

# Vulkanemissionen – Eine unterschätzte Gefahr für unsere Energieversorgung !

Ingesamt fallen etwa 100.000 Passagier- und Frachtflüge aus, der wirtschaftliche Gesamtschaden wird auf insgesamt etwa 2 Milliarden Euro geschätzt. Im Herbst 2010 wird der jüngste Ausbruch des Eyafjallajokull als VEI 4 auf dem international gebräuchlichen Volcano Explosivity Index (VEI) eingestuft bei einer Förderung von insgesamt etwa 0,2 km<sup>3</sup>vulkanischer Asche und 0,2 Millionen Tonnen Schwefeldioxid.

Vier Jahre später im Herbst 2014 : Der Vulkan Bardarbungar in Island beginnt einen sechsmonatigen Eruptionszyklus, in dessen Verlauf das fast 85 km<sup>2</sup> große neue Lavafeld Holuhraun neu gebildet wird. Die Gesamtmenge der Schwefeldioxidemissionen dieses Eruptionszyklus beträgt nach Schätzungen der isländischen Behörden etwa 11,8 Millionen Tonnen SO<sub>2</sub>\*. Hinzu kommen vom Bardarbunga emittierte 6,5 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>sowie 110.000 Tonnen Chlorgase\*. Die geförderten Aschenmengen bleiben dagegen gering, sodaß es diesmal zu keiner grösseren Beeinträchtigung des europäischen Flugverkehrs kommt. Der VEI Index dieses Bardarbunga – Eruptionszyklus liegt mit 1,6 Kubikkilometer geförderter Lava zwischen 4 und 5.

Halten wir fest : Der eher kleine Ausbruch des Eyafjallajokull konnte sowohl fast den gesamten europäischen Flugverkehr über mehrere Tage hinweg zum Erliegen bringen als auch die Wirtschaft Europas deutlich schädigen. Der bestenfalls mittelgroße sechs Monate andauernde Bardarbunga – Ausbruch vier Jahre später produzierte dagegen Schwefeldioxidmengen, die bei weitem **größer sind als die jährlichen SO<sub>2</sub>Gesamtemissionen der EU und der USA** zusammen und verursachte einen CO<sub>2</sub>- Ausstoß, der immer noch **größer als die CO<sub>2</sub>Gesamtemissionen der EU** im Jahr 2015\*\* war !

Bei beiden isländischen Vulkaneruptionen handelt es sich um **eher kleinere** Vulkanausbrüche. Betrachtet man dagegen, welche Auswirkungen stärkere Vulkan-eruption der Größen VEI 5 / VEI 6 oder auch VEI 7 (vgl. folgende Abbildung 1) in der jüngeren Geschichte hatten, so wären die wirtschaftlichen Folgen eines solchen Ausbruches für das heutige Deutschland und Europa ungleich schwerwiegender ! Dabei ist durchaus nicht die Rede von den in den Medien gerne hochgespielten „Supervulkanen“ wie dem Yellowstone in den USA oder den Phlegräischen Feldern in Italien, sondern von regelmäßig vorkommenden Vulkaneruptionen, wie diese in den letzten 400 Jahren mehrfach das Klima und die Wirtschaft Europas über Jahre hinaus negativ beeinflusst haben; so zum Beispiel der Ausbruch des Tambora 1815 (VEI 7) oder zuletzt des Vulkans Krakatau im Jahr 1883 (VEI 6).

\* = Zahlen nach Iceland Meteorological Office

\*\* = SO<sub>2</sub>Emissionen 2015 : EU knapp 3 Millionen Tonnen; USA 4 Millionen Tonnen, Zahlenquelle Eurostat

= CO<sub>2</sub>Emissionen 2015 : EU etwa 5 Millionen Tonnen; USA 5,3 Millionen Tonnen



## VEI – Volcano Explosivity Index : Größenordnungen von Vulkanausbrüchen mit historischen Beispielen Quelle : USGS, Eyafjallajokull ergänzt

Tabelle 1 gibt hierzu eine Übersicht über die größeren Vulkanausbrüche in den letzten 400 Jahren seit 1600, die wiederholt zu katastrophal harten Wintern und nasskalten Sommern mit weitreichenden Mißernten und Hungersnöten in ganz Europa geführt haben, so in den Jahren 1600, 1707, 1783-1784, 1818 und 1829 – 1831. Die globale Durchschnittstemperatur sank dabei im Jahresmittel bis zu annähernd 2 Grad (!) unter den sonst jeweils üblichen Jahresdurchschnitt und es dauerte mitunter Jahre, bis sich diese vulkanischen Temperaturanomalien wieder den Normal – Temperaturwerten annäherten.

