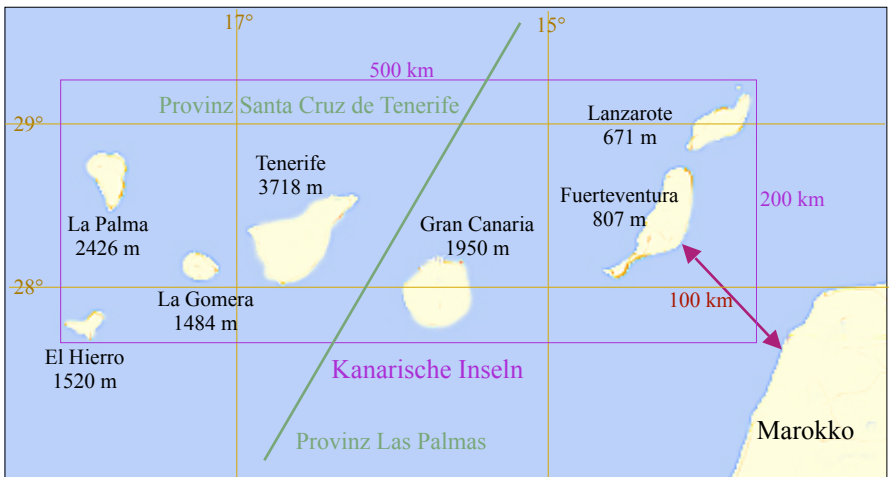


**1. Lage**

Vor NW-Küste Afrikas, kleinster Abstand ca. 100km

Auf einer 3.000 m tiefen submarinen Plattform

Zwischen 27°40' und 29°20' nördlicher Breite sowie 13°20' und 18°20' westlicher Länge



Die Kanarischen Inseln mit jeweils den höchsten Erhebungen

## 2. Namen, Teile und Verwaltungsgliederung

### 2.1. Namen

Ursprung des Namens „Kanaren“ umstritten.

Vermutungen:

- Von lat. *canis*, Hund: Bezeichnung „Canaris“ in Schriften von Plinius dem Älteren (23-79 n. Chr.) und Plutarch (1. Jh. n. Chr.), bezogen auf große Hunde, die dem König Juba von Mauretanien von den Inseln mitgebracht worden sein sollen; nach Berichten der spanischen Eroberer aber sowohl Hirtenhunde als auch Ziegen klein; Grund für die Hunde am kanarischen Wappen.

Wappen der Kanarischen Inseln



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Escudo\\_de\\_Canarias.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Escudo_de_Canarias.png)

- Nach alten Volksstämmen Nordafrikas (Berber; von Plinius d.Ä. als *canarii* erwähnt) und des Mittelmeerraumes (Canaaniten, Canarii).

Weitere Bezeichnungen:

- „Insulae fortunatorum“ (Inseln der Glücklichen oder Gesegneten) oder Hesperiden, Bezeichnung in der römischen Antike (Plinius), insbes. für die westlichen Inseln (Gran Canaria, Tenerife, Gomera, Palma, Hierro),
- „Purpurarien“ für Fuerteventura und Lanzarote wegen der Purpurgewinnung,
- die Bezeichnung „Makaronesien“ (von gr. *makar*, gesegnet und *nesos*, Insel) für einen unterschiedlich definierten Großraum (neben den Kanaren noch Madeira, die Azoren und Kapverden sowie nordafrikanische Küstengebiete). Diese Bezeichnung wird bes. in der geobotanischen Literatur verwendet, ist aber nicht unumstritten.

### 2.2. Teile

- 7 größere Inseln: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Palma, Gomera und Hierro.
- einige kleinere, z.T. unbewohnte Inseln im Osten (Alegranza, Montaña Clara, Graciosa und Lobos)
- eine größere Anzahl von Felsen und Klippen

### 2.3. Verwaltung

2 Provinzen:

Provincia Las Palmas (Ostprovinz): Gran Canaria, Fuerteventura und Lobos, Lanzarote mit La Graciosa, Montaña Clara, Alegranza

Provincia Santa Cruz de Tenerife (Westprovinz): Tenerife, La Gomera, El Hierro, La Palma.

Historischer Hintergrund: alte Rivalität zwischen den Eliten von Santa Cruz de Tenerife und Las Palmas de Gran Canaria.

## 3. Ausdehnung

O-W-Ausdehnung etwa 500 km (entspricht etwa Strecke Berlin-München)

Landfläche

insgesamt rund 7.400 km<sup>2</sup> (schwankende Angaben)

Tenerife 2.050 km<sup>2</sup>, Fuerteventura 1.730 km<sup>2</sup>, Gran Canaria 1.530 km<sup>2</sup>

### Höhe

Tenerife (Pico de Teide) 3.718 m ü. N.N. (höchste aller atlantischen Inseln)

Gesamthöhe (incl. submariner Anteile)

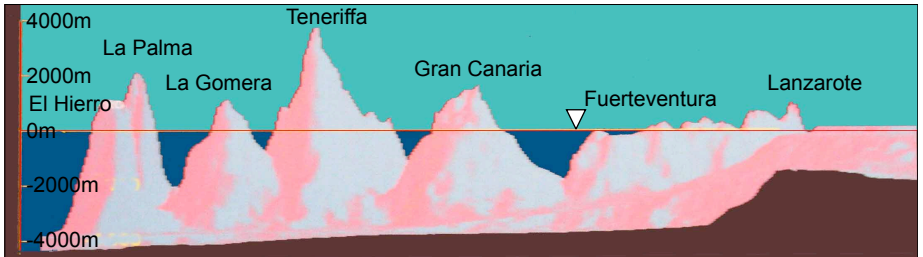
Tenerife 6.000 m, La Palma über 5.000 m

### Volumen

Volumina vulkanischer Gesteine der Kanaren nach ROTHE (1986) in einer dem Hawaii-Archipel vergleichbaren Größenordnung.

