

THE GLASS LABORATORY INSIDE A MOUNTAIN

DAS GLASLABOR IM BERG

Experimental research on volcanoes has been the main focus of the well-known researcher Professor Dr. Donald Dingwell's work since the 1990s. The Canadian researcher was presented with the 2014 Otto Schott Research Award for his work.

Die experimentelle Erforschung von Vulkanen steht seit den 1990er-Jahren im Mittelpunkt der Arbeiten des renommierten Geowissenschaftlers Professor Dr. Donald Dingwell. Der gebürtige Kanadier wurde dafür mit dem Otto-Schott-Forschungspreis 2014 ausgezeichnet.

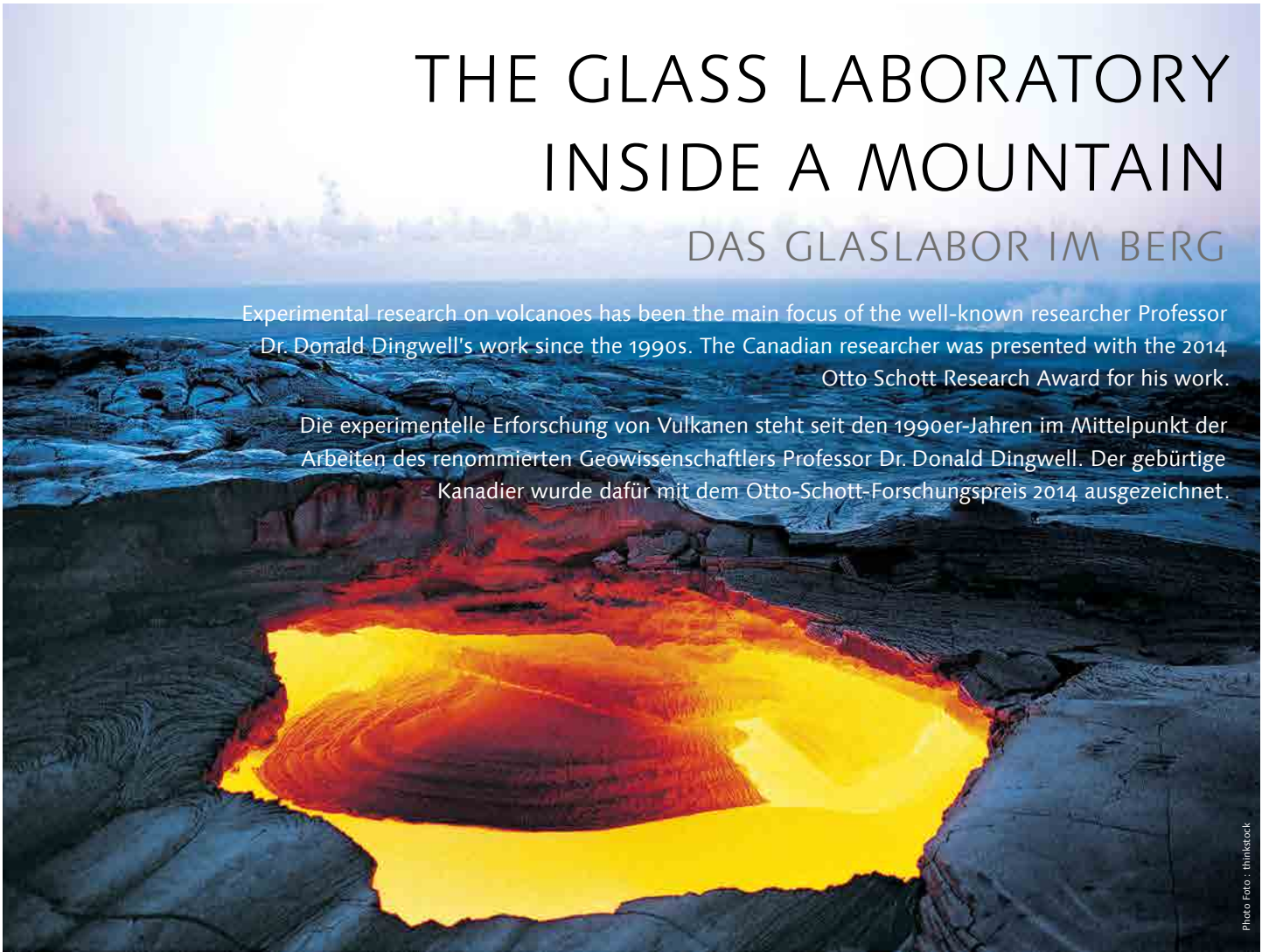


Photo Foto : thinkstock

MATTHIAS MATTING

Even back in the Stone Age, we humans used volcanic glass to produce cutting tools and spearheads. Donald Bruce Dingwell first met up with obsidian, which is rock formed by cooled lava, during his junior high school days in his home country of Canada when he discovered a photograph published in a school book on the geosciences. He certainly didn't realize at the time that he would one day conduct research on the natural laboratories where volcanic glass is produced. He went on to study physics and chemistry with geology as an elective.

The researcher born in 1958 didn't discover his passion for volcanology until he reached his thirties. Although volcanoes have accompanied us through history and evolution, they were studied in a rather one-sided manner from a modern science perspective. The current Professor of Experimental Volcanology and Director of the Department of Earth and Environmental Sciences at the LMU in Munich recalls that this was "limited to a descriptive approach." Researchers closely examined all of the deposits that eruptions had

Schon in der Steinzeit nutzte der Mensch vulkanisches Glas für Schneidewerkzeuge oder Speerspitzen. Donald Bruce Dingwell begegnete dem sogenannten Obsidian erst während seiner Junior-Highschool-Zeit in seiner Heimat Kanada: auf einer Abbildung in einem Schulbuch über Geowissenschaften. Dass er später einmal die natürlichen Labore untersuchen würde, in denen vulkanisches Glas entsteht, war ihm damals noch nicht klar – er studierte Physik und Chemie mit dem Wahlfach Geologie.