Die historischen Bezeichnungen für einige dieser Jahre wie „Jahrtausendwinter“ für das Jahr 1707 oder „Jahr ohne Sommer“ für das Jahr 1818 sprechen dabei für sich selbst.

Vulkan / Jahr :	Land :	VEI (Volcano Explosivity Index)	Zeitdistanz zu voriger Eruption	Opferzahlen : (soweit bekannt)	Förderung km <sup>3</sup> :Tephra / Lava :
Eyafjallajokull 2010	Island	4		0	0,2
Pinatubo 1991	Philippinen	6	0	1200	16
Cerro Azul 1932	Chile	5+	59		9,5
Katmai / Novarupta 1912	Alaska	6	20	2	16
Santa Maria 1902	Guatemala	6 ?	10	10000	20
Krakatau 1883	Indonesien	6	19	36500	20
"Kamtschatka" 1829	Russland	5 - 6	54		
Tambora 1815	Indonesien	7	14	71000	160
Laki / Grimsvötn 1783 - 1785	Island	6	30	9000	25
Vesuv / Fuji/ Santorin 1707	verschiedene	4 - 5	78		> 50 (gesamt)
Long Island, um 1670	Papua - Neuguinea	6	37		30
Parker, 1641	Philippinen	6	29		
Huaynaputina, 1600	Peru	6	41	1400	30

**Tab. 1 : Vulkanausbrüche > VEI 5 seit 1600 mit Ausbruch des Eyafjallajokull 2010 zum Vergleich**

Vulkanausbrüche mit weitreichenden globalen Folgen sind durchaus häufig und treten im statistischen Mittel ungefähr alle 35 Jahre auf. Daran wird sich auch in der weiteren Zukunft wenig ändern. Rein rechnerisch betrachtet ist aus geologischen Gründen (Stichwort Plattentektonik) somit ein größerer Vulkanausbruch auf der Nordhalbkugel sogar schon längst überfällig, da der letzte große Ausbruch dieser Art mit der VEI 6 Eruption des Katmai / Novarupta in Alaska bereits vor über 100 Jahren im Jahr 1912 erfolgte.

Dabei ist es bei hinreichend großen Vulkanausbrüchen völlig unerheblich, wo sich diese auf der Erde ereignen, denn durch die globalen Luftströmungen werden die bis in die Stratosphäre hinauf geschleuderten Aschen und Schwefeldioxid – Aerosole binnen kurzer Zeit weltweit verdriftet.

Eindrucksvoll dokumentierten dies die Ausbrüche des Tambora in Indonesien mit 200 Millionen Tonnen emittierten SO<sub>2</sub> – Aerosolen und des Krakatau mit 50 Millionen Tonnen produziertem SO<sub>2</sub> im 19. Jahrhundert. Mit wenigen Monaten Verzögerung erreichten diese Aschen und Aerosole auch Europa und Nordamerika, wo sie jeweils für mehrere Jahre für blutrote Sonnenuntergänge, kalte Sommer mit massiven Ernteausschlägen – in denen 1816 beispielsweise vielerorts das Getreide erfror – und extrem schneereiche Winter sorgten.

