

Europa in Gefahr

Die „großen Vier“ – Vulkanismus bedroht den Kontinent

Franz Bludorf

Wenn heutzutage davon gesprochen wird, Europa sei in Gefahr, so denken die meisten spontan an eine Gefahr von außen – vielleicht aus Russland oder durch eine erneut aufflammende Zuwanderungswelle. Dabei sitzt die größte Gefahr bereits mitten „unter uns“ – im wahrsten Sinne des Wortes. Vier gigantische Vulkane nehmen den ganzen Kontinent von Norden und Süden in die Zange. Alle vier sind statistisch „überfällig“ und zeigen bereits Anzeichen eines bevorstehenden Ausbruchs. Würde nur einer von ihnen tatsächlich ausbrechen, hätte dies katastrophale Auswirkungen. Wären es alle vier – zeitgleich oder in einem engen Zeitfenster – dann käme es zu Konsequenzen, die unsere Vorstellungskraft übersteigen.



Die Fischer von Neapel

Keine Capri-Fischer, keine Italien-Urlaubsromantik. Italienische Fischer beschäftigen sich zur Zeit mit etwas äußerst Beunruhigendem. Im Golf von Neapel werden sie immer wieder Zeugen eines rätselhaften Phänomens – „kochendes Wasser“. Natürlich „kocht“ das Wasser nicht wirklich, aber es sieht so aus. Es blubbert und rumort, und große Mengen von Gasblasen steigen auf. Die Neapolitaner wissen, auf welchem Pulverfass sie leben. Das Stadtbild wird beherrscht vom gewaltigen Gipfel des Vesuv, jenes berühmtesten aller Vulkane, der im Jahre 79 n. Chr. die römischen Städte Pompeji, Herculaneum, Stabiae und Oplontis verschlang. Würde das „kochende Wasser“ durch aufsteigende Gase aus dem Erdinneren verursacht, wie die Fischer befürchten, könnten dies Vorboten eines neuen gewaltigen Ausbruchs sein.

Die lokalen Behörden wiegeln ab. Es sei nur eine am Meeresboden verlaufende Gaspipeline gebrochen. Niemand in Neapel glaubt das. Vor allem deshalb, weil seit längerer Zeit in der Umgebung des Vesuv fieberhafte Aktivitäten zu beobachten sind. Wissenschaftler führen Messungen durch, für Hunderttausende Euro wurden neue Geräte angeschafft,

Sensoren wurden installiert, die laufend aktualisierte Daten direkt an das örtliche Zentrum für Vulkanologie übertragen. Angeblich soll die Stadtverwaltung Neapels für den Fall des Falles schon Evakuierungspläne in der Schublade haben.

Bei der Zerstörung Pompejis kamen etwa 4.000 Einwohner der Stadt ums Leben, dazu noch ca. 12.000 Menschen im Umland. Die meisten von ihnen wurden durch giftige Vulkangase getötet. Aber das war vor 2.000 Jahren. Könnten wir heute nicht beruhigt sein? Die heutigen Verantwortlichen wissen offenbar Bescheid, und sie tun etwas. Da sollte es in unserer modernen Zeit doch nicht mehr so viele hilflose Opfer geben wie bei den alten Römern.

Im Gegenteil. Die heutigen Bedingungen sind ungleich ungünstiger als damals. In Neapel leben heute knapp eine Million Menschen, im Großraum sogar vier Millionen. So viele Menschen zu evakuieren, ist eine unlösbare Aufgabe, selbst im hochentwickelten Europa, denn das Ganze müsste äußerst schnell geschehen. Und rechtzeitig. Wenn die Lava erst einmal unterwegs ist, käme jede Hilfe zu spät. Der Gewalt und Geschwindigkeit pyroklastischer Ströme kann nichts mehr entrinnen.



Großes Bild: Vor den pyroklastischen Strömen gibt es kein Entrinnen (Szenenbild aus dem Film „Dante’s Peak“, USA 1997).

