

---

# Vorkommen eines Elementes

---

**Name**

**Vorkommen**

---

---

**Name****Vorkommen**

---

## Aluminium

Aluminium ist mit einem Anteil von 7,57 [Gewichtsprozent](#) nach [Sauerstoff](#) und [Silicium](#) das dritthäufigste Element der [Erdkruste](#) und damit das häufigste [Metall](#).

Es gibt einige wenige Fundorte für [gediegenes](#) Aluminium: In [Russland](#) ([Ostsibirien](#), [Ural](#)); in der [Volksrepublik China](#) ([Guangdong](#), [Guizhou](#) und [Tibet](#)), in [Aserbaidschan](#) und in [Genua](#) ([Italien](#)). Auch auf dem [Mond](#) ist gediegenes Aluminium gefunden worden.<sup>[3]</sup>

Die größte Menge befindet sich chemisch gebunden in [Alumosilikaten](#), wo es in der [Kristallstruktur](#) die Position von Silicium in Sauerstoff-[Tetraedern](#) einnimmt, als Bestandteil von z. B. [Ton](#), [Gneis](#) und [Granit](#).

Seltener wird Aluminiumoxid ([Korund](#)) gefunden, in großen Kristallen bekannt als [Rubin](#) und [Saphir](#), wobei die rote oder blaue Farbe der Steine auf Beimengungen anderer Metalloxide beruht.

---

**Name****Vorkommen**

---

Das einzige wirtschaftlich wichtige Ausgangsmaterial für die Aluminiumproduktion ist [Bauxit](#). Vorkommen befinden sich in Südfrankreich ([Les Baux](#)), Guinea, Bosnien und Herzegowina, Ungarn, Russland, Indien, Jamaika, Australien, Brasilien und den USA. Bauxit enthält ca. 60 Prozent [Aluminiumhydroxid](#) ( $\text{Al}(\text{OH})_3$  und  $\text{AlO}(\text{OH})$ ), ca. 30 Prozent Eisenoxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), und Siliziumoxid ( $\text{SiO}_2$ ).

Argon

## Vorkommen [\[Bearbeiten\]](#) | [Quelltext bearbeiten](#)

Argon zählt im Universum zu den häufigeren Elementen, in seiner Häufigkeit ist es vergleichbar mit [Schwefel](#) und [Aluminium](#).<sup>[13]</sup> Es ist im Universum nach [Helium](#) und [Neon](#) das dritthäufigste Edelgas. Dabei besteht das [primordiale](#) Argon, das etwa in der [Sonne](#) oder Gasplaneten wie [Jupiter](#) gefunden wird, hauptsächlich aus den Isotopen  $^{36}\text{Ar}$  und  $^{38}\text{Ar}$ , während das dritte stabile Isotop,  $^{40}\text{Ar}$ , dort nur in geringer Menge vorkommt. Das Verhältnis von  $^{36}\text{Ar}$  zu  $^{38}\text{Ar}$  beträgt etwa 5,7.<sup>[14]</sup>

Auf der Erde ist Argon dagegen das häufigste Edelgas. Es macht 0,934 % des Volumens der Atmosphäre (ohne [Wasserdampf](#)) aus und ist damit nach [Stickstoff](#) und [Sauerstoff](#) der dritthäufigste Atmosphärenbestandteil <sup>[15]</sup> Die

---

**Name****Vorkommen**

---

atmosphärenbestandteil. Die Zusammensetzung des terrestrischen Argons unterscheidet sich erheblich von derjenigen des primordialen Argons im Weltall. Es besteht zu über 99 % aus dem Isotop  $^{40}\text{Ar}$ , das durch Zerfall des [Kaliumisotops](#)  $^{40}\text{K}$  entstanden ist. Die primordialen Isotope sind dagegen nur in geringen Mengen vorhanden.

Da das Argon durch den Kaliumzerfall in der Erdkruste entsteht, findet man es auch in Gesteinen. Beim Schmelzen von Gesteinen im Erdmantel geht das Argon, aber auch das bei anderen Zerfällen entstehende Helium aus. Es reichert sich daher vorwiegend in den Basalten der [ozeanischen Erdkruste](#) an.<sup>[16]</sup> Aus den Gesteinen wird das Argon an das [Grundwasser](#) abgegeben. Daher ist in [Quellwasser](#), vor allem wenn es aus größerer Tiefe kommt, Argon gelöst.

Beryllium

**Vorkommen** [\[Bearbeiten\]](#)

Das seltene Element kommt in rund 30 verschiedenen [Mineralien](#) vor. Die wichtigsten sind [Bertrandit](#) ( $4\text{BeO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ) ([Vereinigte Staaten](#)) und [Beryll](#) ( $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ ) ([Volksrepublik China](#), [Russland](#) und [Brasilien](#)). Die schönsten und wertvollsten beryllhaltigen Mineralien sind die [Schmuck-](#) und [Edelsteine Aquamarin, Smaragd, Roter Beryll, Euklas, Gadolinit, Chrysoberyll, Phenakit, und Alexandrit](#). Berylliumerz-Lagerstätten finden sich bevorzugt im Äquatorialgürtel. Frühere, mittlerweile erschöpfte Lagerstätten lagen nördlich zu Fuße der Hohen Tauern um [Bramberg](#) in [Österreich](#). In den USA werden niedrighaltige Lagerstätten von [Berylliumoxid](#)-Erz in der [Nevada](#)-Wüste abgebaut. Die geschätzten Fördervorräte an Beryllium liegen weltweit bei etwa 80.000 t.<sup>[1]</sup>

---

---

**Name**

**Vorkommen**

---

---

--	--

---

**Name****Vorkommen**

---

Bor

Bor kommt in der Natur nur in sauerstoffhaltigen Verbindungen vor. Große Lagerstätten befinden sich in der [Türkei](#), den USA ([Mojave-Wüste](#)) und [Argentinien](#). [Staßfurter Kalisalze](#) enthalten geringe Mengen vergesellschafteten [Boracit](#).