Vulkan / Jahr :	Höhe der Erup- tionswolke (km)	SO <sub>2</sub> - Emission (Mio Tonnen)	Temperatur abfall (Grad °C):	Auswirkungen auf :	Auswirkungen Europa / Nordhalbkugel
Eyafjallajökull 2010	9	0,2	0	<b>Nordhalbkugel</b>	Europaweite Flugverbote
Pinatubo 1991	34	20	-0,5	Südhalbkugel	Globale Temperaturanomalie
Cerro Azul 1932				Südhalbkugel	
Katmai / Novarupta 1912	32	30	-0,4	<b>Nordhalbkugel</b>	Globale Temperaturanomalie
Santa Maria 1902	34	33	0	relativ gering	
Krakatau 1883	36	50	-0,6 / -1,8	<b>Global</b>	mehnjähriger Feinstaub in Stratosphäre, Wetteranomalien bis 1888
"Kamtschatka" 1829			-0,6	<b>Nordhalbkugel</b>	extreme Kältegrade 1829 - 1831
Tambora 1815	43	200	-0,5 / -1,7	<b>Global</b>	1816 : Jahr ohne Sommer
Laki / Grimsvötn 1783 - 1785	14 ?	200 (fluoridhaltig)	-0,5	<b>Nordhalbkugel</b>	Mißernten, Dürre, extreme Winter
Vesuv / Fuji/ Santorin 1707		> 40 (gesamt)	-0,8	<b>Global</b>	Extremer "Jahrtausendwinter" 1783 - 1785, 10.000 Todesfälle sehr strenger Winter
Long Island, um 1670				<b>Global</b>	
Parker, 1641				Südhalbkugel	
Huaynaputina, 1600	46	70	-0,9	<b>Global</b>	schwere Hungersnot in Russland kältestes Jahr seit dem Jahr 1000
<b>Informationsquelle ::</b> Liste kompiliert aus einschlägiger Literatur u.a. des USGS und des Global Volcanism Program der Smithsonian Institution					

**Tab. 2 : Globale und europaweite Auswirkungen von Vulkanausbrüchen seit 1600**

Der Ausbruch des Tambora 1815 und des Krakatau 1883 mit katastrophalen globalen Auswirkungen sind dabei keineswegs Einzelfälle: Ein anderes Beispiel mit gravierenden Konsequenzen für Europa ist der lang anhaltende Ausbruch der isländischen Laki-Spalte 1783-1785 mit ebenfalls geschätzten 200 Millionen Tonnen in die Stratosphäre emittierten SO<sub>2</sub>, hier zusätzlich in Kombination mit großen Mengen stark korrosiven Fluorwasserstoff. Ein mehrere Monate andauernder Säurenebel lag damals über halb Europa und führte zu geschätzt > 20.000 Todesopfern durch Atemwegserkrankungen sowie zu Mißernten, Dürren und extremen Wintern. Zu nennen ist schließlich auch die starke Kälteperiode 1707, die vermutlich durch eine Kombinationswirkung von drei an sich nur mäßig starken Vulkaneruptionen : Fujijama in Japan; Vesuv in Italien sowie Thera / Santorin in Griechenland hervorgerufen wurde.

## Gefahren für die deutsche und europäische Energieversorgung

Welche Gefahren bestehen nun für Europa und Deutschland im Falle eines Vulkanausbruches der Stärken VEI 6 oder größer ? Betrachten wir den zukünftigen Energiemix in Deutschland, so ist ein weiterer deutlicher Zuwachs der Regenerativen Energien zu Lasten der Kernenergie und der fossilen

Energieträger vorgesehen. So begrüßenswert ein solcher Energiewandel zunächst auch erscheinen mag, so stellt sich doch die dringende Frage, ob die Versorgung durch regenerative Energien im Falle der ohne jeden Zweifel auf uns zukommenden Vulkaneruptionen krisenfest ist ?