Kleines Bild: Die Aschewolken können bei Supervulkan-Ausbrüchen auch in großer Entfernung riesige Areale überdecken (Szene aus „Dante’s Peak“)

Nr. 1 und 2: Vesuv und Phlegräische Felder

Doch das ist noch nicht alles. Der Vesuv könnte nicht nur Neapel, sondern ganz Europa (und mehr) bedrohen, denn inzwischen weiß die Wissenschaft, dass der Vulkan unterirdisch verbunden ist mit den Phlegräischen Feldern westlich von Neapel, einer 150 Quadratkilometer großen Zone hoher vulkanischer Aktivität, wo man ständig etwas blubbern und Gase aufsteigen sehen kann. Ein Touristenmagnet. Nach heutigem Wissen sind die Phlegräischen Felder die riesige Caldera eines unterirdischen Supervulkans unvorstellbarer Größe. Würde der – zusammen mit dem Vesuv – ausbrechen, wäre dies ein globales Ereignis, wie es seit Bestehen der Menschheit noch nicht dagewesen ist.

Eine ganze Reihe neuer Begriffe, die wir klären müssen, um die Gefahr einschätzen zu

land mit seinen Aschewolken einige Tage lang den Flugverkehr über Europa lahmlegte.

Ähnlich wie die Richter-Skala für Erdbeben gibt es auch eine Skala für Vulkanausbrüche, den Vulkanexplosivitätsindex (VEI). Sie reicht von 1 bis 8 und setzt sich aus unterschiedlichen Parametern zusammen – etwa aus der Menge ausgestoßener Tephra (vulkanisches Lockermaterial), der Höhe der Eruptionssäule und einigen weiteren Faktoren. Die VEI-Skala ist logarithmisch angelegt, das heißt, von einer Stufe zur nächsten erhöht sich die Gewalt des Ausbruchs um den Faktor 10. Ein Vulkanausbruch der Stärke 8 ist 10^8 Mal, also 100 Millionen Mal stärker –

des Vulkans löste ein Jahr später durch Abschirmung des Sonnenlichts weltweit ein sprichwörtlich gewordenes „Jahr ohne Sommer“ aus, das in weiten Teilen Nordamerikas und Europas zu schweren Hungersnöten führte. An der Ostküste der USA fiel im Juli und August sogar Schnee. „*Eighteen hundred and frozen to death*“, sagte man dort damals. Die Aschewolken in der Erdatmosphäre äußerten sich noch Jahrzehntlang in spektakulär farbenfrohen Sonnenuntergängen, die u. a. in den Gemälden William Turners für die Nachwelt erhalten sind.

Der wohl bekannteste historische Vulkanausbruch fand 1883 statt, als bei der Eruption des Krakatau – ebenfalls in Indonesien – die gleichnamige Insel im Meer versank. Es war die erste Naturkatastrophe, von der man in Europa und Amerika ohne Zeitverzögerung erfuhr, da es in der dama-



Vorzeichen kommenden Unheils: Links die „kochenden Wasser“ im Golf von Neapel. Mitte: Auf den Phlegräischen Feldern entstehen neue Geysire, zuletzt 2013. Rund um Neapel ist die Erde in Aufruhr. Rechts: Verdächtig - in der Umgebung Neapels sind seit einiger Zeit fieberhafte Aktivitäten von Wissenschaftlern zu beobachten. Neue Messgeräte wurden installiert.

können – Caldera, Supervulkan, pyroklastische Ströme. Also dann, frisch ans Werk.

Die „Richter-Skala für Vulkane“

Vulkanausbrüche erleben wir meist im Fernsehen nur als faszinierendes Naturschauspiel. Die Auswirkungen betreffen in der Regel nur die unmittelbaren Anwohner. In Einzelfällen kann es auch zu kleineren globalen Behinderungen kommen, wie etwa im Frühjahr 2010, als der Eyjafjallajökull auf Is-

ker als eine Eruption der Stärke 1. Dies nur, um die Dinge gleich in die richtige Relation zu setzen.

Weltweit gab es zu historischen Zeiten nur Vulkanausbrüche bis zur Stärke 7. Zuletzt war dies beim Ausbruch des Tambora auf der Insel Sumbawa (Indonesien) im Jahre 1815 der Fall. Zum Glück weit weg, sagen Sie? Keineswegs. Die Aschewolke

Vulkane verstehen

ligen Kolonie Niederländisch-Indien bereits Telegraphenstationen gab.¹ Obwohl die Stärke des Ausbruchs nur 6 betrug, hielten auch hier die Auswirkungen jahrzehntelang an. Ab 1927 erhob sich am Ort der ehemaligen Insel Krakatau eine neue Insel aus den Tiefen des Ozeans, auf der es wieder einen Vulkan gibt, den Anak Krakatau, der im Jahre 2012 auch schon einen heftigen Ausbruch hatte.