Erst mit etwa Dreißig entdeckte der 1958 geborene Forscher seine Leidenschaft für die Vulkanologie. Obwohl Vulkane den Menschen durch Geschichte und Evolution begleiten, erfolgte ihr Studium damals noch auf für eine moderne Wissenschaft einseitige Weise: Vulkanforschung, erinnert sich der heutige Professor für Experimentelle Vulkanologie und Direktor des Department Geo- und Umweltwissenschaften der LMU München, „beschränkte sich auf eine beschreibende Herangehensweise.“ Die Forscher nahmen all das genauestens unter die Lupe, was bei Eruptionen

exposed and then attempted to draw conclusions as to the physical and chemical processes that went on inside the mountain. “This type of field work is almost an art,” says Dingwell – and yet colleagues in the fields of physics and biology would have hardly referred to volcanology as a modern science due to the lack of the elements of simulation and experimentation. In the meantime, this has changed completely – the latter thanks mainly to Donald Dingwell and his work in the area of experimental volcanology.

But how can these types of volcanoes be simulated inside a laboratory? The “artificial” volcanoes can be found in a basement room inside a university building in Munich. Tubes up to four meters in length and as wide as water buckets form the vents that transport the explosion to the surface. A furnace generates temperatures up to 1,300 degrees Celsius and rocks are heated up under pressure inside it. And just like a real volcano, it erupts when the pressure is suddenly allowed to escape. The team of researchers that works with Professor Dingwell measures how quickly the ejected particles, including glass, are propelled. And their size is determined by simply washing them off of the walls of the vents after the experiment is over. “The glasses that this produces are snapshots of the structure of the liquids that simply never had the chance to cool down in a thermodynamic balance. This is a special state of nature that really fascinates me,” Dingwell explains.