Der Verfasser sieht hier einige ernste ungelöste Probleme bei der zukünftigen Energieversorgung Deutschlands und Europas, die sich aufgegliedert nach den verschiedenen Energieproduzenten wie folgt zusammenfassen lassen :

## **Solarenergie:**

Im Falle eines größeren Vulkanausbruches > VEI 5 ist längerfristig mit hohen Feinstaubgehalten in der Stratosphäre zu rechnen, die die Sonneneinstrahlung deutlich vermindern. Ebenfalls ist mit immer wiederkehrenden Staubablagerungen auf den Solarmodulen selbst zu rechnen, die allein durch deren Korrosivität zu Schäden an den Glasoberflächen und somit zu einer dauerhaften Leistungsminderung der Platten führen können. Möglicherweise enthalten die vulkanischen Stäube / Aerosole auch hohe Konzentrationen ätzender Bestandteile wie Schwefelsäure und Fluorwasserstoff wie bei dem isländischen Laki-Spaltenausbruch 1783-1785, die das Glas der Solarmodule dauerhaft anätzen kann. In jedem Falle ist eine starke Leistungseinbuße der Solarkollektoren und unter Umständen auch ein weitgehender dauerhafter Ausfall der Solarenergie zu befürchten.

## **Windenergie:**

Die Gefahr für Flugzeugturbinen durch vulkanbürtigen Feinstaub ist spätestens seit dem Ausbruch des Eyafjallajökull auf Island 2010 der Öffentlichkeit bewußt. Inwieweit korrosiver Feinstaub auch Windturbinen gefährden kann, ist dem Verfasser unbekannt. Es muß jedoch davon ausgegangen werden, das der Aspekt „Einfluß vulkanischer korrosiver Feinstäube/ Aerosole auf die Betriebssicherheit von Windrädern“ bei der Konstruktion bisheriger Windturbinen kaum hinreichend beachtet wurde.

## **Biomasse / Biogas:**

Große Vulkanausbrüche mit nachfolgenden harten Wintern und „Jahren ohne Sommer“ zeichnen sich häufig durch Mißernten und durch starke Einbrüche in der globalen Biomasseproduktion aus, sei es durch die rein klimatischen Auswirkungen oder auch durch die direkte Einwirkung von Schadgasen auf die Pflanzenwelt. In jedem Fall wird als Folge großer Vulkaneruptionen > VEI 5 deutlich weniger Biomasse zur Erzeugung von Biogas zur Verfügung stehen. Dies umso mehr, als in Jahren mit mageren Ernterträgen die Ernte direkt zur vorrangigen Versorgung der Bevölkerung und der Viehbestände eingesetzt werden muß.

## **Wasserkraft und Geothermie :**

Einzig die regenerativen Energieträger Wasserkraft und Geothermie sollten durch zukünftige Vulkanausbrüche gleich welcher Stärke relativ unbeeinflusst

bleiben, beziehungsweise sollte die Wasserkraft durch das in solchen Szenarien häufig zu beobachtende nasskalte Wetter möglicherweise sogar leicht profitieren.

## **Energieverbände :**

Als Fazit ist zu folgern, dass die meisten regenerativen Energiequellen im Falle starker Vulkanausbrüche, wie diese für die nächsten Jahre und Jahrzehnte zunehmend wahrscheinlich werden, kaum in der Lage sein werden, Deutschland und Europa mit ausreichender Energie zu versorgen. Dabei ist auch der mitunter mehrjährige Temperaturabfall bei solchen Ereignissen um bis zu 2° C zu beachten (Tabelle 2). Es handelt sich also keineswegs um kurze Krisenzeiten, die mit Speichertechnologie überbrückt werden kann, sondern um jahrelange Versorgungsengpässe, von denen wir hier sprechen !

Nun mag man argumentieren, dass der westeuropäische Energiesektor stark vernetzt ist und man im Bedarfsfall quasi beliebige Energiemengen aus dem europäischen oder notfalls sogar dem nichteuropäischen Ausland hinzukaufen kann, um somit eine ausreichende Energieversorgung der Bevölkerung und der Industrie zu gewährleisten. Dieses ist jedoch ein Irrglauben, denn das beschriebene Szenario eines länger dauernden vulkanischen Winters ist ein globales Phänomen, sodass es sich folgerichtig auch um eine globale Energiekrise handeln wird. Ein Bezug von zusätzlicher Energie aus dem Ausland wird daher im günstigen Falle extrem teurer, vermutlich wird ein solcher Zukauf aber schlicht unmöglich werden, da die potentiellen Lieferländer selbst ebenfalls mehr Energie benötigen und einen Energie – Export daher (selbstverständlich mit größtem Bedauern !) im Eigeninteresse drastisch beschränken müssen.

