIE SPANNUNG LAG BUCHSTÄBLICH IN DER LUFT

Während der Messkampagne im Kino kam Williams dann auch noch zu seinem Fußballtor. Denn das Lichtspielhaus übertrug einige Spiele der Fußball-Europameisterschaft von 2016, darunter die Partie Deutschland gegen Italien. Bei den Toren gingen der Kohlendioxid- und der Isoprengehalt jeweils steil nach oben, und beim Elfmeterschießen verdoppelten sich die Werte sogar nahezu. Spannung lag hier buchstäblich in der Luft. Unterschiede gab es nach den To-

Ein außergewöhnliches Fanprojekt: Seit Jonathan Williams in Mainz forscht, ist er Anhänger von Mainz 05. Da lag es nahe, sein Massenspektrometer (links) im dortigen Stadion aufzubauen, um die VOC-Emissionen großer Menschenmengen zu messen – zumal die Arena nur 500 Meter von seinem Institut entfernt liegt.

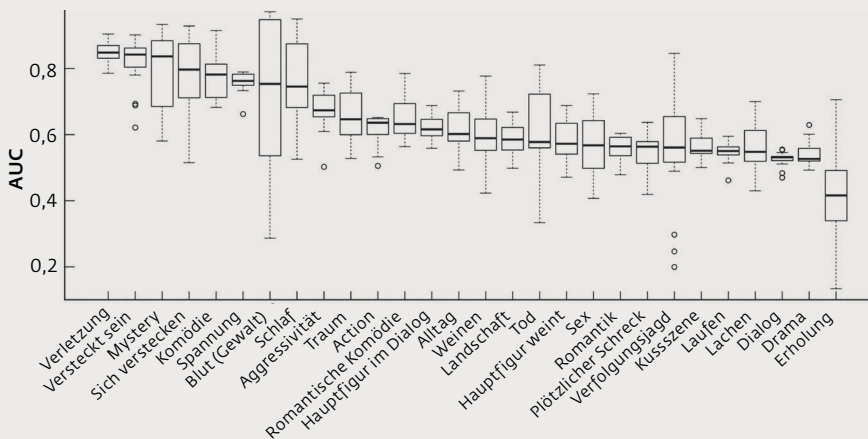
ren von Deutschland und Italien vor allem beim Ethanolgehalt. Nachdem die deutsche Mannschaft in Führung ging, tranken die Leute offenbar auf den Treffer – Ausschlag nach oben. Nach dem Ausgleich blieb es auf den Rängen dagegen nüchtern.

Damit war die Frage, ob sich Gefühle in der Zusammensetzung der Atemluft messen lassen, aber nur teilweise beantwortet. Williams hat deshalb jeden Film seziert und die einzelnen Szenen thematisch geordnet. Die Liste ist lang und reicht von Blut, Tod und Schrei über Traum, Action und Kuss bis zu Landschaft, Unterhaltung und Comedy. Es war nicht leicht, einen Zusammenhang zwischen diesen insgesamt 28 Themen und den mehreren Hundert VOCs zu finden. Von Hand ließ sich das nicht lösen. Williams suchte sich deshalb Hilfe bei Computerspezialisten der benachbarten Universität. Diese Forschergruppe, die sich sonst mit Aktienkursen und



Oben Während der Vorstellungen im Mainzer Multiplex-Kino verfolgte Williams' Team unter anderem die CO₂-Konzentration in der Luft (in Anteilen pro Million – ppm). Wenn die Zuschauer den Saal betreten, nimmt diese zu und erreicht nach einer Weile ein Gleichgewicht zwischen den Emissionen des Publikums und der nachströmenden Frischluft. Je mehr Leute einen Film sehen, desto höher steigt sie – die jeweiligen Besucherzahlen stehen über der Kurve. Die Isoprenkonzentration zeigt während der Vorführungen an vier Tagen immer dasselbe Muster (in Anteilen pro Milliarde – ppb). Beim Film *Tribute von Panem* etwa stieg sie zunächst zweimal an, weil die Zuschauer besonders mit der Hauptfigur mitfieberten. Am Ende nahm sie zu, weil die Zuschauer ihre Plätze verließen.

