

PANTASMA

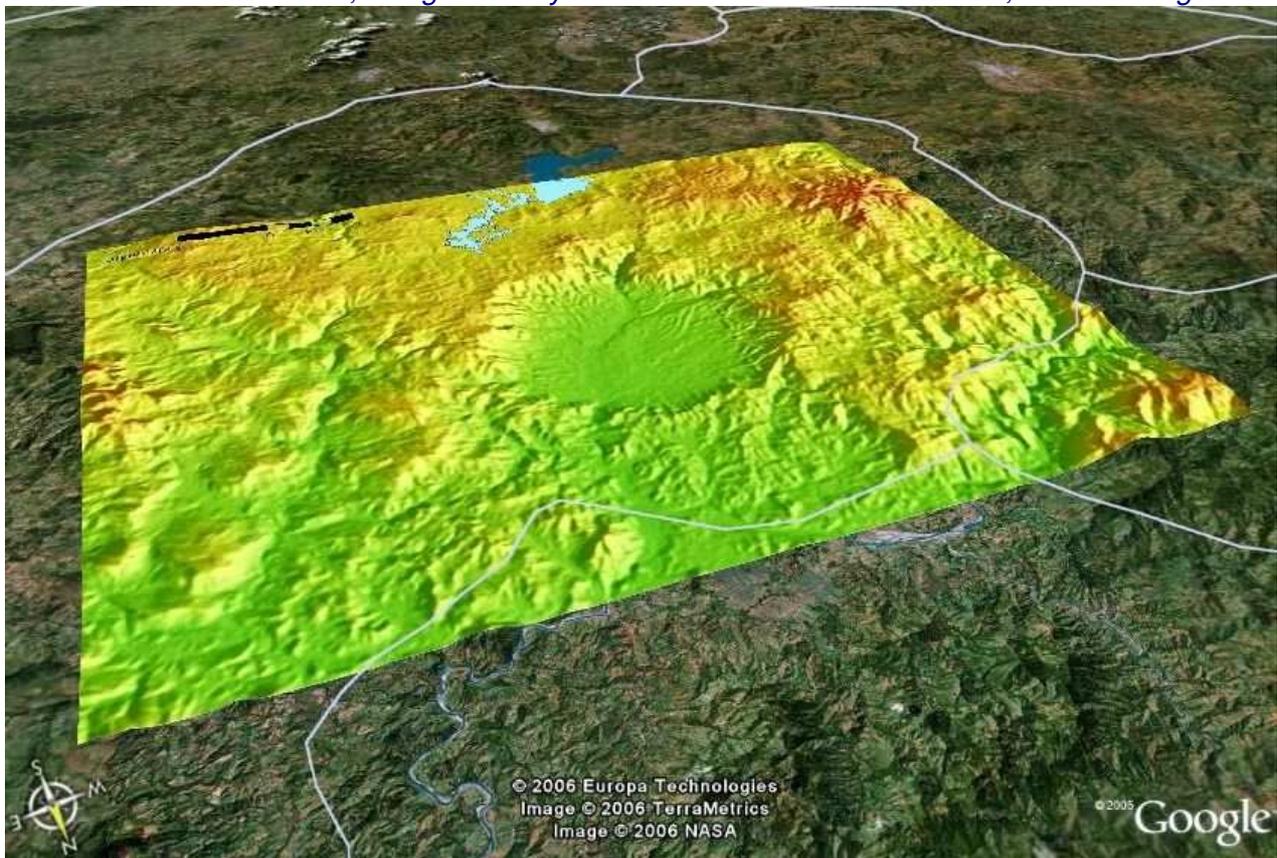
- ein junger Meteoriteneinschlag in der alten Vulkanlandschaft Nicaraguas ?

Von Leo Kowald (Dipl. Math.), Gelsenkirchen, April 2006

Ja - vor nur 815.000 Jahren ! (2019)

<http://www.pantasma.com>

Das "Valle de Pantoasma", Google overlay mit einem Farbre Relief von INETER, www.ineter.gob.ni



ZUSAMMENFASSUNG (2006):

- Der "Pantoasma-Krater" in Nicaragua scheint der Wissenschaft bisher nicht aufgefallen zu sein.
- Ein vulkanischer Ursprung ist naheliegend, aber nicht sicher (gibt es unveröffentlichte Beweise dafür ?).
- Ohne die vulkanische Nachbarschaft wäre ein Meteoriteneinschlag als Ursache gewiss.
- Eine Suche nach Impaktmaterial hat offenbar noch nicht stattgefunden.