Dingwell and his colleagues had to overcome a number of obstacles in order for experimental volcanology to reach this point. In order to be able to determine the effects of hot liquids

ans Tageslicht befördert worden war – und versuchten dann Rückschlüsse auf die physikalischen und chemischen Prozesse im Inneren des Berges zu ziehen. „Diese Art Geländearbeit ist fast eine Kunst“, sagt Dingwell – und doch hätten Kollegen aus der Physik oder der Biologie die Vulkanologie durch das Fehlen der Elemente Simulation und Experiment kaum als moderne Naturwissenschaft bezeichnet. Inzwischen hat sich das gründlich geändert – und das ist, was die experimentelle Vulkanologie betrifft, zu wesentlichen Teilen Donald Dingwell zu verdanken.

Doch wie lässt sich ein solcher Feuerberg im Labor nachstellen? Die „künstlichen“ Vulkane befinden sich in einem Kellerraum des Münchner Uni-Gebäudes: Wassereimerdicke Röhren, bis zu vier Meter lang, bilden die Schloten, durch die die Explosion nach oben steigt. Ein Heizofen liefert bis zu 1.300 Grad Celsius; unter Druck wird darin Gestein erhitzt. Wie bei einem echten Vulkan erfolgt der Ausbruch, wenn der Druck plötzlich entlastet wird. Per Hochgeschwindigkeitskamera messen die Forscher um Professor Dingwell, wie schnell sich die ausgeworfenen Partikel – darunter auch Gläser – bewegen. Um ihre Größe zu bestimmen, werden sie nach dem Experiment einfach von den Wänden der Schloten abgetragen. Dingwell: „Die hier entstandenen Gläser sind Schnappschüsse der Struktur von Flüssigkeiten, die keine Gelegenheit hatten, sich im thermodynamischen Gleichgewicht abzukühlen. Das ist wirklich ein spezieller Zustand der Natur, ich bin fasziniert davon.“

Damit die experimentelle Vulkanologie diesen Stand erreichen konnte, mussten Dingwell und Kollegen einige Hindernisse über-

Professor Donald Dingwell (2nd from left) was honored with the Otto Schott Research Award for his research on volcanic glasses. The award was presented by the Chairman of the Board of Trustees of the Ernst Abbe Fund and SCHOTT Board member Dr. Hans-Joachim Konz (2nd from right) at an international conference on glass held in Aachen, Germany, at the end of May. The picture also shows Board of Trustee members Professor Reinhard Conradt (RWTH Aachen; left) and Professor Carlo Pantano (Penn State University; right).

Für seine Forschung über vulkanische Gläser wurde Professor Donald Dingwell (2. von links) mit dem Otto-Schott-Forschungspreis ausgezeichnet. Die Preisübergabe erfolgte während eines internationalen Glaskongresses Ende Mai in Aachen durch den Vorsitzenden des Kuratoriums des Ernst-Abbe-Fonds, SCHOTT Vorstandsmitglied Dr. Hans-Joachim Konz (2. von rechts). Ebenso auf dem Bild: die Kuratoriumsmitglieder Professor Reinhard Conradt (RWTH Aachen; links) und Professor Carlo Pantano (Penn State University; rechts).



and their cooled down glass end products on a volcanic eruption, the researchers needed information on the exact properties of these substances. Their precise determination has made Dingwell what he is today for the world of glass: one of the most renowned experts on characterizing glass and glass melts.