Die weltweit größte vulkanisch aktive Zone ist die russische Pazifikkalbinsel Kamtschatka. Sie beherbergt auf einer Fläche etwas größer als Deutschland sage und schreibe 29 aktive Vulkane, von denen etwa sechs jährlich ausbrechen. In traumhaft schöner Landschaft übrigens, die von der UNESCO zum Weltnaturerbe erklärt wurde. Dass wir von Vulkanausbrüchen auf Kamtschatka nur so wenig hören, liegt daran, dass die Halbinsel nur dünn besiedelt ist und daher kaum jemals Menschen zu Schaden kommen. Rund die Hälfte der 380.000 Einwohner lebt in der Stadt Petropawlowsk, übrigens auch im Schatten eines Vulkans, des Korjaksckaja Sopka.

Von den großen Vulkanausbrüchen in heutiger Zeit ragen zwei besonders hervor: Der Pinatubo auf den Philippinen 1991 (Stärke 6) und der Mount St. Helens im US-Bundesstaat Washington im Jahre 1980 (Stärke 5). Der erwähnte Ausbruch des Eyjafjallajökull auf Island 2010 hatte die Stärke 4. Der Pinatubo-Ausbruch war immerhin stark genug, um die globale Erdtemperatur um 0,5 Grad abzusenken.

Besonders gefährlich sind Vulkane, die statistisch „überfällig“ sind. Bei den meisten kennt die Wissenschaft einen zeitlichen Aktivitätsrhythmus. Danach ist der Vesuv seit fast 2000 Jahren überfällig, die Phlegräischen Felder noch länger. Das bedeutet, der regelmäßige Ausfluss von Magma ist behindert, etwa durch eine

V e r -

Vulkane können auf drei unterschiedliche Arten entstehen. Davon hängt ihre Kraft und Aktivität ab. Die meisten Vulkane liegen an Kontaktstellen großer tektonischer Platten. Stoßen drei Platten aneinander, was meist auf dem Grund des Ozeans der Fall ist, sind diese Vulkane nur gering aktiv, da sie nur wenig Gas enthalten. Die explosivsten befinden sich an den Bruchlinien zweier Kontinentalplatten, wie es etwa in Island der Fall ist.

In seltenen Fällen bilden sich auch mitten auf einer Platte vulkanische Hotspots – der dritte Vulkantyp. Dort bilden sich dann große Blasen flüssigen Felsgesteins, ganz dicht unter der Erdoberfläche. Wenn sich die Erdkruste über einem solchen Hotspot bewegt, entstehen weitere Vulkane. Auf diese Weise sind z. B. die Hawaii-Inseln auf der Pazifischen Platte entstanden.

Manchmal bleiben solche Magmablasen über Millionen von Jahren an ein und derselben Stelle. Das ist z. B. im Yellowstone-Nationalpark (USA) der Fall. Diese Vulkane sind meist nur selten aktiv, aber dann um so heftiger.

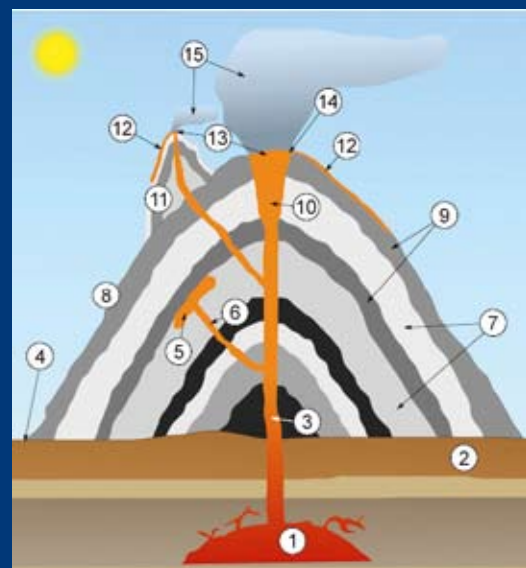
Nach der äußeren Form unterscheidet man Stratovulkane, Schildvulkane, Lavadome, Maare, Calderen etc. Die Aktivität wird in drei Klassen eingeteilt: Explosiv, ektiv, effusiv. Die explosivsten Vulkane werden auch Supervulkane genannt.