Ergänzung 2009:

- **Eine Expedition des Vereins nicaraguanischer Astronomen (ASTRONIC) im Juli 2009 hat die Einschlags-These bestätigt.**

"FORMTE EIN METEORIT PANTASMA? Eine Expedition des Nicaraguanischen Wissenschaftsverbandes für Astronomen und Astrophysiker (ASTRONIC) im Juli 2009 in das Pantasma-Tal in Nicaraguas nördlichem Landesbezirk Jinotega stellte fest, dass dieses kreisförmige Tal mit einem Durchmesser von über 12 Kilometern durch den Fall eines Meteoriten vor langer Zeit gebildet wurde, wie die Zusammensetzung der untersuchten Gesteine am Rand und in der Mitte zeigt, wo der Aufprall stattgefunden hat. Genauere Untersuchungen der Zusammensetzung des Meteoriten wurden begonnen. Vor zwei Jahren fand ein Deutscher namens **Leo Kowald** bei einer 'Reise' mit Google Earth einen Talkessel im Pantasma-Gebiet, der, wie er vermutete, auf einen Meteoriten-Einschlag zurückzuführen sei. Vor der Expedition hatte **David Castillo Pacheco**, der Präsident von Astronic, erklärt, dass sich die Talmulde außerhalb der vulkanischen Bergketten Nicaraguas befände und schloss somit die Möglichkeit aus, dass es sich um die Überreste eines (Vulkan-)Kraters handelt..."

Ergänzung 2010:

- **Der US-amerikanische Geologe Jean H. Corneec hat 500 km nordwestlich in Belize 800.000 Jahre alte Tektite gefunden!**

Ergänzung 2017:

- **Geologische Forschungen in Pantasma durch Pierre Rochette von der Universität Marseille/Aix-en-Provence im Februar 2016 belegen den Impakt-Ursprung des Kraters: "...show that these glasses are of impact origin (zeigen, dass diese Gläser aus einem Impakt stammen)!"**

Ergänzung 2019:

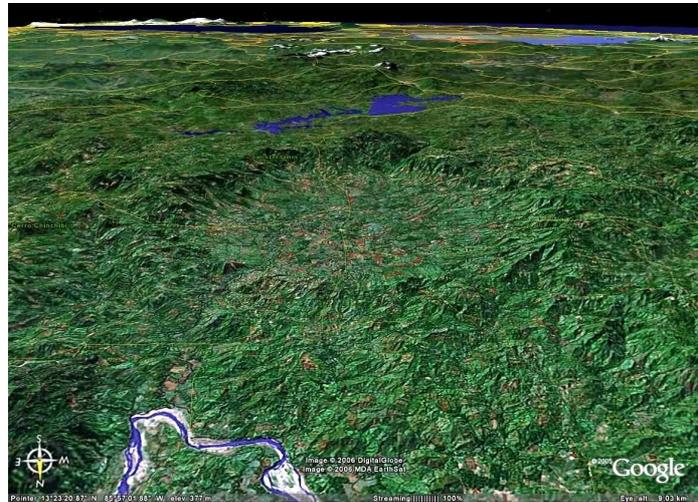
- **Pantasma: Beweis für einen ca. 14 km großen [u. 815.000 Jahre alten ^{L.K.}] pleistozänen Impakt-Krater in Nicaragua** von **Pierre Rochette**, R. Alaç, P. Beck, G. Brocard, A. J. Cavosie, V. Debaille, B. Devouard, F. Jourdan, B. Mougel, F. Moustard, F. Moynier, S. Nomade, G. R. Osinski, B. Reynard und **Jean H. Corneec**, erstveröffentlicht am **11.2.2019** (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/maps.13244>)

Zusammenfassung (*nicht-autorisierte Übersetzung*): "Die rund 14 km Durchmesser messende Pantasma-Kreisstruktur im oligozänen Vulkangestein in Nicaragua wird hier zum ersten Mal untersucht, um deren Ursprung zu verstehen. Geomorphologie, Fieldmapping sowie petrographische und geochemische Untersuchungen stimmen alle mit einem Einschlagsursprung für die Pantasma-Struktur überein. Beobachtungen, die einen Einschlagsursprung unterstützen, umfassen nach außen einfallende vulkanische Ergüsse, das Vorhandensein einer früheren schmelztragenden Polymikt Breccie, geschockter Gläser (mit Lechatelierit und niedrigem H₂O, < 300 ppm) sowie eine mögliche Auswurf-schicht, die paleozoische Gesteine enthält, die aus hunderte Meter tiefen Gesteinen stammen. Ein diagnostischer Beweis für einen Einschlag wird durch die Feststellung des früheren Vorkommens von Reidit in körnigem Zirkon sowie von Coesit und des extraterrestrischen $\epsilon^{54}\text{Cr}$ -Wertes in Polymikt Breccia im geschockten Glas erbracht. Zwei ⁴⁰Ar / ³⁹Ar-Plateau-Alter mit einem kombinierten gewichteten mittleren Alter von 815 +/- 11 ka (2 σ ; P = 0,17) wurden auf einem geschockten Glas erhalten. Dieses Alter stimmt mit geomorphologischen Daten und der Erosionsmodellierung überein, die alle auf einen eher jungen Krater schließen lassen. Pantasma ist erst der vierte große Einschlagskrater > 10km, der in Amerika südlich des 30. nördlichen Breitengrades gefunden wurde und ist ein weiterer Beweis dafür, dass in Mittel- und Südamerika noch eine beträchtliche Anzahl von Einschlagskratern entdeckt werden kann."