### Unterseeische Ausdehnung

Aufgetauchter Teil nur ca. 10% des Gesamtvolumens



Quelle: Centro Visitantes San Antonio, verändert

## 4. Geologie

### 4.1. Entstehung und Alter

#### 4.1.1. Alter

Alter der ozeanischen Kruste geschätzt auf 180 Mioa. (Jura)

Älteste Gesteine ( gefunden auf Fuerteventura) datiert auf 37 Mio a. (Eozän, mittleres Tertiär)

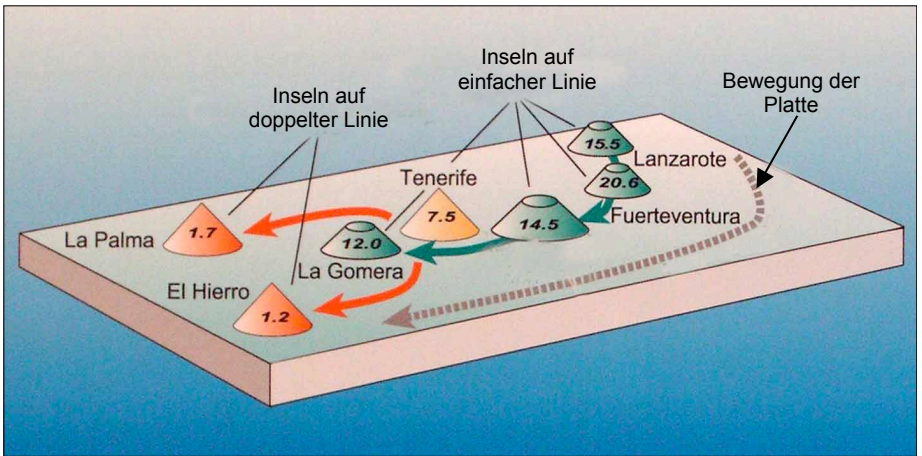
Alter der Inseln: (Angaben verschiedener Autoren recht unterschiedlich)

Insel	Alter (Mio a)
Lanzarote	15,5
Fuerteventura	20,6
Gran Canaria	14,5
Gomera	12
Teneriffa	7,5
El Hierro	1,2
La Palma	1,7

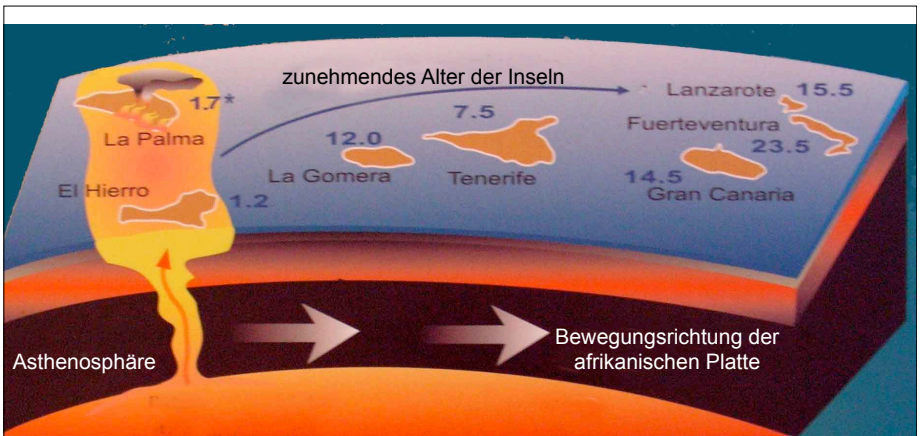
#### 4.1.2. Inselgenese

##### 4.1.2.1. Überwiegend anerkannte Vorstellungen

- Submarine Plattform aus kontinentaler (Verbindung zu Afrika), und/oder ozeanischer Kruste, z.T. überdeckt mit mesozoischen und tertiären Sedimenten, durchbrochen von magmatischen Sockeln. Magmaaustritte zunächst submarin, später gehoben und durch vulkanische Aktivität überdeckt.
- Entstehung über einem „hot spot“:  
Magma-Austrittsstelle über einer Lithosphären-Platte, ständig in Richtung auf afrikanischen Kontinent in Bewegung ist;  
daher Inselkette, zunächst in einer Linie (Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, La Gomera, Teneriffa), danach Aufspaltung in zwei parallele Linien (La Palma, El Hierro);  
Alter der Inseln entsprechend ihrem Abstand zur heutigen Lage des hot spot (W-Ende des Archipels, La Palma und El Hierro);  
deutliche entwicklungsgeschichtliche Parallelen zum Hawaii-Archipel.



Quelle: Centro Visitantes San Antonio, verändert



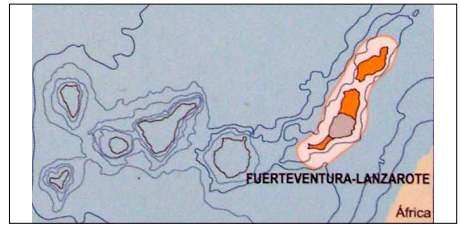
Asthenosphäre:

Untere Schicht des oberen Erdmantels, 200-300km tief; obere Schicht: Lithosphäre

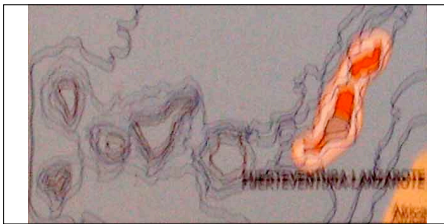
Quelle: Centro Visitantes San Antonio, verändert