People turn to him particularly when understanding glass calls for experiments to be performed under very special conditions or on extremely rare compositions. After all, borderline cases are the rule for the volcanologist. Volcanic glasses often contain extremely high shares of admixtures such as water and gases, for example, which change their properties in many different ways. "We would have loved to be able to look up these topics in reference works, but couldn't find many answers to even the most basic questions concerning the density, heat expansion coefficient, compressibility, surface tension or solubility of gases under high pressure," Dingwell adds. Countless scientific publications document how thoroughly he and his colleagues have collected this data. The researchers determined the thermomechanical properties of silicate glasses and measured the water solubility in melts. Today, the articles they have published are required reading for all industrial researchers whose job is to purify glass, which means to drive out the water and soluble gases from the melt in order to prevent bubbles from forming in the final glass product. Several of the articles Dingwell's working group has published have also dealt with the topic of how the composition of a glass affects viscosity and thermal expansion. They managed to significantly advance the understanding of viscoelastic reactions with simple and complex glasses. "In the meantime, we now have the formulas we need in order to be able to derive the properties of a glass from its com-

winden. Um den Einfluss heißer Flüssigkeiten und ihrer abgekühlten gläsernen Endprodukte auf einen Vulkanausbruch zu ermitteln, benötigten die Wissenschaftler Informationen zu den genauen Eigenschaften dieser Stoffe. Deren präzise Bestimmung hat Dingwell zu dem gemacht, was er heute für die Glaswelt ist: einer der international gefragtesten Experten bei der Charakterisierung von Glas und Glasschmelzen.

Insbesondere dann, wenn das Verständnis von Glas Versuche unter nicht alltäglichen Bedingungen oder an nicht alltäglichen Zusammensetzungen erfordert, wendet man sich an ihn. Denn für den Vulkanologen ist der Grenzfall die Regel. Vulkanische Gläser enthalten z.B. oft noch einen besonders hohen Anteil an Beimengungen wie Wasser und Gase, was ihre Eigenschaften in vielfältiger Weise ändert. „Wir hätten damals gern in Fachbüchern nachgeschlagen“, schildert Dingwell, „aber selbst bei einfachen Fragen nach der Dichte, dem Wärme-Ausdehnungs-Koeffizienten, der Kompressionsfähigkeit, der Oberflächenspannung oder der Löslichkeit von Gasen bei hohem Druck fanden wir vor allem Lücken vor.“ Unzählige Veröffentlichungen zeugen davon, wie Dingwell und Kollegen diese Daten sammelten: Sie bestimmten die thermomechanischen Eigenschaften von Silicatgläsern und maßen die Wasserlöslichkeit in Schmelzen. Mittlerweile sind diese Publikationen Pflichtlektüre bei allen Industrowissenschaftlern, deren Aufgabe die Läuterung des Glases ist, also das Austreiben von Wasser und löslichen Gasen aus der Schmelze, um Blasenbildung im späteren Glasprodukt zu vermeiden. Mehrere Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe von Dingwell befassten sich auch damit, wie sich die Zusammensetzung eines Glases auf Viskosität und thermische Ausdehnung auswirkt. Es gelang damit, das Verständnis viskoelastischer Reaktionen bei einfachen und komplexen Gläsern erheblich voranzutreiben. „Inzwischen haben wir die Formeln dafür, aus Zusammensetzung und Struktur die Eigenschaften eines Glases ableiten zu können“, sagt Dingwell. Wissen, von dem

At Dingwell's laboratory at the University of Munich, pressure is exerted on rocks at a temperature of 1,300 degrees Celsius and a volcanic eruption is simulated.

In Dingwells Labor an der Münchner Universität wird bei 1.300 Grad Celsius Gestein unter Druck erhitzt und ein Vulkanausbruch "künstlich" nachgestellt.