Im Februar 2006 machte ich eine zweiwöchige Reise durch Nicaragua mit "Pan y Arte", einer Organisation des österreichischen Schauspielers Dietmar Schönherr, die in Nicaragua Kulturprojekte unterstützt wie die "Casa de los tres Mundos" in Granada und "Musica en los Barrios" in Managua.

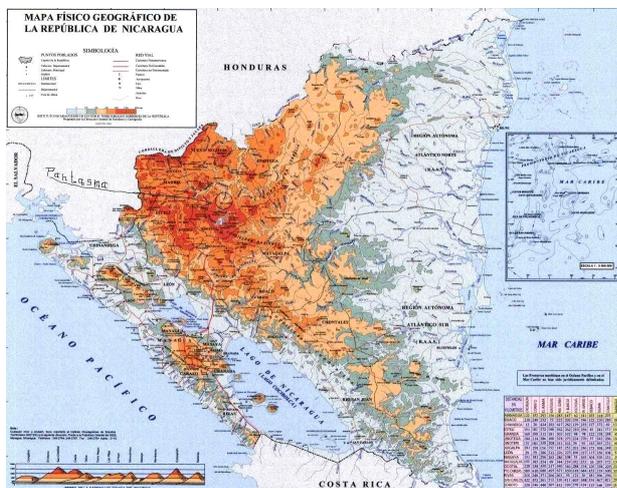
Blick auf den Pantasma-Krater von N:

Als ich mich auf diese Reise vorbereitete, fiel mir während eines "Fluges" mit "Google-Earth" über die nördliche Landschaft Nicaraguas beiläufig ein über 12km großer kreisrunder Talkessel auf, dessen Mittelpunkt bei **13°22' Nord** und **85°57' West** liegt.



Nicaragua hat etwa 6 Millionen Einwohner und liegt mitten auf der zentralamerikanischen Landbrücke. Es ist Teil der geologisch relativ jungen "karibischen Platte" (*1), die im Zuge der Bewegungen der nord- und südamerikanischen Platten etwa zwischen 140 und 70 Millionen Jahren v.u.Z. entstanden ist. Entlang der dicht besiedelten Pazifikküste gibt es aktiven Vulkanismus in Form einer Kette von Vulkanen, Calderen und Lagunen, der seine Ursache in der Subduktion des pazifischen Meeresbodens (Cocos-Platte) unter die karibische Platte hat. In dieser Zone gibt es regelmäßig heftige Erdbeben, wovon eines am 23.12.1972 die Millionen-Hauptstadt Managua fast vollständig zerstörte. Der Osten des Landes fällt flach zur Karibik hin ab. Den zentralen und nördlichen Teil nimmt ein bis über 2000 m hohes Gebirge ein, welches im Tertiär (also erst nach dem mexikanischen Chicxulub-Einschlag auf Yucatan vor 65 Mio. Jahren) durch vulkanische Aktivitäten entstanden ist.

Karte von Nicaragua, Quelle: www.ineter.gob.ni



Dort, 60 km südlich der Grenze zum nördlichen Nachbarland Honduras, liegt jener kreisrunde Talkessel, das "**Valle de Pantasma**". Er wird vom "**Rio Pantasma**", einem Nebenfluss des "**Rio Coco**" (oder Segovia) von SSW nach NNO durchflossen. In seinem Zentrum liegt die Siedlung "**Las Praderas**", Hauptort der zum Bezirk **Jinotega** gehörenden Gemeinde "**Santa Maria de Pantasma**", die etwa 50.000 Einwohner hat (2015). In dem armen, aber offenbar fruchtbaren und landwirtschaftlich intensiv genutzten Tal werden Mais, Getreide, Früchte und Kaffee angebaut und Vieh gezüchtet.