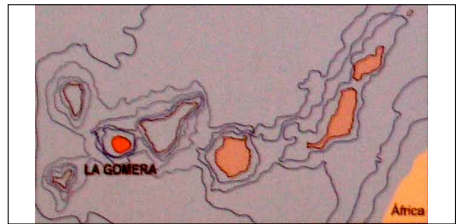
vor 20 Mio a



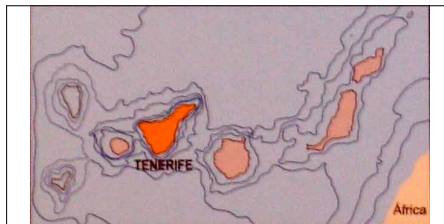
vor 20-15 Mio a



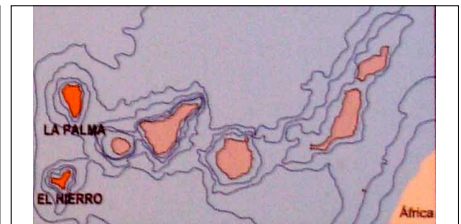
vor 15 Mio a



vor 12 Mio a



vor 7,5 Mio a



vor 2-0 Mio a

Quelle: Centro Visitantes San Antonio, verändert

#### – Zweiphasige Entstehung:

1. Phase: Basalkomplex: untermeerische Bildung des vulkanischen Sockels, Gomera: vor 12-20 Mio a, später aufgerichtet und z.T. übermeerisch sichtbar (Gomera: Küste bei Arguamul, Kissenlava)
2. Phase: Vulkanische Serien: durch zunehmend auch übermeerische vulkanische Aktivität Aufbau des vulkanischen Schildes und Entstehung der Inseln, von O nach W fortschreitend (Gomera: ältere Basaltgesteine, 10-6 Mio a und horizontale Basaltgesteine, 6-2,8 Mio a; Grenzfläche zwischen den beiden Serien sichtbar am Mirador de Palmarejo; vulk. Serien nach Ablagerung von aufsteigendem Magma durchdrungen, diese später durch Erosion freigelegt: Roques, s. 4.2.3.)

#### 4.1.2.2. Weitere Theorien:

##### a. Ursprünglich Zusammenhang mit Kontinenten:

Atlantische Inseln (Kanaren, Madeira) zunächst zusammenhängend und mit den Kontinenten verbunden, erst später wieder durch Einbruch unter Schaffung großer Lücken getrennt (EVERS 1964, 1966), möglicherweise durch Kontinentaldrift von den Kontinenten wegbewegt; Annahme starker Senkungen (neben den allgemein

anerkannten Hebungen) als Erklärung für die tiefen Gräben zwischen und um die Inseln.

Ergebnisse zufälliger Beobachtungen und systematischer Vermessungen:

- Azoren, Kapverden, Kanaren und Madeira am Rand des Kanarenbeckens (5000 m tief, Teil des ostatlantischen Beckens zwischen Südatlantik und Westeuropa, durch zwei Schwellen gegen das Kapverdenbecken im S und das Iberischen Becken im NO abgegrenzt, im W durch den Mittelatlantischen Rücken)
  - In ca. 3000 m Tiefe Verbindungen zwischen Madeira und der Iberischen Halbinsel bzw. zwischen den Kanaren und N-Afrika, diese Gräben jünger als der 4000 m tiefe Graben zwischen Madeira und den Kanaren.
  - Im gesamten Meeresgebiet aus großer Tiefe (ca. 3000 m) zahlreiche Erhebungen, z.T. bis nahe an den Meeresspiegel heranreichend (Echobank zwischen Kanaren und Kapverden 262m, Dacia-Bank vor Marokko 86 m, Gettysburg-Bank nur 42 m tief).
  - Böschungswinkel der untermeerischen Erhebungen wie bei festländischen Vulkanen (20-30°)
  - Profil des Meeresbodens allgemein stark schwankend, steil aufsteigende Kegel zwischen großen Tiefen, Vulkankegel oft in Reihen angeordnet (wie auch auf den Inseln, z.B. Feuerberge auf Lanzarote).
  - Hierro als Rest eines Kraterrandes gedeutet, größter Teil in die Kruste abgesenkt.
- b. Keine einheitliche Entstehung: sowohl Bruchstücke des Kontinentalrandes als auch vulkanische Neubildungen vom Meeresboden aus. Bis jetzt keine als allgemein gültig anerkannte Vorstellung. Wahrscheinlich jede einzelne Insel mit eigener individuellen geologischen Geschichte.
- c. Möglicherweise die Ostinseln Fuerteventura und Lanzarote (einschließlich Alegranza, Montaña Clara, Lobos und Graciosa) kontinentalen Ursprungs, erst im nachhinein durch rege Vulkanaktivitäten (allein auf Lanzarote mehr als 300 Krater) überformt. Belegt durch den Fund von fossilen Straußeneiern in einer alten Basalte durchziehenden tertiären Kalkschicht und einer dem Kontinent zuzuordnenden Begleitfauna (Landschnecken, Erdbienen, ungeflügelte Insekten) auf Lanzarote.
- eventuell ehemalige Landbrücke zum Kontinent. Belegt durch:
    - paläontologische Entdeckungen (z.B. Landschildkröten auf Tenerife),
    - auf Gomera und La Palma gefundene prävulkanische mesozoische Sedimentkomplexe, mit einer gewissen Identität mit Schichten auf Fuerteventura, die durch Vulkanismus emporgehobene kontinentale Ränder sein könnten.
- d. Inselgenese im Zusammenhang mit der Kontinentaldrift: (heute weithin favorisierte Ansicht, auf guten Argumenten): Kanaren Reste des Gondwanalandes, beim Zerfall in der Kreidezeit zurückbleibende kontinentale Schollen später durch Vulkanismus gehoben. Erklärt die phytogeographischen Beziehungen der Kanaren zur Neotropis, zur Mediterraneis und zur afrikanischen Flora mit Ausstrahlungen nach Südostasien und Südafrika weitgehend.
- e. Inselentstehung in Verbindung mit der Atlas-Auffaltung: die kanarischen Vulkanreihen liegen ziemlich genau in Verlängerung der Faltungsrichtung dieses Gebirgszuges.

