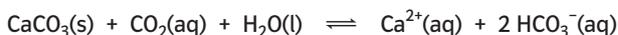


15.26 Durchblick: Zusammenfassung und Übung

Zu den Aufgaben

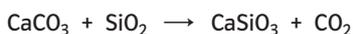
A1 In Gebieten mit Kalkgestein reagiert das atmosphärische, im Regenwasser gelöste CO_2 mit Calciumcarbonat zu einer wässrigen Lösung von Calciumhydrogencarbonat:



Dort, wo der Untergrund aus Silikatgestein besteht, das Calciumsilicat enthält, reagiert die wässrige CO_2 -Lösung mit Calciumsilicat zu Calciumhydrogencarbonat; zurück bleiben unlösliche Silicate. Flüsse transportieren das gelöste Calciumhydrogencarbonat zum größten Teil in die Meere. Auf dem Transportweg kann es – durch Verschiebung des oben beschriebenen Gleichgewichts nach links – zur Abscheidung von Calciumcarbonat (Kalktuff) kommen.

Im Meer wird Calciumcarbonat beim Aufbau von Skeletten und Schalen der Meeresorganismen abgeschieden und CO_2 freigesetzt, das in die Atmosphäre zurückströmt. Das Gleichgewicht wird dadurch weitgehend auf die Seite dieser Stoffe verschoben. Mit abgestorbenen Organismen sinkt das eingebaute Calciumcarbonat auf den Meeresboden und wird sedimentiert. Zum Teil wird Calciumcarbonat auch ohne Beteiligung von Organismen abgeschieden.

Durch Verschiebungen in der Erdkruste können die gebildeten Carbonatsedimente in große Tiefen gelangen und bei hohen Temperaturen mit Silikatgestein reagieren, z.B. mit Siliciumdioxid:



Das entstehende CO_2 gelangt durch Vulkanismus wieder in die Atmosphäre.

A2 Fotosynthese und damit Entnahme von CO_2 aus der Atmosphäre erfolgt hauptsächlich in den Blättern der Baumkronen. Damit ist in dieser Höhe die CO_2 -Konzentration am geringsten, sie nimmt nach unten zu. Der Unterschied der beobachteten Konzentrationen von CO_2 ist bei hochsommerlichen Temperaturen am deutlichsten. Die höchste CO_2 -Konzentration in Bodennähe beruht auf der intensiven Bodenatmung der Mikroorganismen in der Humusschicht des Bodens. (*Hinweis:* Zur Bestimmung der CO_2 -Konzentration in der Luft nutzt man die Absorption von CO_2 im infraroten Bereich. Im Messgerät wird Infrarotstrahlung erzeugt, die nach Durchgang durch die Luft auf einen Infrarotsensor trifft. Je schwächer das Signal, desto höher ist die CO_2 -Konzentration.)

A3 Der Anstieg der CO_2 -Konzentration der Atmosphäre hatte auch eine Zunahme der CO_2 -Konzentration im Oberflächenwasser der Meere zur Folge. Gegenüber der vorindustriellen Zeit hat der pH-Wert um durchschnittlich 0,11 Einheiten abgenommen, verursacht durch die Verschiebung des folgenden Gleichgewichts nach rechts:



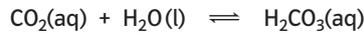
Obwohl das Wasser der Meere mit einem durchschnittlichen pH-Wert von ca. 8,1 noch schwach alkalisch ist, bedeutet eine Zunahme der H_3O^{+} -Konzentration eine Versauerung. Vor allem, wenn man bedenkt, dass die Versauerung beschleunigt zunimmt und in manchen Bereichen deutlich über dem Durchschnittswert liegt, mit gefährlichen Folgen für das Ökosystem.

A4 Durch Aktivitäten des Menschen ist die CO_2 -Bilanz der Atmosphäre nicht ausgeglichen. Der Anstieg der CO_2 -Konzentration wird verursacht durch

- Verbrennung fossiler Energieträger,
- Freisetzung von CO_2 durch den Einsatz von Kalkgestein bei der Zementherstellung,
- großflächige Brandrodung tropischer Urwälder.