Friedensmarsch in Nicaragua, Quelle: Mark Becker, 1986

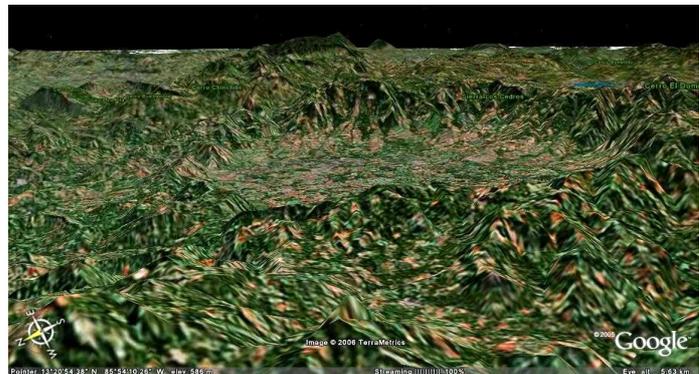
Traurige Bekanntheit erlangte der Ort am 18. Oktober 1983 durch das "Massaker von Pantasma", bei dem die von den USA unter Präsident Ronald Reagan gegen die sandinistische Regierung finanzierten und bewaffneten CONTRA - Terroristen bei einem Überfall auf die landwirtschaftlichen Kooperativen das Tales 47 Männer, Frauen und Kinder ermordeten.



Genau 3 Jahre später, am 19. Oktober 1986, zerriss eine Anti-Panzer-Mine der CONTRA auf der durch das Tal führenden Hauptstraße von Wiwili nach Jinotega einen zivilen Lastwagen und hinterließ 11 Tote und 33 Verstümmelte. Am 23. März 1987 begannen Mitglieder des US-amerikanischen "First Veterans Peace Action Team" unter Führung des Vietnam-Veteranen **S. Brian Willson** einen einwöchigen "Peace Walk" durch das Tal von Pantasma, um auf jener Straße auf den in diesem Landesteil besonders grausamen CONTRA-Terror aufmerksam zu machen (*2). Die Landminen wurden mittlerweile geräumt und der Krieg ist schon lange definitiv beendet. Aber es ist besondere Vorsicht und die Inanspruchnahme ortskundiger Führung anzuraten, wenn man dorthin reisen will.

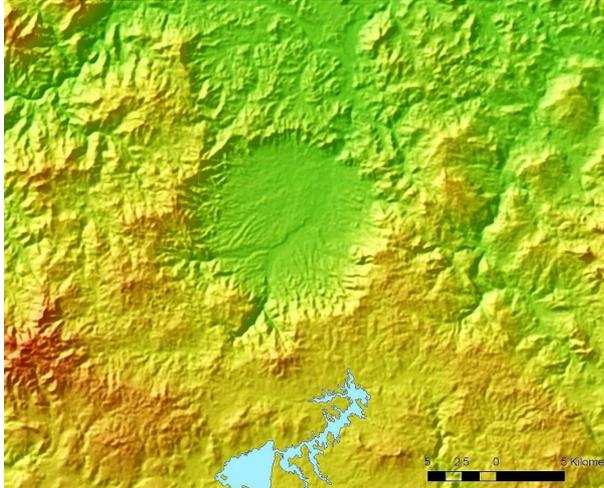
Blick auf den Pantasma-Krater von NW Quelle: earth.google.com

Der kreisförmige Boden des Talkessels steigt nach SSW hin von 400m auf über 500m an. Vor dem Durchbruch des Pantasma-Flusses durch den nördlichen Gebirgsrand hat sich eine Schwemmebene gebildet, (was dafür spricht, dass der wohl schon vor dem Ereignis dort verlaufende Fluss zeitweise im Krater



einen Stausee bildete) die aussieht wie eine Pfütze in einer flachen Schale, die auf einem schiefen Tisch steht (siehe nebenstehendes, 3-fach überhöhtes Google-Bild). Wegen der Schräglage verläuft die 500m-Höhenschichtlinie quer über den Talboden, weswegen seine Kreisform auf Karten oft nicht in Erscheinung tritt. Der Talboden wird durch einen Bergkranz umringt mit einer Höhe von 600 m im Norden und bis zu 1100 m im Süden. Im Osten, Süden und Westen wirkt seine Kreisform etwas ausgebeult. Das kommt von gut erkennbaren schluchtartigen Hangabtragungen (und dazugehörigen Schuttalagerungen) unter den höchsten Gipfeln des Gebirgsringes. Der Talkessel unterbricht die Kante eines um 1000 m hohen Plateaus, das in Richtung NO um einige 100 m abfällt, wohin auch das Gefälle des Talbodens zeigt.