Die größten Boratminen befinden sich in der [Türkei](#) (ca. 72 % des weltweiten Vorkommens) außerdem in der Nähe von [Boron](#) (Kramerlagerstätte) in [Kalifornien](#) und [Kırka](#). Abgebaut werden die Mineralien [Borax](#), [Kernit](#) und [Colemanit](#).

---

---

**Name**

**Vorkommen**

---

---

--	--

---

**Name****Vorkommen**

---

Chlor

<https://de.wikipedia.org/wiki/Chlor#Vorkommen>

---

---

**Name**

**Vorkommen**

---

---

--	--

---

**Name****Vorkommen**

---

Fluor

## Vorkommen [\[Bearbeiten\]](#)



Fluoritkristalle

In der [Erdruste](#) ist Fluor mit 525 ppm ein relativ häufiges Element<sup>[13]</sup>. Es kommt auf Grund seiner Reaktivität nicht elementar, sondern nur gebunden als [Fluorid](#) in Form einiger [Minerale](#) vor. Im [Meerwasser](#) ist auf Grund der geringen Löslichkeit vieler Fluoride nur wenig Fluor enthalten. Die häufigsten Fluormineralen sind der [Fluorit](#)  $\text{CaF}_2$  und der [Fluorapatit](#)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ . Der größte Teil des Fluorits ist in Fluorapatit gebunden, jedoch enthält dieser nur einen

---

**Name****Vorkommen**

---

geringen [Massenanteil](#) Fluor von 3,5 %. Daher wird Fluorapatit nicht wegen seines Fluorgehaltes, sondern vor allem als Phosphatquelle abgebaut. Die Hauptquelle für die Gewinnung von Fluor und Fluorverbindungen ist der Fluorit. Größere Fluoritvorkommen existieren in [Mexiko](#), [China](#), [Südafrika](#), [Spanien](#) und [Russland](#). Auch in [Deutschland](#), etwa bei [Wölsendorf](#) in der [Oberpfalz](#) findet sich Fluorit.

Ein weiteres natürlich vorkommendes Fluormineral war [Kryolith](#)  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ . Dessen einzige bekannte Vorkommen auf [Grönland](#) sind jedoch abgebaut. Das in der [Aluminiumproduktion](#) benötigte

---

---

Name

Vorkommen

---

---

Helium

### Auf der Erde



Die Erde produziert Helium durch radioaktive Vorgänge im Erdkern  
 $^4\text{He}$  entsteht im Erdkörper beim radioaktiven Zerfall (Alpha-Zerfall) schwerer Elemente wie Uran oder Thorium, wobei Helium-Kerne als Alphateilchen ausgesandt werden und anschließend Elektronen einfangen. Es kann in verschiedenen uran- und thoriumhaltigen Mineralen wie der Pechblende gefunden werden.

Aus der Entstehungszeit der Erde stammt ein Anteil von  $^3\text{He}$  im Erdmantel, der weit über dem atmosphärischen Wert liegt, das sogenannte Mantelhelium; das

---

**Name****Vorkommen**

---

$^3\text{He}/^4\text{He}$ -Verhältnis liegt im oberen Erdmantel, der weitgehend entgast ist und dessen Heliumbestand daher im wesentlichen durch  $^4\text{He}$  aus Alpha-Zerfällen wiederaufgefüllt wird, bei etwa 86.000. Wenn das Konvektionssystem des unteren Erdmantels weitgehend von dem des oberen getrennt und der Massenaustausch zwischen beiden entsprechend gering ist, liegt das Verhältnis im unteren, kaum entgasten Mantel zwischen 2.500 und 26.000, das heißt, der Anteil von  $^3\text{He}$  ist noch höher. Von besonderem geodynamischen Interesse ist dies im Hinblick auf die Ursachen von **Hotspot-Vulkanismus**: während für **Basalte** von mittelozeanischen Rücken, die durch Schmelzprozesse von Material des oberen Mantels

Kalium

## Vorkommen [\[Bearbeiten | Q](#) [uelltext bearbeiten\]](#)



[Sternförmig](#) verzwilligte [Muskovitkristalle](#)

Kalium kommt in der Natur nur als [Kation](#) in Kaliumverbindungen vor. Das liegt daran, dass es nur ein [Außenelektron](#) besitzt und dieses sehr bereitwillig abgibt, um eine stabile und energiearme äußere [Elektronenschale](#) zu

---

**Name****Vorkommen**

---

erlangen. Kovalente Kaliumverbindungen sind daher nicht bekannt.

Im Meerwasser liegt die durchschnittliche Konzentration bei  $399,1 \text{ mg K}^+/\text{kg} = 408,4 \text{ mg K}^+/\text{l}$ .