#### 4.1.2.3. Entstehung der Insel Tenerife

Ablauf:

- a. Submarine Schollenhebungen
- b. an Bruchlinien Vulkanismus, Aufbau eines vulkanischen Sockels
- c. aus dem Sockel nacheinander zunächst einzelne Inseln als älteste Teile der heutigen Insel, aus Basalt, stark erodiert.
  - vor 7-5 Mio a im Bereich des Anaga-Gebirges (NO der heutigen Insel) und des Teno-Gebirges (NW)
  - wenig später im Gebiet von Adeje und San Lorenzo (S).
- d. Fortgesetzter Vulkanismus in diesen Gebieten bis etwa vor 3 Mio a: Spaltenvulkanismus mit einzelnen Ausbruchsstellen (Kette von Vulkanen).
- e. Vor ca. 2 Mio a Ausbrüche im zentralen Bereich der heutigen Insel: Spaltensystem vom Anaga-Gebirge nach SW und vom Teno-Gebirge nach SO, Aufbau von Gebirgsrücken, freibleibende Bereiche dazwischen die heutigen Täler von Güimar, Orotava und Icod.
- f. Ausbrüche im Bereich des heutigen Teide: anstelle von Basalt jetzt Trachyte, Phonolithe u.ä., Aufbau eines mehrere tausend Meter hohen Prä-Teide-Massivs.
- g. Vor 0,5 Mio a Zerstörung des vorhandenen Vulkankegels durch einen starken Ausbruch; Entstehung der Caldera durch Einbruch der Magmakammer. Caldera: 2000m hoch gelegen, leicht elliptisch (17x12km), 500 m hoher Ringwall aus Resten des Prä-Teide.
- h. Vor 0,2 Mio a Aufbau der heutigen Stratovulkane Pico Viejo (3103 m) und Pico de Teide (3718 m) sowie durch Flankeneruptionen an diesen kleinere Vulkane (Montaña Blanca, Montaña Rajada, Los Gemelos)
- i. Ausbrüche bis in historische Zeit:
  - 1706 oberhalb Garachico (NW-Küste), Zerstörung des damals wichtigsten Hafens;
  - 1798 Lavastrom des Pico Viejo zum S-Rand der Caldera
  - 1909 letzter Ausbruch



## 4.2. Vulkanismus

### 4.2.1. Vulkantypen

- a. Zentralvulkane (zentraler Schlot), z.B. Pico de Teide (Tenerife)
- b. Spaltenvulkane (langgestreckter Schlotbereich, oft mit mehreren Nebenkegeln längs der Spalte), z.B. Lanzarote, Fuerteventura

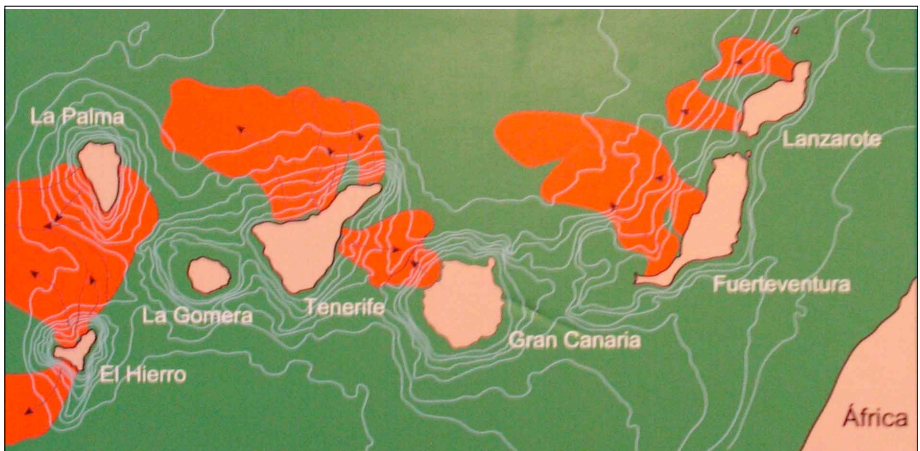
### 4.2.2. Magmentypen

- a. basische (basaltische) M., häufigste Form, meist rel. dünnflüssig, gasarm, Förder-temperatur ca. 1150 °C;
- b. saure (rhyolitische) M., häufig mit 50 oder 65% SiO<sub>2</sub>, sehr zähflüssig, entweicht nur rel. langsam, oft Erstarrung im Schlot („Roques“, s. 4.2.3.), gasreich, ca. 800 °C

### 4.2.3. Vulkanische Bildungen

- a. Stratovulkan (Schichtvulkan): abwechselnd Lavaausströme (liefert Lavadecken) und explosive Tätigkeit (liefert Lockermaterial wie Aschen, Schlacken, Bomben und Lapilli)
- b. Aufschüttungskegel (sehr junge Vulkane, überwiegend aus Lockermaterial), z.B. Teneguia und San Antonio (La Palma)
- c. Caldera (Einsturzkrater, entstanden durch Einsturz der Vulkandecke in eine entleerte Magmakammer nach einem explosiven Ausbruch, nachträglich durch Erosion erweitert; Benennung nach der „Caldera de Taburienta“ von La Palma von span. „Kessel“, diese jedoch nach heutiger Auffassung keine Caldera i.e.S., sondern durch Abrutschungen und Erosion entstanden); z.B. Caldera de las Cañadas (Tenerife)
- d. Abrutschungen

Auf allen Inseln gewaltige Schuttabrutschungen ins Meer, Ursache: Instabilitäten durch z.T. sehr mächtige vulkanische Auflagerungen auf altem Sockel.