Ein Vulkanausbruch

beginnt normalerweise mit mehreren Erdbeben in der Region. Wenn man Pech hat, werden dadurch Zufahrts- und Rettungswege für den Katastrophenschutz bereits verschüttet oder anderweitig unbrauchbar gemacht. Als Nächstes gehen Glutbomben und Lavaströme auf die Umgebung des Vulkans nieder, wodurch gewaltige Waldbrände ausgelöst werden. Schlamm Lawinen verwandeln Flüsse und Bäche in reißende Ströme, die alles mit sich reißen. Doch das Schlimmste kommt erst noch. Es sind die bis zu 400° C heißen



Pyroklastische Ströme (hier bei einem Vulkanausbruch auf Hawaii) verbrennen alles, was ihnen in den Weg kommt (Foto: U.S. Geological Survey)



Aufbau eines Stratovulkans: 1 – Magmakammer, 2 – Grundschrift, 3 – Hauptschlot, 4 – Boden, 5 – Lagergang, 6 – Nebenschlot, 7 – Ascheablagerungen, 8 – Abhang, 9 – Lavaablagerungen, 10 – Hals, 11 – Nebenkrater, 12 – Lavastrom, 13 – Kamin, 14 – Krater (Caldera), 15 – Aschewolken. Der vertikale Maßstab des Vulkans ist überhöht. (Quelle: Wikipedia)

Glutlawinen, sogenannte pyroklastische Ströme, die mit einer Geschwindigkeit von bis zu 400 km/h zu Tal stürzen. Wenn sie erst einmal unterwegs sind, gibt es keine Rettung mehr.

¹ Siehe auch unsere Rubrik „Mystery-Matrix“ in dieser Ausgabe.

stopfung des Vulkan- schlot. Dadurch wächst der Druck aus dem Erdinneren mit der Zeit gewaltig an. Konsequenz: Wenn es zu einem Ausbruch kommt, ist er viel stärker als normal, und der Zeitpunkt ist vollkommen unvorhersehbar.

Supervulkane

Als Supervulkane bezeichnet man Vulkane, die zu Ausbrüchen der Stärke 8 fähig sind. Im Gegensatz zum klassischen Bild des Vulkans als kegelförmiger Berg mit einem Krater auf dem Gipfel liegen solche Vulkane in flachem Land, und ihr Krater, den man Caldera nennt, kann sich über Hunderte von Quadratkilometern ausdehnen. Einen von ihnen – die Phlegräischen Felder bei Neapel – haben wir bereits kennengelernt.

Unter dem Yellowstone-Nationalpark im Nordwesten der Vereinigten Staaten „ruht“ seit rund 700.000 Jahren die „Mutter aller Supervulkane“. Sie speist zur Zeit lediglich die zahlreichen Geysire des Nationalparks, die dort eine Touristenattraktion darstellen, und sorgt für zahlreiche kleinere Erdbeben. Doch es ist eine Ruhe vor dem Sturm, denn es steht außer Frage, dass auch der Yellowstone wieder aktiver werden wird. Niemand kann bis heute den Zeitpunkt eines Ausbruchs vorausberechnen, doch man kann anhand von Gesteinsformationen frühere Aktivitätszyklen untersuchen. Danach – und darüber gehen alle Experten konform – ist auch der Yellowstone bereits überfällig.

Heutzutage werden mögliche Katastrophenszenarien mit Hilfe der intuitiven Logik¹ wissenschaftlich untersucht. Man ist sich weitgehend einig, dass ein Ausbruch des Yellowstone nicht ausreichen würde, um die Menschheit oder gar alles Leben auf der Erde zu vernichten. Aber er würde das Aussehen

Protokoll einer Katastrophe

„In diesem Jahre ereignete sich eine furchtbare Naturerscheinung. Denn die Sonne warf das ganze Jahr hindurch ihre Helligkeit ohne Strahlen aus, wie der Mond, und hatte die meiste Zeit das Ansehen einer Verfinsternung, indem sie ihren Glanz nicht rein, und wie gewöhnlich, scheinen ließ. Seit dem sich dies ereignete, hörten weder Krieg, noch Hungersnoth, noch andere tödtliche Plagen für die Menschen auf. Es war aber die Zeit, wo Justinianus im zehnten Jahre die kaiserliche Regierung verwaltete.“

Mit diesen Worten beschrieb der römische Historiker Prokopius von Caesarea eine Sonnenanomalie im Jahre 535 n. Chr., die vermutlich durch einen weit entfernten Vulkanausbruch verursacht wurde.