Natürlich vorkommende kaliumhaltige Minerale sind:

- Sylvin – KCl
- Sylvinit – KCl · NaCl
- Carnallit – KCl · MgCl<sub>2</sub> · 6 H<sub>2</sub>O
- Kainit – KCl · MgSO<sub>4</sub> · 3 H<sub>2</sub>O
- Schönit – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · MgSO<sub>4</sub> · 6 H<sub>2</sub>O
- Polyhalit – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · MgSO<sub>4</sub> · MgSO<sub>4</sub> · 2 CaSO<sub>4</sub>
- Orthoklas (Kalifeldspat) – K[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]
- Muskovit (Kaliglimmer) – KAl<sub>2</sub>(OH,F)<sub>2</sub>[AlSi<sub>3</sub>O<sub>10</sub>]

Kaliumsalze

bilden Verdampfungsablagerungen auf ehemaligen Meeresböden, was die Gewinnung von Kaliumsalzen in diesen Gegenden wirtschaftlich macht. Kalisalz wird in Kanada, Russland, Weißrussland, Kasachstan, Deutschland, Israel, den Vereinigten Staaten, Jordanien und anderen Orten auf der ganzen Welt abgebaut. [13] Die

Name

Vorkommen

Kalzium

Vorkommen [\[Bearbeiten | Q](#)  
[uelltext bearbeiten\]](#)



Fast farbloser [Calcit-Kristall](#)



Name

Vorkommen

### Gipskristallstufe

In der Umwelt kommt Calcium nur in gebundener Form vor, zum Beispiel in Kalkstein, Marmor, Kreide, Gips und den

Mineralien Calcit, Aragonit, Dolomit, Anhydrit, Fluorit und Apatit. Eine Ausnahme stellt vermutlich eine Fluorit-Varietät („Stinkspat“) dar, in dessen Kristallgitter wahrscheinlich kolloidales Calcium

durch natürliche ionisierende Strahlung entstand.<sup>[17]</sup> Calciumhaltige Minerale wie Calcit und Gips sind in großen Mengen vorhanden (z. B. bestehen in den Alpen gebirgsbegleitende Züge aus Kalkstein – Nördliche Kalkalpen bzw. Südliche Kalkalpen).

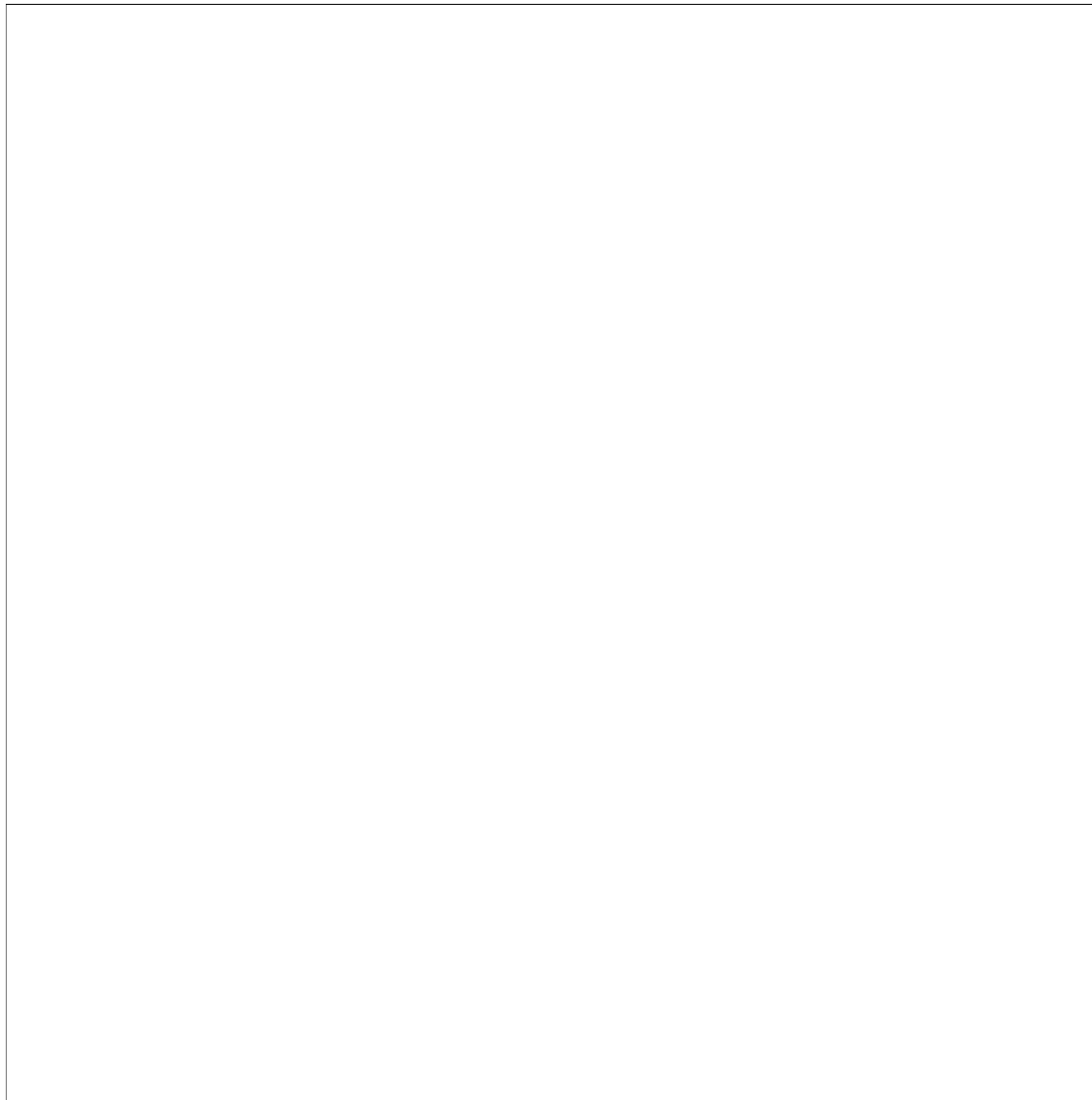
Calciumverbindungen sind wasserlöslich, wobei die Löslichkeit von Calcium im Grundwasser wesentlich vom Kohlensäure-Überschuss bestimmt wird (Kalksättigung). Daher ist die Frage, welche Calciumverbindung im Grundwasser stabil ist, im Wesentlichen abhängig vom pH-Wert des Grundwassers. Als Calciumverbindung überwiegen bei