Riesen-Berggrutsche auf den Kanaren

Quelle: Centro Visitantes San Antonio, verändert

- d. „Roques“: Herausgewitterte Vulkanschlote aus zähflüssiger, saurer (SiO<sub>2</sub>-reicher) Magma, Umgebung aus basischer, basaltischer Magma entstanden.

Gomera: Agando, Ojila, La Zarcita, Roque Cano, Los Organos, La Fortaleza.

- e. „Disques“ („taparucha“): Schmale Gesteinsgänge, in Spalten aufgestiegene Magma

- 
- f. Lavahöhlen: Lava floss unter der bereits erstarrten Oberfläche aus
  - g. Säulen (in größeren Gruppen: „Orgeln“): Erstarrungsprodukte, meist Basalte, durch Schwundrisse beim Abkühlen entstanden; in Deckenergüssen senkrecht, bei Erstarrung in unterirdischen Hohlräumen radialstrahlig stehend; z.B. „Los Organos“ (Gomera)
  - h. Faden- und Stricklava: aus völlig entgaster Magma, Wellen in der Erstrungshaut des Lavastromes liefern „Stricke“
  - i. Block- oder Schlackenlava: durch eingeschlossene Gase poröse Masse an der Oberfläche des Lavaergusses, zerbricht in ± große, scharfkantige Blöcke; größere Flächen auf den Kanaren als „*Malpaises*“ (schlechtes Land, sehr langsame Verwitterung und Humusbildung) bezeichnet.
  - j. Kissenlava: rundliche Ergussformen untermeerischer Ausbrüche (Gomera: Küste bei Arguamul, s.4.1.2.)

**4.2.2. Rezenter Vulkanismus**

Kanarisches Archipel bis in die Neuzeit vulkanisch aktiv. Letzte Aktivitäten:

<b>Datum</b>	<b>Ereignis</b>
1585	La Palma, Vulkan TajuyaJedey
1646	La Palma, Vulkan Martin
1676-77	La Palma, Vulkan San Antonio
1704-05	Teneriffa, Siete Fuentes-Fasnía Arenas
1706	Teneriffa, Montaña Negra
1712	La Palma, Charco-Montaña Lajón
1730-36	Lanzarote, Timanfaya
1793	El Hierro, submarine Eruption
1798	Teneriffa, Chahorra
1824	Lanzarote, Vulkan Tao, Nuevo Tinguatón
1909	Teneriffa, Chinyero
1949	La Palma, Vulkan San Juan, Uano Blanco, Hoyo Negro
1971	La Palma, Teneguía

### 4.3. Gesteine

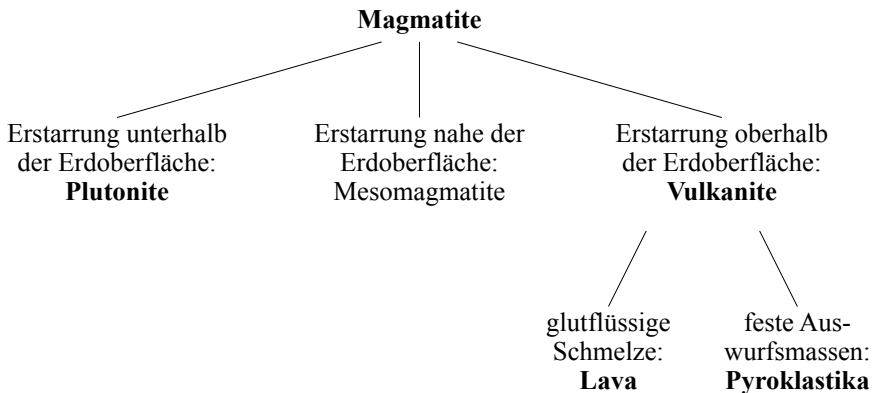
#### 4.3.1. Allgemeines

Die meisten Gesteine der Kanaren sind vulkanischen Ursprungs.

Zu ihrer Einteilung und Benennung werden verschiedene Kriterien in Anwendung gebracht:

- Art der Förderung: Wie kam das Material an die Erdoberfläche oder zumindest in ihre Nähe?
- Ausgangsmaterial: Aus welcher Magmasorte entstand das Material?
- Form und (Fein-)Struktur: Welche Materialstrukturen zeigen sich (z.B. Säulen, Poren, Kristallgröße etc.), hier spielen die Abkühlungsvorgänge oft eine große Rolle.
- Chemischer Aufbau: Aus welchen Mineralien sind die Gesteine aufgebaut?

#### 4.3.2. Einteilung nach dem Ort der Erstarrung und der Form der Förderung



Besondere Formen der pyroklastischen Produkte ( $\pm$  große Bruchstücke ausgeworfener Magmas, gr. *pyros* Feuer, gr. *klasis* Zerschlagen):

- Schlacken (ausgeworfene Lavafetzen),
- Bomben (kugel- oder spindelförmig durch Drehung um die eigene Achse während des Fluges),
- Lapilli Lavakugeln im cm-Größenbereich
- Brotkrustenbomben (Kruste durch rasche Abkühlung aufgerissen)
- poröses Material ( $\pm$  hoher Gasgehalt)

Einteilung nach Korngröße:

Durchmesser der Bestandteile	Lockerprodukt	Verfestigtes Gestein
< 2 mm	Asche	Aschentuff (Cinerit)
2 - 30 mm	Lapilli	Tuff
> 30 mm	Blöcke	vulkanische Breccie

#### 4.3.3. Häufige Gesteinsarten

**Basalt:** dunkelgrau bis schwarz, Feldspat-Vulkanit, kompakt, dicht, oft mit Einspringlingen; bildet oft ausgedehnte Decken, häufig in Säulenform erstarrt

**Rhyolit:** dunkel bis weißgrau, oft gelb, rot oder grün; Quarz-Feldspat-Vulkanit, enthalten sichtbare Quarz- und Feldspateinsprenglinge in glasig-feinkristalliner Grundmasse.