Photos Fotos: SCHOTT/H.-J. Schulz

Pioneer in the field of experimental volcanology

Pionier des experimentellen Vulkanismus

Professor Dingwell's work centers on the role of melts and glasses in geologic processes. He has established the central role of the glass transition in explosive volcanism and is a pioneer in the quantification of thermodynamic and transport properties of molten silicates of both simple and complex compositions. The scientist earned his doctorate in Geology (Ph.D.) at the University of Alberta in Edmonton, Canada, in 1984 by writing a dissertation on the topic "Investigation of the role of fluorine in silicate melts: implication for igneous petrogenesis." In 1992, he qualified to teach at the University of Bayreuth (Germany) on "Relaxation and Rheology in Silicate Melts." Professor Dingwell has been head of the Institute of Mineralogy, Petrology and Geochemistry at Ludwig Maximilian University (LMU) in Munich, Germany, since 2000 and the Director of the Department of Earth and Environmental Sciences since 2002. From 2011 to 2013, the geoscientist served as Secretary General of the ERC (European Research Council). In 2013, Professor Dingwell received the Order of Merit from the Federal Republic of Germany for, in addition to his other accomplishments, his "energetic and ongoing work" on behalf of the Geosciences at the University of Munich. He is one of the world's most cited authors on his discipline. At the same time, he cultivates an open and active dialogue between the public and science. The volcanic ash events that took place in April 2010 are an example. As a leading expert, Dingwell informed about these complex topics via the media. <



Professor Dingwells Forschung konzentriert sich auf Schmelzen und Gläser in geologischen Prozessen. In seinen Arbeiten hat er die entscheidende Rolle des Glasübergangs im explosiven Vulkanismus bewiesen. Damit gilt er als ein Pionier in der Quantifizierung von thermodynamischen Eigenschaften und Transportphänomenen geschmolzener Silikate, sowohl in einfachen als auch komplexen Zusammensetzungen. Der Wissenschaftler erlangte 1984 an der University of Alberta, Edmonton (Kanada) den Doktorgrad (Ph.D) in Geologie und dissertierte über „Fluor in Silikatschmelzen und dessen Bedeutung in der magmatischen Petrogenese“. 1992 habilitierte er sich an der Universität Bayreuth über „Relaxation und Fließverhalten“. Professor Dingwell leitet seit 2000 den Lehrstuhl für Mineralogie und Petrologie an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), München, und ist hier seit 2002 Direktor des Departments Geo- und Umweltwissenschaften. Von 2011 bis 2013 fungierte der Geowissenschaftler als Generalsekretär des ERC (European Research Council). 2013 erhielt Professor Dingwell das Bundesverdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland, u. a.

für sein „energisches und beständiges Wirken“, für die Geowissenschaften der LMU München. Er zählt zu den weltweit am meisten zitierten Autoren seiner Disziplin. Zugleich pflegt er den offenen und regen Dialog zwischen Öffentlichkeit und Wissenschaft. Beispielhaft hierfür sind die Vulkanasche-Ereignisse im April 2010, bei denen Dingwell in den Medien als Top-Experte über die komplexen Sachverhalte informierte. <

position and structure,” Dingwell says. This is knowledge that also benefits the researchers who work in the laboratories in the glass industry and explains why Dingwell is now being honored with the Otto Schott Research Award valued at 25,000 euros, which is presented every two years.

“Professor Dingwell is an outstanding researcher whose work on the thermomechanical properties of silicate glasses and melts has a major impact on the geosciences, glass science and glass technology,” emphasized Professor Carlo Pantano, a member of the Board of Trustees of the Research Award, at the award ceremony. “These basic insights have also resulted in a better understanding of melting and shaping of industrial glasses,” he added. <
roland.langfeld@schott.com

wiederum auch die Forscher in den Laboren der Glasindustrie profitieren und für das Dingwell nun mit dem alle zwei Jahre ausgeschrieben und mit 25.000 Euro dotierten Otto-Schott-Forschungspreis des Ernst Abbe Fonds ausgezeichnet wird.

„Professor Dingwell ist ein hervorragender Wissenschaftler, dessen Arbeit über die thermomechanischen Eigenschaften von Silikatgläsern und -schmelzen erhebliche Auswirkungen in den Geowissenschaften, der Glaswissenschaft und der Glastechnik haben“, betonte das Kuratoriumsmitglied des Forschungspreises, Professor Carlo Pantano, bei der Verleihung. „Diese grundlegenden Erkenntnisse haben auch zu einem besseren Verständnis beim Schmelzen und Formen von Industriegläsern beigetragen.“ <
roland.langfeld@schott.com