---

**Name****Vorkommen**

---

kein Element

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the central portion of the page. It is positioned below the text 'kein Element' and above the footer information.

**Name**

**Vorkommen**

Name	Vorkommen

---

**Name****Vorkommen**

---

## Kohlenstoff - Graphit

Österreich nahm in den 1960er-Jahren den nach [Südkorea](#) zweiten Platz unter den graphiterzeugenden Ländern der Erde ein (Höchststand 1964 mit etwa 100.000 Tonnen Förderung). Der größte und 1997 eingestellte Bergbau befand sich in Kaisersberg bei [Sankt Stefan ob Leoben](#) in der [Steiermark](#); im Frühjahr 2008 wurde dieser Bergbau wiedereröffnet und es wird Abbau im kleinen Rahmen betrieben. Bis 1991 bestand in Sunk bei [Trieben](#) im Paltental (Steiermark) ein Bergbau, in dem Graphit mit einem sehr hohen Kohlenstoffanteil von zum Teil über 80 % gewonnen wurde. Weitere kleine Graphitbergbaue bestanden bis in die 1970er-Jahre am [Semmering](#), im Liesingtal (Steiermark), im Dunkelsteiner Wald ([Niederösterreich](#)) sowie im [Waldviertel](#), wobei hier das seit 1831 in Abbau stehende Vorkommen in Mühlbach am bedeutendsten war. In Deutschland war der Graphit-Bergbau von [Kropfmühl/Bayerischer Wald](#) bedeutsam, dieser spielt heute jedoch keine große Rolle mehr.

Kohlenstoff ist das wichtigste Element der [Biosphäre](#), es ist in [Lebewesen](#) nach [Sauerstoff \(Wasser\)](#) nach Gewicht das häufigste Element. [Geologisch](#) dagegen zählt es nicht zu den häufigsten Elementen.

Kohlenstoff ist in allen Lebewesen enthalten, alles lebende Gewebe ist aus (organischen) Kohlenstoffverbindungen aufgebaut. Dies gilt sowohl für [Pflanzen](#), [Pilze](#), als auch für [Tiere](#).

[Geologisch](#) findet man Kohlenstoff sowohl elementar

---

**Name****Vorkommen**

---

Geologisch findet man Kohlenstoff sowohl elementar, als auch in Verbindungen. Man findet sowohl **Diamant**, als auch **Graphit** in der Natur. Die Hauptfundorte von Diamant sind **Afrika** (v. a. **Südafrika** und der **Kongo**) und **Russland**. Diamanten findet man häufig in vulkanischen Gesteinen wie **Kimberlit**. Graphit kommt relativ selten in kohlenstoffreichem **metamorphem Gestein** vor. Die wichtigsten Vorkommen liegen in **Indien** und **China**.

Am häufigsten findet man Kohlenstoff in Form von anorganischem **Carbonatgestein** (ca.  $2,8 \cdot 10^{16}$  t). Carbonatgesteine sind weit verbreitet und bilden zum Teil **Gebirge**. Ein bekanntes Beispiel für Carbonat-Gebirge sind die **Dolomiten** in **Italien**. Die wichtigsten Carbonat- **Mineralien** sind **Calciumcarbonat** (Modifikationen: **Kalkstein**, **Kreide**, **Marmor**)  $\text{CaCO}_3$ , Calcium-Magnesium-Carbonat (**Dolomit**)  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , **Eisencarbonat** (**Eisenspat**)  $\text{FeCO}_3$  und **Zinkcarbonat** (**Zinkspat**)  $\text{ZnCO}_3$ .