**Trachyt:** hell-bis dklgrau, gelbl. oder rötl.; Feldspat-Vulkanit\*, in porig-rauher Grundmasse oft größere Kristalle (gr. *trachys* rauh)

**Obsidian:** durch schnelle Abkühlung glasig erstarrte Vulkanitgesteine, unterschiedlicher chem. Zusammensetzung, meist SiO<sub>2</sub>-reich, meist schwarz, bräunl. oder grau (Obsidianus: Römer, brachte das Gestein zuerst aus Äthiopien). Scharfkantige Bruchstücke von den kanarischen Ureinwohnern als Werkzeuge verwendet.

**Bimsstein:** durch hohen Gasgehalt schaumiges Obsidianmaterial, sehr leicht, auf den Kanaren meist hell.

## **5. Landschaftsformen**

### **5.1. Allgemeine Übersicht**

Verschiedenartige Landschaften, entstanden im Wechselspiel von fortgesetzter vulkanischer Tätigkeit mit Erosionen (letztere möglicherweise besonders in prähistorischer Zeit durch Fließgewässer)

### **5.2. Küstenbereich**

Teilweise grandiose Steilabfälle bis hin zu Flachküsten

Speziell auf Fuerteventura marine Terrassen, landeinwärts mit Dünenbildung verknüpft. Dieser Prozess setzt sich laut ROTHE (1986) auch heute noch fort und kann besonders im Süden von Gran Canaria und auf den Ostinseln verfolgt werden.

### **5.3. Innenbereich**

#### **5.3.1. Barrancos**

Das Landschaftsbild prägende, tief eingeschnittene Kerbtäler („Barrancos“), erstrecken sich radial von den Inselzentren zum Meer, hauptsächlich auf Gran Canaria, Tenerife, Gomera und La Palma. Entstehung vermutlich in Zeiten mit kühlerem, niederschlagsreicherem Klima, vielleicht auch z.T. vulkanische Abflussrinnen.

Oft mit hoch anfragenden, fast unbezwingbaren Steilwänden, selbst von Verbreitungsgeländen (Samen, Sporen) nur schwer überwindbar.

Grundlage zur Ausbildung zahlreicher Kleinstandorte

#### **5.3.2. Einsturzcalderen**

Abschüssige Hänge, von Erosionen nur wenig überprägt

#### **5.3.3. pleistozäne Vulkanismus-Formen**

Eindrucksvolle Vulkankegel, auf Hierro und im Südosten Tenerifes landschaftsbestimmend.

Pico Viejo im Zentrum von Hierro: erzeugte 1798 einen imponierenden, breitflächigen Lavastrom mit rauher Oberfläche. Durch Straße quer durchschnitten, damit gut erreichbar, Touristenattraktion.

Montañas del Fuego auf Lanzarote: jüngste Vulkanite zwischen 1730-36 und im Jahre 1824 gefördert, begruben 25% der Insel unter Lava und Lockerprodukten. Mit 200 km<sup>2</sup> Fläche die quantitativ bedeutendste vulkanische Aktivität auf den Kanaren seit der Besiedlung durch die Europäer

La Palma: jüngste beachtlichere vulkanische Tätigkeiten, zahlreichen Ausbrüche im 16.-18. Jahrhundert, Eruptionen unweit von Las Manchas 1949, der Vulcán Tenequia 1971

## 6. Klima

### 6.1. Allgemeine Kennzeichen des Kanarenklimas

- a. Überwiegend ausgeglichene Temperaturen (mittlere Monatstemperaturen im Winter bei 19 °C, im Sommer bei 26 °C); Ausnahmen: im Sommer Hitzeeinbrüche von der Sahara her (>40 °C möglich), im Herbst und Winter Regenfälle und kühle Luft aus nordatlantischen Tiefdruckgebieten.
- b. Ausbildung individueller Klimate durch mannigfaltige Oberflächenformen und unterschiedliche Vertikalausdehnung einer jeden Insel.
- c. Differenzierung nach Höhe:
  - Basale Bereiche: überwiegend subtropische, semiaride Bedingungen mit Jahresdurchschnittstemperaturen um 20°C, Niederschläge mit weniger als 200 mm im Jahr entsprechend niedrig.
  - Höher liegende Gebiete: kühler, im allgemeinen auch regenreicher. Mit der Höhe zunehmend mäßigere Verhältnisse bis hin zur subalpinen Zone Tenerifes mit jährlichen Durchschnittstemperaturen auf unter 10°C.
- d. Differenzierung nach Lage zum NO-Passat:
  - windexponiert (luvseitig): bes. in der Höhe feuchter durch Passatwolken,
  - windabgekehrt (leeseitig): trockener, durch ablandigen Wind kühleres Wasser, in der Zone über den Wolken oft heftige, trocken-heiße Fallwinde.
- e. Charakteristische Vegetationsformen in Folge der klimatischen Höhenzonen.

### 6.2. Klimabestimmende Faktoren

#### 6.2.1. Übersicht

- a. geogr. Lage: etwa 5° nördl. des nördl. Wendekreises (23°): ganzjähriges Sommerklima.
- b. Lage im Kanarenstrom (zweigt im Nordatlantik vom Golfstromes nach SO ab, strömt entlang der portugiesischen Küste nach S, bringt rel. kühles Wasser, Wassertemperaturen ganzjährig zwischen 18 und 22 °C).
- c. Lage im Bereich des Nordostpassates.