## **Schlussfolgerungen:**

Aus den obigen Ausführungen kann gefolgert werden, dass die derzeit von der Bundesregierung favorisierten regenerativen Energiequellen Solar, Wind und Biogas im Falle eines Vulkanausbruches > VEI 5, wie dieser in der nahen Zukunft definitiv – und statistisch abgesichert – stattfinden wird, die Energieversorgung der EU im Allgemeinen und der Bundesrepublik Deutschland im Besonderen allein nicht gewährleisten können. Da aber gleichzeitig der Atomausstieg zumindestens in Deutschland beschlossene Sache ist, fragt sich, welche anderen Energiequellen zukünftig in einem solchen vulkanischen Krisenszenario bestehen können?

Wasserkraft und Geothermie erscheinen dabei als relativ krisensicher, können jedoch nur einen kleinen Teil des deutschen oder auch des europäischen Energiebedarfes abdecken. Gas- und Ölkraftwerke (soweit noch vorhanden) können zwar als ebenfalls relativ krisensicher gelten, sind jedoch ganz erheblich von konstanten Fremdlieferungen aus anderen, zumeist osteuropäischen Ländern, abhängig.

Es bleibt somit aus derzeitiger Sicht nur der heimische Stein- und

Braunkohlebergbau und die daran anschließende Verstromung in Kohlekraftwerken, der im Falle eines weitgehenden Ausfalles der regenerativen Energieträger eine adäquate Energieversorgung der Bundesrepublik aufrecht zu erhalten vermag !

Als Nebenergebnis dieser Überlegungen lässt sich im Übrigen feststellen, dass regelmässige grössere Vulkaneruptionen offensichtlich ein wesentliches Regulativ in der globalen Klimaentwicklung spielen. So lässt sich die relative Abkühlung im 19. Jahrhundert zwanglos mit dem in diesem Zeitraum vergleichsweise intensiven Vulkanismus – mit global mindestens 10 Vulkanausbrüchen der Größe VEI 5 oder größer ! – erklären, wohingegen im vergleichsweise „ruhigen“ und eruptionsarmen 20. Jahrhundert die Temperaturen langsam wieder anstiegen. Vielleicht sollte dieser Aspekt der Klimaentwicklung einmal genauer und vorurteilsfrei untersucht werden ?

---

Bad Windsheim, im Dezember 2018

**Autoreninformationen** :siehe nächste Seite

**Autorenkontakt** : Dr. Ing Thomas Krassmann, Wirtschaftsgeologe D – 91438 Bad Windsheim

Email [tkrassmann@hotmail.com](mailto:tkrassmann@hotmail.com) Web : [www.mineral-exploration.com](http://www.mineral-exploration.com)

**Autoreninformationen** :

Thomas Krassmann, Jahrgang 1961, wuchs in Bonn auf und studierte von 1981 – 1987 Geologie und Paläontologie an der Universität Göttingen. Nach dem Diplom 1987 wechselte er an die Rhodes – University in Grahamstown / Südafrika, um dort an einem Wirtschaftsgeologie – Aufbaustudium teilzunehmen. Von 1989 bis 1991 promovierte der Autor an der Universität Kassel / Standort Witzenhausen bei Prof. Reinhold Kickuth über das bodenmineralogische Thema der Phosphatsorption in Pflanzenkläranlagen. Nach der Promotion 1991 arbeitete er zunächst in einem Ingenieurbüro in der Umweltgeologie, um sich bereits 1993 selbstständig zu machen. Seit 25 Jahren ist Thomas Krassmann als beratender Geologe tätig mit den Schwerpunkten Hydro-geologie, Aufsuchung und Sicherung mineralischer Rohstoffe sowie Bergbau-/Untertageberatung. Umfangreiche weitere Informationen über den Autor und seine Arbeit sind der Webseite [www.mineral-exploration.de](http://www.mineral-exploration.de) zu entnehmen.