Simulation des Schreckens

Wissenschaftler der Universität Arizona und des US Geological Survey simulierten am Computer die Konsequenzen eines Ausbruchs des Supervulkans Yellowstone. Eine Stunde nach dem Ausbruch überschüttet eine Aschewolke alles – im Umkreis von Hunderten von Kilometern.



Drei Tage später hat sich die Sonne komplett verfinstert – weltweit!



Das vollständige Video der Simulation kann auf dem YouTube-Kanal von FirstScience TV im Internet betrachtet werden.

der Erde und unsere Lebensbedingungen für immer verändern. Wissenschaftler des US Geological Survey und der Arizona State University haben das Szenario am Computer durchgespielt – eine Simulation des Schreckens.

Die Caldera des Yellowstone ist 80 Kilometer lang und 55 Kilometer breit. Anders ausgedrückt: Wer den Yellowstone-Nationalpark besucht, der geht auf dem gesamten Parkgelände quasi im Krater des Super-

vulkans spazieren. Die letzten großen Ausbrüche vor 640.000 Jahren bzw. vor 2,1 Millionen Jahren verdunkelten die Erde für jeweils drei Jahre, wie man an der Untersuchung fossiler Pflanzen feststellte. Bei dem größten bekannten Ausbruch vor 2,1 Millionen Jahren wurden 2.500 Kubikkilometer (!) Material ausgeworfen. Eine ganze Menge Lava und Gesteinsbrocken, die dann schließlich irgendwo bleiben müssen. Prof. Hans Graf, Klimatologe von der Universität Cambridge, entwickelte eine Computersimulation zur Abschätzung der Folgen eines möglichen Ausbruchs des Supervulkans. Die Resultate sind erschreckend. Die unmittelbare Umgebung würde vollständig von einer Ascheschicht von 10-20 Zentimetern Dicke bedeckt. Wohlgemerkt: Angesichts der Größe dieses Supervulkans bedeutet „unmittelbare Umgebung“ in etwa die Gesamtfläche der Vereinigten Staaten und Kanadas! Der Säuregrad der Ozeane würde stark ansteigen. Die Folge wäre ein Massensterben der ozeanischen Fauna und Flora. Der globale Temperatursturz würde etwa 4-10° C betragen. Der vulkanische Winter würde weltweit mehrere Jahre andauern, ähnlich wie bei nuklearem Fallout.

Durch Kälte und Dunkelheit würde weltweit die Vegetation zum Erliegen kommen, und das würde vor allem Wälder und Ackerflächen betreffen. Hungersnöte wären die Folge. Ein Überleben wäre vermutlich nur kleineren menschlichen Populationen möglich, die sich in unterirdische Bunkeranlagen retten konnten – sofern diese Anlagen mit Lebensmittelvorräten für mehrere Jahre ausgestattet sind.

Die Gewalt der Explosion eines Supervulkans kann so groß sein, dass dadurch eine ganze Schicht der Erdkruste und des Erdmantels bis in die Stratosphäre geschleudert würde. Von dort würde das Gestein wie ein gewaltiger Asteroideneinschlag wieder auf die Erdoberfläche zurückstürzen, mit

allen katastrophalen Auswirkungen. Auf der Erdoberfläche entsteht dadurch eine Vertiefung, ähnlich zu einem riesigen Meteoritenkrater, und erneut würden riesige Mengen von Staub und giftigen Gasen in die Atmosphäre steigen. Man nennt diese Gesteinsbomben auch „Verneshots“, zu Ehren von Jules Verne und seinem Roman „Reise zum Mond“.

Die Auswirkungen eines Ausbruchs der Phleggräischen Felder wären etwas kleiner, aber ähnlich, und auch sie würden vor allem Europa vernichtend treffen.

Nr. 3 und 4: Hekla und Katla – Gefahr aus dem Norden

Die zweite Gefahr für Europa droht aus dem Norden. Ein weiterer Vulkan-Hotspot der Erde ist Island, die jüngste Insel der Erde, die tektonisch noch so aktiv ist, dass sich zum Teil Fluss- und Straßenverläu-

Gefahr durch Islands Vulkane:

Ausbruch des Eyjafjallajökull 2010. Die Eruption dieses relativ kleinen Vulkans legte Europas Flugverkehr lahm.