#### 6.2.2. Nordostpassat

##### 6.2.2.1. Physikalische Grundlagen

###### a. Zusammenhang zwischen Dichte und Temperatur

Höhere Geschwindigkeit der Gasteilchen bei höherer Temperatur  $\Rightarrow$  kleinere Zahl von Teilchen in einem bestimmten Volumen  $\Rightarrow$  Dichte nimmt ab (das Gas wird spezifisch leichter); umgekehrt: sinkende Temperatur  $\Rightarrow$  Gas wird (spezifisch) schwerer („Teilchen rücken näher zusammen“).

###### b. Zusammenhang zwischen Druck, Volumen und Temperatur

Bei Luftmassen Volumen sehr groß  $\Rightarrow$  Wärmeaustausch am Rand vernachlässigbar.  $\Rightarrow$  Veränderungen von Druck bzw. Volumen (wie bei horizontalen Bewegungen von Luftmassen), verlaufen „adiabatisch“, d.h. ohne Austausch von Wärme mit der Umgebung (adiabatisch von gr.  $\alpha$ -, Verneinungsvorsilbe und  $\delta\alpha\beta\alpha\iota\nu\epsilon\iota\nu$  *diabainein* hindurchgehen; Gas ist zur Umgebung thermisch isoliert).

Nach dem I. Hauptsatz der Thermodynamik gilt für die innere Energie  $U$  eines thermodynamischen Systems:

$$dU = dQ + dW \quad (Q = \text{Wärmeenergie, } W = \text{mechanische oder andere Arbeit}).$$

Im adiabatischen Fall ist  $dQ = 0$ ,  $\Rightarrow$  vom System oder am System verrichtete Arbeit  $dW$  wird vollständig in eine Veränderung der inneren Energie umgesetzt:

$$dU = dW.$$

Die Arbeit kann durch eine Druck- bzw. Volumenveränderung des Gases verrichtet werden; Druck  $p$  und Volumen  $V$  eines Gases hängen aber wiederum mit der Temperatur  $T$  zusammen (POISSONSche Gesetze bei adiabatischen Vorgängen)  $\Rightarrow$  Veränderung von  $p$  bzw.  $V \rightarrow$  Veränderungen von  $T$ . (Im Gegensatz zu nicht adiabatischen Vorgängen Zusammenhänge bei adiabatischen Vorgängen mathematisch komplizierter, auf Angabe der Formeln wird daher hier verzichtet). Prinzipiell gilt:

- Druckverminderung bzw. Volumvergrößerung  $\rightarrow$  Temperaturerniedrigung (Beispiel: aufsteigende Luftmasse);
- Druckerhöhung bzw. Volumverminderung  $\rightarrow$  Temperaturerhöhung (Beispiel: Fallwinde, Föhn).

#### 6.2.2.2. Passatwinde, allgemein

##### Name, Historisches

Name von portug. *passate* Überfahrt, da als Antrieb für die Segelschiffe nach Amerika; span.: *vientos alisios*.

„Atlantischer Dreieckshandel“ (Verkehr zwischen Europa und Afrika) mit Segelschiffen: von Europa entlang der W-Küste Afrikas nach S bis zum NO-Passat, mit NO-Passat nach Amerika (Golf von Mexiko), mit Meeresströmungen entlang der O-Küste Amerikas nach N bis in W-Windbereich der N-Halbkugel, damit zurück nach Europa.

##### Entstehung:

Im Äquatorbereich: durch starke (senkrechte) Sonneneinstrahlung erwärmte und dadurch spezifisch leichter gewordene Luftmassen steigen auf.

Folgen:

- a. Aufsteigende Luftmassen  $\rightarrow$  Äquatoriale Tiefdruckrinne.
- b. Druckverminderung in zunehmender Höhe  $\rightarrow$  (adiabatische) Abkühlung.
- c. Abgekühlte Luft kann weniger Feuchtigkeit enthalten, Taupunkt wird unterschritten,  $\rightarrow$  Kondensation, Wolkenbildung und (häufig heftige, für Tropen typische) Regenfälle.
- d. Luftmasse nach Kondensation und Ausregnen des Wassers sehr trocken.
- e. Kondensation setzt Wärme frei (Kondensationswärme)  $\rightarrow$  Abkühlung der Luft von normalerweise ca. 1K/100m auf 0,6K/100m vermindert.
- f. Grenze der Troposphäre (Tropopause) durch das Aufsteigen der Luft deutlich höher (ca. 18 km) als an den Polen (ca. 8 km).
- g. In der Höhe (ca. 15-18 km) polwärts gerichtete Windströmungen; ursprüngliche Annahme einer regelmäßigen Zirkulation (Antipassat) konnte nicht bestätigt werden, vielmehr verlaufen die Strömungen wohl recht unregelmäßig, stellenweise Strömungen mit hoher Geschwindigkeit (Subtropenjetstreams, durch Corioliskraft in O-Richtung abgelenkt).
- h. Polwärts fließende Luft (besonders durch die Kondensationswärme, s.o.) wärmer als die darunter liegende, besonders stark ausgeprägt im Bereich der Wendekreise, hier trifft die sich adiabatisch wieder erwärmende, absinkende auf entgegengesetzt adiabatisch abkühlende aufsteigende Luft (Passatinversion; „Inversion“ wegen der eigentlich ungewöhnlichen Schichtung mit wärmerer Luft über kühlerer); Inversionsschicht (wenige 100 m dick) verhindert Durchmischung der Luftmassen und Wolkenbildung durch aufsteigende feuchte Luft  $\rightarrow$  weitgehend wolkenfreie, trockene Gebiete.
- i. Tendenz zum Absinken durch
  - langsame Abkühlung in der Höhe,
  - Verengung des Raumes (Meridianabstand nimmt zu den Polen hin ab (am