---

---

**Name****Vorkommen**

---

---

**Kohlenstoff (Diamant)**

Die größten Diamantenvorkommen befinden sich in [Russland](#), [Afrika](#), insbesondere in [Südafrika](#), [Namibia](#), [Botsuana](#), der [Demokratischen Republik Kongo](#) und [Sierra Leone](#), in [Australien](#) und in [Kanada](#). Es wurden aber auf allen [Kontinenten](#) Diamanten gefunden. In Europa gibt es bei [Archangelsk](#) ein Vorkommen. Die Weltproduktion an Naturdiamant (etwa durch [Rio Tinto Group](#)) liegt heute bei etwa zwanzig Tonnen pro Jahr und deckt bei weitem nicht mehr den Bedarf der Industrie ab. Etwa 80 Prozent des Bedarfs können die Naturdiamanten nicht decken. Daher füllen in steigendem Maße synthetisch erzeugte Diamanten, deren Eigenschaften wie Zähigkeit, Kristallhabitus, Leitfähigkeit und Reinheit genau bestimmt werden können, diese Nachfragerlücke

**Name**

**Vorkommen**

Name	Vorkommen

---

**Name****Vorkommen**

---

## Lithium

An der Erdkruste hat es einen Anteil von circa 0,006 %.<sup>[3]</sup> Es ist damit deutlich seltener als viele vergleichbar leichte Elemente wie [Helium](#) oder [Kohlenstoff](#).

Lithium kommt in der Natur in einigen Mineralien vor. Die wichtigsten sind dabei [Amblygonit](#) ( $\text{LiAl}[\text{PO}_4]\text{F}$ ), [Lepidolith](#) ( $\text{KLi}_2\text{Al}[(\text{Al},\text{Si})_3\text{O}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$ ), [Petalit](#) (Kastor;  $\text{LiAl}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ ) und [Spodumen](#) (Triphan;  $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ).

Diese Mineralien haben einen Lithiumgehalt von bis zu 9 % (bei Amblygonit). Andere, seltenere Lithiumerze sind [Kryolithionit](#) ( $\text{Li}_3\text{Na}_3[\text{AlF}_6]_2$ ), das den größten Lithiumgehalt aller Mineralien aufweist, [Triphylin](#)

( $\text{Li}(\text{Fe}^{\text{II}},\text{Mn}^{\text{II}})[\text{PO}_4]$ ) und [Zinnwaldit](#) ( $\text{KLiFeAl}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$ ).

Lithiumminerale kommen in vielen [Silicat-Gesteinen](#) vor, aber meist nur in geringen Konzentrationen. Es gibt keine großen Lagerstätten. Da die Gewinnung von Lithium aus diesen Mineralien mit großem Aufwand verbunden ist, spielen sie heutzutage bei der Gewinnung von Lithium oder Lithiumverbindungen keine

---

**Name****Vorkommen**

---

wesentliche Rolle mehr. Teilweise werden sie noch abgebaut, gemahlen und in der Glasindustrie verwendet.

Lithiumsalze kommen verbreitet auch in [Salzlaugen](#), meist [Salzseen](#), vor. Die größten technisch ausbeutbaren Lithiumvorkommen befinden sich in [Chile \(Salar de Atacama\)](#) und [Argentinien](#), weitere in den [USA \(North Carolina und Nevada\)](#), [Kanada](#), [Australien](#), [Simbabwe](#) und [China \(Tibet\)](#).

Die wichtigste Quelle für Lithium sind heute jedoch die als Nebenprodukt bei der Gewinnung von [Kaliumcarbonat](#) (Pottasche) und [Borax](#) anfallenden Lithiumsalze.

## Magnesium

Magnesium kommt in der Natur wegen seiner Reaktionsfreudigkeit nicht in elementarer Form vor. Als [Mineral](#) tritt es überwiegend in Form von [Carbonaten](#), [Silicaten](#), [Chloriden](#) und [Sulfaten](#) auf. In Form von [Dolomit](#) ist ein Magnesiummineral sogar gebirgsbildend, so z. B. in den [Dolomiten](#).

Die wichtigsten Mineralien sind [Dolomit](#)  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , [Magnesit](#) (Bitterspat)  $\text{MgCO}_3$ , [Olivin](#)  $(\text{Mg, Fe})_2 [\text{SiO}_4]$ , [Enstatit](#)  $\text{MgSiO}_3$  und [Kieserit](#)  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

andere Mineralien sind:

- [Serpentin](#)  $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5] (\text{OH})_4$
- [Talk](#)  $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2$
- [Meerschaum](#)  $\text{Mg}_4[\text{Si}_6\text{O}_{15}] (\text{OH})_2$
- [Kieserit](#)  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- [Schönit](#)  $\text{K}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
- [Carnallit](#)  $\text{KMgCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
- [Spinell](#)  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$

In Wasser gelöst, verursacht es zusammen mit dem Calcium die [Wasserhärte](#). Im [Meerwasser](#) ist es zu mehr als  $1 \text{ kg/m}^3$  enthalten.

**Name**

**Vorkommen**

Name	Vorkommen

Natrium

## Vorkommen [\[Bearbeiten\]](#)



Halit

Im Universum steht Natrium in der Häufigkeit an 14. Stelle<sup>[6]</sup>, vergleichbar mit Calcium und Nickel. Im ausgestrahlten [Licht](#) vieler [Himmelskörper](#), auch dem der [Sonne](#), kann die gelbe [Natrium-D-Linie](#) gut nachgewiesen werden. Die Intensität dieser Strahlung im [Spektrum](#) des Sonnenlichts hat im Laufe der [Evolution](#) dazu geführt, dass sich das Empfindlichkeitsmaximum unserer [Augen](#) auf diese Farbe eingestellt hat.