Unten Verschiedene Filmszenen lassen sich unterschiedlich gut an den Spuren in der Luft erkennen. Ein Maß dafür ist der AUC-Wert (*Area Under the Curve*). Sehr klar ist der Zusammenhang für Verletzungen der Hauptfigur, wenn diese sich versteckt, für Mystery-Szenen und Komödien. Bei 0,5 sagt das VOC-Pofil in der Luft nicht mehr aus als ein erratenes Ergebnis.

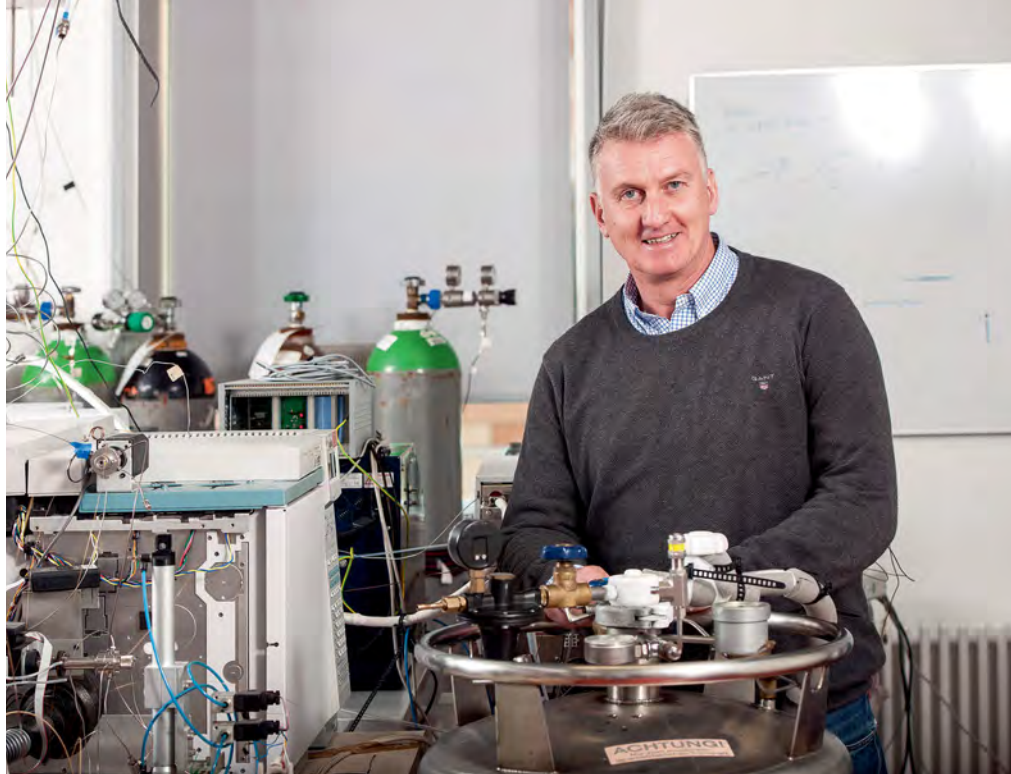


anderen ökonomischen Achterbahnfahrten beschäftigt, machte sich in Williams' Daten auf die Suche nach Spuren einzelner Gefühle in der Atemluft.

Heraus kam eine Statistik, die angibt, wie wahrscheinlich es ist, dass sich bestimmte Szenen in den gemessenen VOCs bemerkbar machen. Am deutlichsten zeigte sich der Zusammenhang, wenn eine Hauptperson verletzt wurde. Mitleid scheint also körperliche Reaktionen zu verursachen. Auch mysteriöse Szenen sowie Verborgenes oder Verheimlichtes waren nachweisbar. Ein eindeutiger Nachweis für bestimmte Gefühle gelang im Kino allerdings nicht, dafür folgten die Emotionen zu dicht aufeinander: Kämpfte der Held eben noch um sein Leben, folgte in der nächsten Minute schon eine Liebesszene.