- Äquator ca. 111 km, beim 30. Breitengrad ca. 96 km),  
 → bei ca. 30° Breite subtropischer Hochdruckgürtel durch absinkende Luftmassen. Absinkende, sehr trockene Luft (s. Pkt. d.) erwärmt sich (adiabatisch, umgekehrt zur Abkühlung beim Aufsteigen), nimmt Feuchtigkeit sofort auf → keine Wolkenbildung → Trockengebiete der Subtropen (Sahara).
- c. Als Gegenströmung rel. bodennahe Passatwinde: äquatorwärts gerichtete Strömungen (in die äquatorialen Tiefs hinein), durch Erdrotation (Corioliskraft) bedingt nach O (auf der S-Halbkugel nach W) abgelenkt, daher NO- bzw. SW-Passat.
- Oberhalb ca. 1500 m warm-trockene Oberpassatströmung, Luftmassen mit absinkender Tendenz, bilden nach unten einen „Deckel“ (ebenfalls Passatinversion genannt), blockiert Aufsteigen bodennaher Luftmassen
  - In Bodennähe: bodennahe Passate (Passatgrundströmung, Unterpassat), kühl-feucht.
  - Beim Überqueren von Meeresflächen Feuchtigkeitsaufnahme → an den Inseln ankommender Passat rel. feucht.

### 6.2.2.3. Wirkung des Nordostpassates

#### a. Steigerung der Niederschläge durch Nordostpassat:

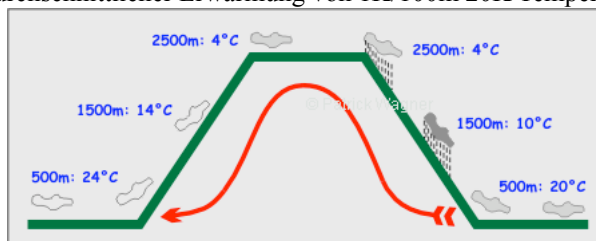
- Aufstieg der Passatströmung an den Berghängen → (adiabatische) Abkühlung und Störung der Passatinversion → Wolkenbildung an luvseitigen unteren und mittleren Berglagen der Westinseln (Ostinseln mit 600 bzw. 800 m nicht hoch genug);
- Abkühlung der aufsteigenden Luft → Kondensation → Regenfälle (Konvektionsregen), im allgemeinen um 800 mm im Jahr;
- in dieser Zone zusätzliche Wasserversorgung durch Nebel;
- in den Hochlagen von Tenerife und La Palma: Auflösung der Passatwolken (Inversion) durch abfallende warme Tropenluft → Klima hier modifiziert, insgesamt durch wenig Feuchtigkeit gekennzeichnet.

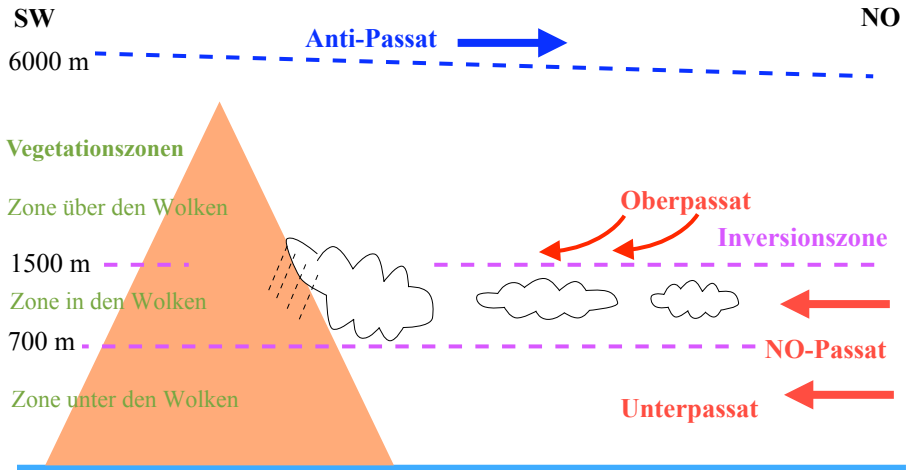
Modifikationen dieser Grunderscheinungen:

- jahreszeitlich bedingte Abweichungen der durch die physikalischen Bedingungen definierten Höhenlagen: Sommer Wolkendecke ca. 300m dick, 100-300m hoch, Winter 500m in 1200-1700 m Höhe;
- inseltypische Abweichungen;
- deutliches Nord-Süd-Gefälle auf den passatbeeinflussten Inseln: nach Süden hin zunehmende Auflösung der Wolken.

#### b. Föhn (Fallwinde)

Nach Überwinden der Bergkämme Absinken der (durch vorherigen Kondensationsregen trocken gewordenen) Luft, dabei adiabatische Erwärmung → trocken-warme Fallwinde auf der windabgewandten (Lee-)Seite (bei einem Höhenunterschied von 2000 m und durchschnittlicher Erwärmung von 1K/100m 20K Temperaturzunahme).





Entstehung der Passatwolken und die „klassischen“ Vegetationszonen  
(zusammengestellt nach versch. Autoren)

## Literatur

Dieter Lüpnitz, Palmengarten Frankfurt, Sonderheft 23, 1995

Richtig Wandern La Palma, La Gomera... DuMont, Stadtbücherei HD

Baedeker Gomera

GOUDIE, Andrew: Physische Geographie, Spektrum ISBN 3-86025-159-7