Auf der Erde ist Natrium mit einem Anteil an der [Erdkruste](#) von 2,36 %<sup>[7]</sup> das sechshäufigste Element. Es

---

**Name****Vorkommen**

---

das sechsthäufigste Element. Es kommt aufgrund seiner Reaktivität nicht elementar, sondern stets in Verbindungen, den Natrium-Salzen vor. Ein großer Speicher von Natrium ist das [Meerwasser](#). Ein Liter Meerwasser enthält durchschnittlich 11 Gramm Natriumionen.<sup>[1]</sup>

Häufige Natriumminerale sind [Albit](#), auch Natronfeldspat genannt,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  und [Oligoklas](#)  $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})_3\text{O}_8$ . Neben diesen gesteinsbildenden Mineralen, die zu den [Feldspaten](#) zählen, kommt Natrium in großen [Salzlagerstätten](#) vor. Es existieren vor allem große Lagerstätten an [Halit](#) ([Natriumchlorid](#), umgangssprachlich häufig *Steinsalz* genannt), die durch

---

**Name****Vorkommen**

---

Neon

Das seltene Element Neon kommt atomar in der [Luft](#) vor und steht in der Häufigkeit der chemischen Elemente an 77. Stelle, zwischen Platin und Helium. Die technische Gewinnung erfolgt durch [fraktionierte Destillation](#) von verflüssigter Luft. Auch wenn es auf der Erde eines der seltensten natürlichen Elemente ist, so kommt es im Weltall (nach [Wasserstoff](#) und [Helium](#)) am dritthäufigsten vor.<sup>[4]</sup>

---

---

**Name**

**Vorkommen**

---

---

--	--

roter Phosphor

## Vorkommen [\[Bearbeiten\]](#)

In der Natur kommt Phosphor ausschließlich in gebundener Form, das heißt nicht gediegen, meist in Form der [Phosphate](#) in der Erdkruste vor (Gehalt in der Erdkruste:  $\sim 0,09\%$ <sup>[6]</sup>). Typische [Mineralien](#) sind etwa die [Apatite](#)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ . Besonders der [Fluorapatit](#) und der mit [Calciumcarbonat](#) durchsetzte [Phosphorit](#) stellen ökonomisch die wichtigsten Phosphate dar. Darüber hinaus gibt es weitere phosphorhaltige Mineralien, wie beispielsweise den [Wavellit](#)  $\text{Al}_3(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{OH}) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , den [Vivianit](#)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  und den [Türkis](#)  $\text{CuAl}_6[(\text{PO}_4)(\text{OH}_2)]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Die größten Vorkommen an Phosphat-Mineralien findet man in Afrika ([Marokko](#), [Westsahara](#)), in China und den USA ([Florida](#)). Die kontinentalen Vorkommen reichen nur noch für wenige Jahrzehnte; Schätzungen variieren zwischen 50<sup>[7]</sup> und 130 Jahren.<sup>[8]</sup> Es existieren allerdings große Vorkommen unter Wasser, die momentan nicht

---

**Name****Vorkommen**

---

wasser, die momentan nicht ökonomisch abgebaut werden können.<sup>[9]</sup>

Außer in Mineralien kommt Phosphor auch in Ablagerungen von Vogelkot von [Meeresvögeln](#), dem sogenannten [Guano](#) (enthält 7–8 %, selten bis 60 % [Chilesalpeter](#) und maximal etwa 40 % Phosphate)<sup>[10]</sup> vor. Dieser findet sich vorwiegend auf einigen Inseln im Pazifischen Ozean, wie [Nauru](#) oder [Kiribati](#) und in Südamerika ([Peru/Chile](#)). Auf Nauru gehen die Phosphor-Vorräte seit Mitte der 1970er Jahre kontinuierlich zurück und sind mittlerweile fast völlig erschöpft.

Von den weltweit jährlich geförderten etwa 100 Millionen

Sauerstoff

**Vorkommen auf der Erde**[\[Bearbeiten\]](#)

Feldspat

Sauerstoff ist das häufigste und am weitesten verbreitete Element auf der Erde. Es kommt sowohl in der [Atmosphäre](#), als auch in der [Lithosphäre](#), der [Hydrosphäre](#) und der [Biosphäre](#) vor. Sauerstoff hat einen [Massenanteil](#) von 50,5 %<sup>[3]</sup> an der [Erdhülle](#) (bis 16 km Tiefe, einschließlich Hydro- und Atmosphäre). An der Luft beträgt sein Massenanteil 23,16 %<sup>[4]</sup> ([Volumenanteil](#): 20,95 %<sup>[4]</sup>), an Wasser 88,8 %<sup>[4]</sup> (Meerwasser: 86 %<sup>[4]</sup>, da dort größere Mengen Ionen gelöst sind).

In elementarem Zustand wird Sauerstoff in Form von O<sub>2</sub> in der Atmosphäre und in Gewässern gelöst

---

**Name****Vorkommen**

---

gefunden. Dabei hält sich der relativ reaktionsfreudige Sauerstoff auf Dauer nur in Form eines [Fließgleichgewichtes](#), da Sauerstoff produzierende Pflanzen immer soviel nachliefern, wie ständig von atmenden Lebewesen wieder verbraucht wird. Ohne diesen biologischen Kreislauf würde er nur in Verbindungen vorkommen. Die Entwicklung der Sauerstoffkonzentrationen in der Erdatmosphäre wird im Artikel [Entwicklung der Erdatmosphäre](#) beschrieben. In geringen Mengen ist das Sauerstoff-Allotrop O<sub>3</sub> ([Ozon](#)) in der Atmosphäre vorhanden.