Schattenrelief des Pantasma-Kraters.
Quelle: Dr. Wilfried Strauch, INETER

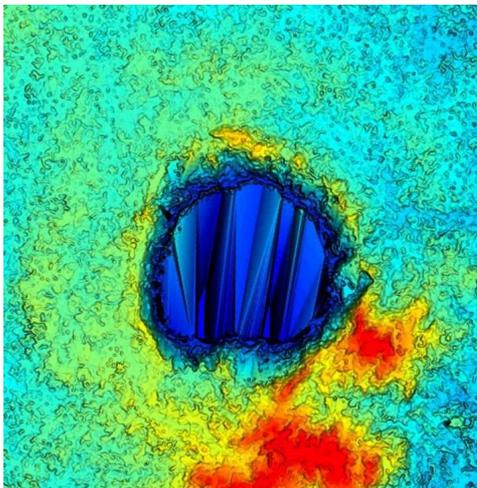


Goat Paddock Meteoritenkrater, Australien
Space shuttle Image STS 17-4107-1228



Meine Reise hat mich nicht in die Nähe des Pantasma-Tales geführt und ich konnte es mir nur durch "Google Earth", Karten und dieses schöne höhenkolorierte Schattenrelief ansehen, das mir freundlicherweise Dr. Wilfried Strauch, Direktor des geologischen Instituts INETER (Managua, Nicaragua) zugesandt hat. Auf dieser *zweifelloos noch unzulänglichen Grundlage* glaube ich als Freizeit-Astronom, der schon viele Bilder von vulkanischen und Einschlags-Kratern auf den Monden und Planeten des Sonnensystems gesehen hat, dass das "Valle de Pantasma" offenbar von einem Meteoriteneinschlag verursacht worden ist. Gemäß der Faustformel "Krater-Durchmesser durch 20" müsste der Meteorid wenigstens 500 m groß gewesen sein. Ich würde den Krater als Muster eines Meteoritenkraters bezeichnen, wenn die Zentralerhebung nicht fehlen würde, die aber bei großen Exemplaren (über 5 km) oft nicht zu finden ist (*5). Sie kann in diesem regenreichen Gebiet auch schon mit Sedimenten bedeckt sein. Im Abstand von 10 km vom Kratertrand liegen einige Höhenzüge, die mit einem Auswurfring zu tun haben können, der aber in dem unebenen Gelände nicht klar zu erkennen ist. Die Einbettung des Kraters in die Landschaft ähnelt verblüffend der des 5 km großen und 50 Millionen Jahre alten Meteoritenkraters von Goat Paddock in Australien. Seine Größe und Form erinnert an den 10 km großen und etwa eine Million Jahre alten Bosumtwi-Krater (*3) in Ghana.

Bosumtwi-Krater, Ghana. Quelle:
Dr. Carlos Roberto de Souza Filho



Typischer Impakt-Krater auf dem Mars
Quelle: Mars Global Surveyor



Der Pantasma-Krater erfüllt alle äußerlichen Voraussetzungen eines Meteoritenkraters. Neben der kreisrunden Form finde ich die Schrägstellung seines Bodens in Richtung des großräumigen Gebirgsabfalls bemerkenswert. **Seine zufällig erscheinende Lage** entspricht der **Willkür eines Einschlags von außen**. Ich finde, dass allein schon seine **Auffälligkeit** darauf hinweist, dass er mit den durchaus vorhandenen Kraterstrukturen vulkanischen Ursprungs in der Region nicht unbedingt etwas zu tun hat; **er fällt einfach aus dem Rahmen**. Er muss **wesentlich jünger sein als seine Umgebung**. Sein relativ schmaler nördlicher Gebirgsrand sieht auch nicht aus wie der Rand eines Calderen-Einbruchs. Meiner Ansicht nach kommt für seine Entstehung nur ein explosiver Vorgang vor etwa **1 bis 2 Millionen Jahren** (wegen seiner **"frischen" Erscheinung**) in Frage, gewaltiger als die Explosionen von Krakatau, Tambora und dem Laacher See (= Wikipedia: Explosive Calderas). Die Phase des aktiven Vulkanismus liegt in dieser Region nach R. Weyl aber schon über 5 Millionen Jahre zurück (tertiärer Vulkanismus). Ich muss aber einräumen, dass ich nicht genügend geologische Kenntnisse besitze um die Wahrscheinlichkeit einer vulkanischen Entstehung einschätzen zu können (*4).

Umgebung von Pantasma, Quelle: www.ineter.gob.ni



Trotz intensiver Recherchen habe ich im Internet keinerlei Spuren eines *Kraters* oder einer Caldera von Las Praderas oder *Pantasma* gefunden. In dem schon etwas älteren Standardwerk "Die Geologie Mittelamerikas" von Richard Weyl (1962, ISBN 3-443-11001-0) wird der Talkessel nicht erwähnt. Im Unterschied zum 120 km weiter südlich gelegenen erloschenen Vulkan "Las Lajas", der mit seiner nur halb so großen Caldera als der "größte Vulkan möglicherweise quaternären Alters östlich des nicaraguanischen Grabens" gilt,

taucht er nicht in einschlägigen Listen vulkanischer Objekte auf. Er ist auch nicht wie die anderen Krater einer der beiden Vulkanketten zuzuordnen (der jungen südwestlich bzw. der älteren nordöstlich des nicaraguanischen Grabens). Unser kompetenter und landeskundlich beschlagener nicaraguanischer Reiseleiter wusste auch nichts darüber. Der Krater scheint der internationalen Wissenschaftler-Gemeinde überhaupt noch nicht aufgefallen zu sein. Nur Dr. Strauch vom INETER schrieb mir, er sei ihm schon einmal aufgefallen; seine Geologen hätten aber gemeint, er sei vulkanisch.