Ausbruch des Hekla 1970



Ausbruch des Katla 2010



Traumhafte Landschaftskulisse: Die russische Hafenstadt Petropawlowsk auf Kamtschatka. Im Hintergrund der Vulkan Korjaksckaja Sopka

fe im Landesinnern im Wochentakt ändern können. Die meisten der isländischen Vulkane liegen unter den gewaltigen Inlandgletschern, so dass ein Vulkanausbruch dort anders abläuft. Es beginnt damit, dass das Gletschereis durch die aufsteigenden glühenden Lavamassen explosionsartig nicht nur schmilzt, sondern sofort verdampft und als riesige Dampf Wolke emporsteigt. Schmelzwasser bildet sich in der Folge dann allerdings auch und kann zu lokalen Überflutungen oder sogar zu einem Anstieg des Meeresspiegels führen. Ist der Weg nach oben erst einmal freigepustet, brechen Lava und Asche aus, wie man es 2010 beim Eyjafjallajökull beobachten konnte. Und er ist noch ein relativ kleines Exemplar. Jetzt macht sich die Aktivität zweier Burschen ganz anderen Kalibers bemerkbar. Es geht um den Hekla und den Katla. Es sind die größten Vulkane Islands, die noch dazu in Verbindung stehen. Ein gemeinsamer Ausbruch fand letztmals vor 250 Jahren statt und verwüstete ein Viertel der Insel. Seit 40 Jahren gibt es Anzeichen, dass beide Vulkane langsam wieder aus dem Schlaf erwachen. Seit Ende 2015 kam es in der Region zu mehreren Erdbeben der Stärke 4 und höher.

Der Katla ist einer der gefährlichsten Vulkane der Welt. Er bricht normalerweise zwei Mal pro Jahrhundert aus, immer einige Jahre nach dem Eyjafjallajökull, der ja gerade seine Eruption hinter sich hat. Den Hekla nannte man in der isländischen Literatur des Mittelalters „Pforte der Hölle“, was schon alles aussagt. Er liegt nur 100 Kilometer von Reykjavik entfernt. Die Erfahrungen mit Islands Vulkanen zeigen, dass ein gemeinsamer

Ausbruch von Katla und Hekla nicht nur den Flugverkehr behindern würde, sondern aufgrund der bei uns häufigen Nordwest-Wetterlage die Aschewolken nach Europa treiben würden, was wiederum einen monatelangen vulkanischen Winter auslösen könnte.

Was kann man tun?

Sie werden sich jetzt vielleicht fragen – was kann man tun? Oder wollen wir Ihnen nur Angst machen? Sicher nicht, aber würde es helfen, die Gefahr zu verschweigen? Genau wie bei großen Erdbeben und Tsunamis ist der Zeitpunkt nicht genau genug vorhersehbar und die Vorwarnzeit meist für Rettungsmaßnahmen zu kurz. Daher die vielen Tsunami-Toten in Sumatra 2004 oder die Tausende Erdbebenopfer in Japan 2011 (Fukushima!), Chile 1960 oder San Francisco 1906. Mit solchen Bedrohungen musste die Menschheit immer leben und wird es weiter müssen. Niemandem kann man dafür einen Vorwurf machen – allenfalls für den Bau von Atomkraftwerken oder Ölbohrungen in Erdbebenzonen.² Von einer Typ-1-Zivilisation auf der Kardaschow-Skala, also einer Zivilisation, die in der Lage ist, die Energien ihres Planeten komplett zu beherrschen, sind wir noch meilenweit entfernt. ■



Franz Bludorf ist Mathematiker, Physiker, Bestsellerautor und Chefredakteur der Matrix3000. Er war viele Jahre als Wissenschaftler in der Softwareentwicklung tätig und arbeitete an Forschungsprojekten über Netzwerkkomponenten mit.

Gemeinsam mit Grazyna Fosar verfasste er bislang insgesamt 20 Bücher zu grenzwissenschaftlichen und spirituellen Themen, zuletzt „Verbotene Zonen“ (Michaels Verlag 2016). Franz Bludorf ist Peer Reviewer beim International Journal of Physical Sciences. Seine Lieblingsgleichung ist die Wheeler-DeWitt-Gleichung.

2 Siehe hierzu auch unsere Rubrik „Bedenkliches“ in dieser Ausgabe.