## Schwarzer Phosphor

In der Natur kommt Phosphor ausschließlich in gebundener Form, das heißt nicht gediegen, meist in Form der [Phosphate](#) in der Erdkruste vor (Gehalt in der Erdkruste:  $\sim 0,09\%$ <sup>[7]</sup>). Typische [Mineralien](#) sind etwa die [Apatite](#)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ . Besonders der [Fluorapatit](#) und der mit [Calciumcarbonat](#) durchsetzte [Phosphorit](#) stellen ökonomisch die wichtigsten Phosphate dar. Darüber hinaus gibt es weitere phosphorhaltige Mineralien, wie beispielsweise den [Wavellit](#)  $\text{Al}_3(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{OH}) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , den [Vivianit](#)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  und den [Türkis](#)  $\text{CuAl}_6[(\text{PO}_4)(\text{OH}_2)]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Die größten Vorkommen an Phosphat-Mineralien findet man in Afrika ([Marokko](#), [Westsahara](#)), in China und den USA ([Florida](#)). Die kontinentalen Vorkommen reichen nur noch für wenige Jahrzehnte; Schätzungen variieren zwischen 50<sup>[8]</sup> und 130 Jahren.<sup>[9]</sup> Es existieren allerdings große Vorkommen unter Wasser, die momentan nicht ökonomisch abgebaut werden können.<sup>[10]</sup>

---

**Name****Vorkommen**

---

Außer in Mineralien kommt Phosphor auch in Ablagerungen von Vogelkot von [Meeresvögeln](#), dem sogenannten [Guano](#) (enthält 7–8 %, selten bis 60 % [Chilesalpeter](#) und maximal etwa 40 % Phosphate)<sup>[1]</sup> vor. Dieser findet sich vorwiegend auf einigen Inseln im Pazifischen Ozean, wie [Nauru](#) oder [Kiribati](#) und in Südamerika ([Peru/Chile](#)). Auf Nauru gehen die Phosphor-Vorräte seit Mitte der 1970er Jahre kontinuierlich zurück und sind mittlerweile fast völlig erschöpft.

Von den weltweit jährlich geförderten etwa 100 Millionen Tonnen an Rohphosphaten werden etwa 90 % zur Herstellung von

---

**Name**

**Vorkommen**

---

Schwefel

## Modifikationen [\[Bearbeiten\]](#)

Schwefel tritt in verschiedenen [Modifikationen](#) auf:



hochreine Schwefelkristalle

### Fester Schwefel

- Die bei Raumtemperatur [thermodynamisch](#) stabilste Modifikation des Schwefels ist  $\alpha$ -Schwefel, [orthorhombisch](#) kristallisierend (orthorhombischer Schwefel).

---

**Name****Vorkommen**

---

Er ist geruch- und geschmackslos und hat die typische schwefelgelbe Farbe.

- Bei 95,6 °C liegt der Umwandelungspunkt zu  $\beta$ -Schwefel. Diese Schwefelmodifikation ist fast farblos und kristallisiert **monoklin** (monokliner Schwefel).
- Seltener ist der ebenfalls monoklin kristallisierende  $\gamma$ -Schwefel ([Rosickyit](#)).

Silicium

**Nutzung in vorindustrieller****Zeit** [\[Bearbeiten\]](#)

Siliciumhaltige Verbindungen, vor allem Gesteine, spielen in der Menschheitsgeschichte als Baumaterial traditionell eine wichtige Rolle. Typische Beispiele für frühe Bauwerke aus Stein sind [Stonehenge](#) oder die ägyptischen [Pyramiden](#). Ein weiteres wichtiges silicathaltiges Material, das seit langer Zeit als Baumaterial dient, ist [Lehm](#), der zunächst im Astgeflecht-[Lehmbau](#), später in [Ziegelform](#) verwendet wurde. [Zement](#), der ebenfalls silicathaltig ist, wurde erstmals von den Römern entwickelt.

Aufgrund ihrer scharfen Schnittkanten fanden siliciumhaltige Gesteine in der Steinzeit auch Einsatz als Werkzeuge. Bereits in vorgeschichtlicher Zeit ist zum Beispiel [Obsidian](#) als besonders geeignetes Werkzeugmaterial abgebaut und durch Handel weithin verbreitet worden. Auch [Feuerstein](#) wurde in Kreidegebieten, etwa in [Belgien](#) und [Dänemark](#), bergmännisch gewonnen. Bei der

---

**Name****Vorkommen**

---

Metallgewinnung, insbesondere bei der Stahlherstellung, wird Silikat-Schlacke zum Schutz der Herde und Öfen vor Sauerstoffzutritt und als Form aus Ton oder Sand eingesetzt; dabei wurde möglicherweise die [Glasherstellung](#) entdeckt

**Elemententdeckung** [[Bearbeiten](#)]

Als Element wurde Silicium vermutlich zum ersten Mal von [Antoine Lavoisier](#) im Jahre 1787 und unabhängig davon von [Humphry Davy](#) im Jahre 1800 hergestellt, fälschlicherweise jedoch für eine Verbindung gehalten. Im Jahre 1811 stellten der Chemiker [Joseph Louis Gay-Lussac](#) und [Louis Jacques Thénard](#) (vgl. [Thénards Blau](#))

## Stickstoff

Schon im 19. Jahrhundert erkannte man, dass ein großer Teil der pflanzlichen Materie Stickstoff enthält und ein wichtiges Bauelement aller Lebewesen ist. Er ist das wesentliche Element der **Proteine** und **Proteide** (Eiweißstoffe) und der **DNA**. Stickstoff ist daher auch Baustein aller **Enzyme**, die den pflanzlichen, tierischen und menschlichen Stoffwechsel steuern. Stickstoff ist für jedes Leben unentbehrlich.