Obwohl *Meteoriden die geologische Beschaffenheit ihres Flugziels ziemlich gleichgültig* ist, liegt es wegen der vulkanischen Nachbarschaft doch sehr nahe, dass es sich bei dem Pantasma-Krater doch "nur" um ein ungewöhnliches vulkanisches Objekt handelt. Es scheint aber darüber bisher keine Literatur zu geben obwohl er, auch als vermeintlich vulkanisches Objekt, interessant genug sein sollte. Ich glaube, dass die nicaraguanischen Geologen zur Katastrophenvorsorge alle Hände voll mit der Erforschung vulkanischer und seismischer Aktivitäten zu tun haben und bislang einfach keine Zeit für nicht so lebenswichtige Fragen hatten.

Blick auf den Pantasma-Krater, Quelle: earth.google.com

Die Frage "*vulkanisch oder meteoritisch*" kann sicherlich nur von Geologen vor Ort anhand dort zu suchender Mineralien (Strahlenkegel, Suevite, Tektite) entschieden werden.

Deswegen wäre es fantastisch, wenn sich bald ein/e Beruflene/r auf die Socken machte um der Frage auf den Grund zu gehen!



Apropos **fantastisch**: "**Pantasma**" heißt in der Miskito-Sprache "kleiner Mensch" oder "flacher Kopf". Das spanische Wort "**Fantasma**" (Galizisch: "**Pantasma**") stammt vom griechischen "**Phantasma**" ab und bedeutet "**Gespens**t" oder "**Trugbild**"!

Sollte ich doch nur auf ein Phantasma hereingefallen sein?

Fußnoten:

***1)** Das nördliche [*Mexiko, Guatemala und Belize (L.K.)*] und südliche [*Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica und Panama (L.K.)*] Mittelamerika zeigen unterschiedlichen Bau und abweichende geologische Geschichte. Im Norden, dem "Sapperland", findet sich ein paläozoisches Orogen, über das sich germanotyp gestörte mesozoische Schichten legen. Im Süden dagegen ist stärkere kretazische Orogenese in Panama zu vermuten. Ihr folgt von der Oberkreide an die Entwicklung einer Geosynklinale, die im Miozän ausgefaltet wird. Initialer und synorogener Magmatismus sind kräftig entwickelt. Der Verlauf der Faltenzüge weicht von den bisherigen Vorstellungen ab und bildet zwei nach Süden offene Bögen. Im Tertiär ist Mittelamerika der Schauplatz eines starken sialischen subsequenten Vulkanismus, dessen Magmen nicht auf die Aufschmelzung einer versenkten Orogenwurzel zurückgeführt werden können. Nach einer Zeit relativer tektonischer und magmatischer Ruhe im Pliozän herrscht im Quartär lebhaftere Bruchtektonik. An die der Pazifik-Küste parallel verlaufende Bruchzone ist der quartäre, ebenfalls überwiegend sialische Vulkanismus gebunden. Von den typischen Erscheinungen der zirkumpazifischen Strukturen sind nachgewiesen: ein Tiefsee-graben, eine Zone aktiver Vulkane und eine Zone lebhafter Beben-tätigkeit.

(Nach einem Vortrag "Die Orogene Mittelamerikas" von Richard Weyl, gehalten am 14.3.1960 in Würzburg auf der 50. Jahresversammlung der Geologischen Vereinigung)

***2)** S. Brian Willson ist Vietnam-Veteran. Er verlor beide Beine unterhalb der Knie, als er am 1.9.1987 in Concord (Kalifornien) bei einer schon mehrere Wochen andauernden und öffentlich angekündigten Blockadeaktion mit voller Absicht von einem Zug der US-Marine überrollt wurde, der Waffen für Zentralamerika transportierte. Brian ist einer der geistvollsten, mutigsten und ehrlichsten Aktivisten, die sich für Frieden und gegen gewalttätige Außenpolitik einsetzen. In Zentralamerika ist er ein Held, wo die Menschen verstehen, dass er für ihre Rechte als gleichwertige menschliche Wesen aufgestanden ist. Brian sagt: "Ich will nicht, dass in unserem Namen und mit unseren Steuergeldern Mütter, Väter und Kinder getötet und verstümmelt werden". S. B. Willsons Web-Site: <http://www.brianwillson.com> zeigt seine Autobiografie und eine Reihe seiner Essays. *Ich empfehle, sie zu besuchen und alles zu lesen, was dort angeboten wird.*