WILLIAMS KOCHT MIT BEGEISTERUNG

Doch einen Erfolg konnten Williams und sein Team durchaus verzeichnen: Sie entdeckten einen Zusammenhang zwischen der Isoprenkonzentration in der Luft und der FSK-Altersfreigabe. Da der Isoprengehalt die Anspannung der Zuschauer widerspiegelt, gibt er auch einen Hinweis darauf, wie belastend ein Film für Kinder und Jugendliche sein kann. Das könnte der Filmindustrie als objektives Kriterium für die Altersfreigabe dienen, es käme dabei dann nicht mehr nur auf die subjektive Einschätzung eines Gremiums an.



Auch in der Freizeit beschäftigt sich Williams gern mit Gerüchen: Er kocht mit Begeisterung, wobei er sich sogar an die Molekularküche wagt. So kreierte er mithilfe von flüssigem Stickstoff Eis und Schäume. „Kochen ist Chemie“, sagt er. Allerdings schlage sein Herz in der Küche eher für das Resultat als für die Wissenschaft. Und seine drei Kinder – zwei Jungs und ein Mädchen im Alter zwischen acht und zwölf Jahren – hat er längst mit seiner Vorliebe für Gerüche angesteckt: „Die sind sehr gut informiert über VOCs.“

Dem Geruch der Gefühle spürte Jonathan Williams bislang neben seinen eigentlichen Forschungsprojekten in der Atmosphärenchemie nach. So nutzte er für die Messungen in Kinos vor allem die Weihnachtsferien, weil die teuren Geräte dann nur herumstanden und für seine Hauptarbeit, die Atmosphärenchemie, nicht gebraucht wurden. Doch zukünftig ist er wohl nicht mehr auf Ferienzeiten angewiesen. Denn aus der gewissermaßen nebenamtlichen Untersuchung ist ein richtiges Forschungsvorhaben geworden. Die Reaktion der Öffentlichkeit hat Williams beeindruckt. Die Journalisten rennen ihm regelrecht die Tür ein; seine jahrelange Arbeit im Dschungel weckte viel weniger Interesse. Messungen im Fußballstadion und im Kino – darüber wollen offensichtlich alle berichten. Williams schüttelt amüsiert den Kopf.

Er will seine neue Forschungsrichtung auf jeden Fall weiterverfolgen. Als

Nächstes will er einzelne Gefühle gezielt vermessen. Den Nachteil der schnellen Szenenfolge und der Gefühlsprünge, wie sie im Kino üblich sind, möchte er wettmachen. Dazu strebt er eine Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Psycholinguistik im niederländischen Nijmegen an. Denn dort gibt es ein virtuelles Labor, in dem etwa Polizisten mithilfe virtueller Realität mit beängstigenden Szenarien konfrontiert werden. Hier könnte Williams gezielt nach seinen Gefühlsmarkern suchen, etwa bei virtuellen Achterbahnfahrten oder virtuellen Bedrohungen. Wenn er tatsächlich chemische Marker findet, die Menschen bei bestimmten Gefühlen emittieren, schließt sich freilich eine weitere Forschungsfrage an: Wie reagieren andere Menschen auf diese Substanzen? ◀

Jonathan Williams und sein wichtigstes Messgerät: Mit einer Kombination aus einem Gaschromatografen und einem Massenspektrometer analysieren er und sein Team flüchtige organische Verbindungen in der Luft. Ersterer trennt ein Gemisch von flüchtigen Substanzen in seine Komponenten, und mit Letzterem lassen sich die einzelnen Stoffe identifizieren.

GLOSSAR

Flüchtige organische Verbindungen: Diese VOCs (*Volatile Organic Compounds*) sind Substanzen, die Kohlenstoff enthalten und schon bei gewöhnlichen Umgebungstemperaturen und bei niedrigem Druck verdunsten. Zu ihnen zählen viele Substanzen, die den Geruchssinn anregen.

Massenspektrometer: Das Analysegerät dient dazu, Substanzen zu identifizieren. Die Verbindungen werden zunächst in die Gasphase gebracht und ionisiert, wobei sie oftmals in typische Bruchstücke gespalten werden. Die Teilchen werden anschließend entsprechend ihrem Verhältnis von Masse zu Ladung sortiert, sodass für jede Verbindung ein charakteristisches Spektrum entsteht. Massenspektrometer werden heute oft mit Gaschromatografen kombiniert, die ein Gemisch von Substanzen in die einzelnen Komponenten trennen.