**Stickstoff in der Luft** [\[Bearbeiten\]](#)

Die Lufthülle der Erde besteht zu 78,09 vol% (75,53 % Gewichtsanteil) aus molekularem Stickstoff. Lediglich eine kleine Anzahl von Mikroorganismen kann ihn nutzen, in ihre Körpersubstanz einbauen oder auch an Pflanzen abgeben. Pflanzen können, soweit bekannt, den gasförmigen Stickstoff der Luft nicht unmittelbar nutzen. Die Überführung in eine Form, die von den Pflanzen verwertbar ist, geschieht durch

**Name**

**Vorkommen**

Name	Vorkommen

## Wasserstoff

**Irdische Vorkommen**

Auf der [Erde](#) ist der Massenanteil wesentlich geringer, auf das Gesamtgewicht bezogen etwa 0,12 %, auf die Erdkruste bezogen 2,9 %. Außerdem liegt – im Gegensatz zu den Vorkommen im All – der irdische Wasserstoff überwiegend gebunden und fast nie rein (d. h. als unvermisches Gas) vor. Von keinem anderen Element sind so viele Verbindungen bekannt; die häufigste ist Wasser.

**Erdkruste**

Das Element kommt aber auch in allen Lebewesen, in [Erdöl](#), [Erdgas](#) und in vielen [Mineralen](#) vor. Andere natürliche Vorkommen sind natürliche [Gase](#), beispielsweise [Methan](#) (CH<sub>4</sub>).

**Salz- und Süßwasser**

Der größte Anteil irdischen Wasserstoffs kommt in der Verbindung Wasser vor. In dieser Form bedeckt er über zwei Drittel der Erdoberfläche. Die gesamten Wasservorkommen der Erde belaufen

---

**Name****Vorkommen**

---

sich auf circa 1386 Milliarden km<sup>3</sup>. Davon entfallen 1338 Milliarden km<sup>3</sup> (96,5 %) auf Salzwasser in den **Ozeanen**. Die verbliebenen 3,5 % liegen als Süßwasser vor. Davon befindet sich wiederum der größte Teil im festen Aggregatzustand: in Form von Eis in der **Arktis** und **Antarktis** sowie in den **Permafrostböden** v. a. in **Sibirien**. Der geringe restliche Anteil ist flüssiges Süßwasser und findet sich meist in **Seen** und **Flüssen**, aber auch in unterirdischen Vorkommen, etwa als **Grundwasser**.

**Atmosphäre**

In der **Erdatmosphäre** liegt Wasserstoff fast ausschließlich chemisch gebunden hauptsächlich in

## weißer Phosphor

In der Natur kommt Phosphor ausschließlich in gebundener Form, das heißt nicht gediegen, meist in Form der [Phosphate](#) in der Erdkruste vor (Gehalt in der Erdkruste:  $\sim 0,09\%$ <sup>[6]</sup>). Typische [Mineralien](#) sind etwa die [Apatite](#)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ . Besonders der [Fluorapatit](#) und der mit [Calciumcarbonat](#) durchsetzte [Phosphorit](#) stellen ökonomisch die wichtigsten Phosphate dar. Darüber hinaus gibt es weitere phosphorhaltige Mineralien, wie beispielsweise den [Wavellit](#)  $\text{Al}_3(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{OH}) \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , den [Vivianit](#)  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  und den [Türkis](#)  $\text{CuAl}_6[(\text{PO}_4)(\text{OH}_2)]_4 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ .

Die größten Vorkommen an Phosphat-Mineralien findet man in Afrika ([Marokko](#), [Westsahara](#)), in China und den USA ([Florida](#)). Die kontinentalen Vorkommen reichen nur noch für wenige Jahrzehnte; Schätzungen variieren zwischen 50<sup>[7]</sup> und 130 Jahren.<sup>[8]</sup> Es existieren allerdings große Vorkommen unter Wasser, die momentan nicht ökonomisch abgebaut werden können.<sup>[9]</sup>

---

**Name****Vorkommen**

---

Außer in Mineralien kommt Phosphor auch in Ablagerungen von Vogelkot von [Meeresvögeln](#), dem sogenannten [Guano](#) (enthält 7–8 %, selten bis 60 % [Chilesalpeter](#) und maximal etwa 40 % Phosphate)<sup>[10]</sup> vor. Dieser findet sich vorwiegend auf einigen Inseln im Pazifischen Ozean, wie [Nauru](#) oder [Kiribati](#) und in Südamerika ([Peru/Chile](#)). Auf Nauru gehen die Phosphor-Vorräte seit Mitte der 1970er Jahre kontinuierlich zurück und sind mittlerweile fast völlig erschöpft.

Von den weltweit jährlich geförderten etwa 100 Millionen Tonnen an Rohphosphaten werden etwa 90 % zur Herstellung von