***3)** Lange Zeit hat der Bosumtwi-Kratersee in Ghana den Geowissenschaftlern Rätsel aufgegeben. Da er sich am Rande des teilweise vulkanisch entstandenen Obuom-Gebirges befindet und an seinem Ufer vulkanische Gesteine vorkommen, lag die Vermutung nahe, bei dem nahezu kreisrunden See handele es sich um ein Maar. Solche Seen entstehen - wie in der Eifel - in ehemaligen Vulkankratern.

Da man aber gleichzeitig in der Nähe Suevit-Gestein gefunden hat, das sich nur bei Meteoriteneinschlägen bildet, war nicht auszuschließen, dass auch dieser Krater meteoritischen Ursprungs sein könnte. Nach umfangreichen geophysikalischen Untersuchungen ist mittlerweile weitgehend gesichert, dass diese Vermutung zutrifft. Mit Bohrungen will jetzt eine internationale Forschergruppe Material für eine Rekonstruktion der kraterformenden Vorgänge liefern.

Ein Student aus Ghana lenkte vor einigen Jahren die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler am Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Frankfurt am Main auf den Krater mit dem abflusslosen und bis zu 80 Meter tiefen See, der etwa 30 Kilometer südöstlich der Stadt Kumasi in der Ashanti-Provinz des westafrikanischen Staates gelegen ist.

Der Kraterrand hat einen Durchmesser von 10,5 Kilometern. Er erhebt sich bis zu 300 Meter über die Oberfläche des Sees. Schon vor mehr als 70 Jahren wurde erstmals vermutet, bei der prominenten Vertiefung könne es sich um einen Meteoritenkrater handeln. Diese Annahme erhielt vor 20 Jahren Auftrieb, als amerikanische Wissenschaftler das berühmte Tektit-Feld in der benachbarten Elfenbeinküste näher untersuchten und herausfanden, dass diese natürlichen Gesteinsgläser etwa so alt sind wie der Bosumtwi-Krater. Tektite unterscheiden sich von allen anderen natürlichen Gläsern, beispielsweise Obsidian, durch einen besonders hohen Gehalt an Quarz. Da sie außerdem nur ganz geringe Spuren von Wasser enthalten, können sie nach Meinung von Mineralogen nur bei den hohen Temperaturen entstehen, wie sie bei Einschlägen von Meteoriten auftreten. Tektite bilden sich aus geschmolzenem quarzhaltigen Gestein, das durch die Wucht des Einschlages mit großer Energie mehrere hundert Kilometer weit aus dem Krater heraus geschleudert werden kann.

(Aus Geo Channell)

***4)** Das Grundgebirge Nord-Nikaraguas ist nach wie vor stratigraphisch höchst problematisch. Petrographisch und sedimentologisch erscheinen eingelagerte Tuffite (hauptsächlich basisch, z.T. auch intermediär bis sauer) wichtig, nicht zuletzt als Leitschichten für eine genauere Kartierung. Die bereits nachgewiesene, regional weite Verbreitung derselben legt den Schluss nahe, dass die Schichtserie des Grundgebirges recht einheitlich ist und nicht verschiedenen Formationen angehören dürfte. Strukturell erweist sich dieses Gebiet als außerordentlich kompliziert; die Vergenz der Fältelungen und Überschiebungen ist vor allem nach Norden gerichtet, z. T. auch ostwärts. Die diskordant über dem genannten Grundgebirge folgende sogenannte "Formation Totogalpa" (Fanglomerate, Konglomerate und Sandsteine, meist rötlich) [bei Ocotol, 60 km WNW von Pantasma (L.K.)] gehört m. E. zur Serie der tertiären Tuffite, Agglomerate, Laven usw., da sie eine einheitliche konkordante Abfolge bilden. Weniger klar ist das Verhältnis zwischen diesem Grundgebirge und der südöstlich sich unmittelbar anschließenden Unterkreide (marines Alb; Metapan), die bei Siuna zwar ebenfalls recht intensiv und wirr gefaltet, aber kaum metamorph beeinflusst erscheint (? zum Grundgebirge i. w. S. zählend). Die orogenetisch nur ganz schwach durchbewegten marinen Oberkreide- bis Miozänschichten Südnikaraguas (E- bis N-vergent) werden mit dem Norden des Landes durch eine mächtige Serie tertiärer und quartärer Vulkanite (anfangs vorwiegend marin, später kontinental) verbunden. Neben den NW/SE-verlaufenden Lineamenten (Nikaragua-Depression, Vulkanlinien, Küstenverlauf im SW usw.) treten jetzt auch N/S-streichende stärker hervor (Küstenverlauf im E), z. B. im Granitrücken von Susucayan und den begleitenden Störungen, die eventuell jene Flexur der Nikaragua-Senke nordwestlich von Managua mitverursacht haben.

(Nach dem Aufsatz "Geologische Problematik und Strukturanalyse Nikaraguas" von Bruno Engels, 1965)

***5)** Das Auftreten eines Zentralhügels (uplift) ist ein Merkmal eines sogenannten komplexen Meteorokraters. Nur bei bestimmten Untergrundgesteinen, Meteorgrößen und vermutlich auch Geschwindigkeiten des Himmelskörpers entsteht ein Zentralhügel. Oft ist ein Zentralhügel auch durch Erosion mehr oder weniger abgetragen. Wenn er also noch sichtbar ist, dann könnte es sich um einen 'jüngeren' Meteorokrater handeln. Nur Krater mit Durchmessern um 3 km weisen üblicherweise Zentralhügel auf. Deutlich kleinere oder größere Krater nicht. Das Ries z.B. hat keinen Zentralhügel, sondern eine zentrale Sekundär-Ringstruktur.

(Aus: www.steinheimer-becken.de)

Quellen:

Pierre Rochette: FIRST INVESTIGATIONS ON THE PANTASMA STRUCTURE (Nicaragua), 79th Annual Meeting of the Meteoritical Society (Aug. 2016 Berlin) <https://doi.org/10.1111/maps.13244>

Jean H. Cornec: NEW TEKTITE STREWN FIELD DISCOVERED IN WESTERN BELIZE

Jean H. Cornec e.a: TEKTITES OF WESTERN BELIZE - CHARACTERISTICS AND POSSIBLE ORIGIN. 47th Lunar and Planetary Science Conference (2016)

Jean H. Cornec e.a: THE 2014 REPORT ON THE BELIZE TEKTITE STREWN FIELD. 46th Lunar and Planetary Science Conference (2015)

Jean H. Cornec e.a: MAGNETIC PROPERTIES AND MICRO RAMAN SPECTROSCOPY OF A CENTRAL AMERICAN TEKTITE FROM BELIZE. 44th Lunar and Planetary Science Conference (2013)

Jean H. Cornec e.a: THE NEW CENTRAL AMERICAN TEKTITE STREWN FIELD. 42nd Lunar and Planetary Science Conference (2011)

"Había una vez, un meteorito (Es war einmal ein Meteorit)" La Prensa (Nicaragua) 14.9.2014

"A METEORITE FORMED PANTASMA?" in Envio.Org Sept.2009, **ASTRONIC** Expedition Pantasma-Valley July 2009

Richard Weyl: "Die Geologie Mittelamerikas", Borntraeger, 1961 (ISBN 3-443-11001-0) International Journal of Earth Sciences, Springer 1960 (ISSN: 1437-3254)

Bruno Engels: "Geologische Problematik und Strukturanalyse Nikaraguas". Geologische Rundschau 54(2) 1965

"Sterne und Weltraum", Hefte 5/2006, 4/2019 und 2/2021

Leo Kowald: <http://www.pantasma.com/>

INETER, Managua, Nicaragua

Topografische Karte 1:50.000 Quisuto (Krater-NW)

Topografische Karte 1:50.000 Las Praderas (Krater-NO)

Topografische Karte 1:50.000 San Rafael del Norte (Krater-SW)

Topografische Karte 1:50.000 Asturias (Krater-SO)

Topografische Karte 1:50.000 Jinotega West

Topografische Karte 1:50.000 Jinotega Ost

Köberl and Sharpe: Review of impact cratering

Kratergrößen-Rechner

www.steinheimer-becken.de

www.mineralienatlas.de

University of Texas: Caribbean Plate Project

NSF press release 96-009

Doxler, Cunningham: An Ocean Drilling Journey, RICE University

Raik Bachmann: The Carriibbean Plate and the question of its formation

Earth Impact Database

Günther Weber: "Die trotzigen Mühen um die Freiheit" Nicaraguas Bauern kämpfen um ihr Land. Berichte aus dem Tal von Pantasma, Edition Nahua, 1986

Equipo Envio: "Pantasma: las cooperativas, blanco de la contrarrevolución"

Equipo Envio: "Una guerra contra el mundo"

Bernadette Schiefer: "Nicaragua: Requiem für eine Revolution", 2004

[Letter from Members of the First Veterans Peace Action Team \(VPAT\) to U.S. Ambassador to Nicaragua, Harry Bergold, March 19, 1987](#)

Mark Becker: "Walking through the New Nicaragua", 1986