Ein Teil der anthropogenen Emissionen wird von der Biosphäre und vom Meer aufgenommen. Diese Senken haben bisher einen wesentlich höheren Anstieg der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre verhindert. Im Meer wirkt sich die CO_2 -Aufnahme allerdings ungünstig aus, siehe A3.

A5 Bei einer Algenblüte werden durch die Fotosynthese große Mengen des im Meerwasser gelösten CO_2 vom Phytoplankton aufgenommen. Dadurch wird das Gleichgewicht zwischen dem im Wasser gelösten und dem gasförmigen CO_2 in der Luft gestört, sodass sich atmosphärisches CO_2 im Meerwasser löst und den Verbrauch zum Teil ausgleicht. Weiteres CO_2 wird auch durch eine Verschiebung des $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ -Gleichgewichts nachgeliefert:



A6 Für Kulturpflanzen gelten folgende Elemente als essenziell: C (Kohlenstoff), H (Wasserstoff), O (Sauerstoff), N (Stickstoff), S (Schwefel), P (Phosphor), Mg (Magnesium), K (Kalium), Ca (Calcium), Fe (Eisen), Mn (Mangan), Zn (Zink), Cu (Kupfer), Ni (Nickel), Mo (Molybdän), Cl (Chlor), B (Bor).

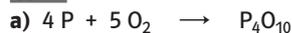
A7 Um zu untersuchen, ob ein bestimmtes Element essenziell ist, werden Pflanzen einer Art in Hydrokulturen gezogen. Für einen Teil der Pflanzen (Vergleichspflanzen) wird ein Vollmedium hergestellt, das alle bisher als essenziell ermittelten Elemente in einer für die Pflanze verwertbaren Form und im richtigen Verhältnis zueinander enthält. Für einen anderen Teil der Pflanzen (Testpflanzen) wird ein Kulturmedium eingesetzt, das mit dem der ersten Gruppe weitgehend übereinstimmt, allerdings fehlt das zu testende Element. Wenn die Testpflanzen genauso gut wie die Vergleichspflanzen wachsen, dann gehört das Element nicht zu den essenziellen.

Im Fall von Magnesium zeigen die Testpflanzen Mangelercheinungen wie geringeres Wachstum und unnatürlich gefärbte Blätter. Daraus kann man schließen, dass Magnesium essenziell für diese Pflanzenart ist. *Hinweis:* Ohne Magnesium kann die Pflanze kein Chlorophyll bilden.

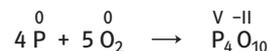
A8

Verhältnisformel	Name
KHSO_4	Kaliumhydrogensulfat
K_2SO_4	Kaliumsulfat
NH_4NO_3	Ammoniumnitrat
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Calciumnitrat
AgNO_3	Silbernitrat
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Calciumphosphat
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	Calciumdihydrogenphosphat
CaHPO_4	Calciumhydrogenphosphat

A9



b) Die Reaktion von Phosphor mit Sauerstoff ist eine Redoxreaktion:



Die Oxidationszahl des Phosphor-Atoms wird erhöht (Oxidation). Die Oxidationszahl des Sauerstoff-Atoms wird erniedrigt (Reduktion).

Bei den anderen beiden Reaktionen bleiben die Oxidationszahlen unverändert, sie sind also keine Redoxreaktionen.

A10 Phytoplankton, die Grundlage für das Leben im Meer, benötigt für seine Existenz nicht nur Kohlenstoffdioxid und Wasser. Lebensnotwendig sind Mineralsalze, die z.B. durch Flüsse ins Meer befördert werden. Algenwachstum findet aber nicht nur in den küstennahen Schelfmeeren statt sondern auch im weiten Ozean, und zwar dort, wo durch Meeresströmungen Wasser mit Mineralstoffen aus der Tiefe aufsteigt oder wo sie mit Wüstenstaub durch Stürme weiträumig verteilt werden.

A11

- Stickstofffixierende Bakterien reduzieren N_2 -Moleküle zu NH_4^+ -Ionen.
- Ammoniakbildende Bakterien zersetzen organisches Material; dabei entstehen ebenfalls NH_4^+ -Ionen.
- Nitrifizierende Bakterien oxidieren NH_4^+ -Ionen zu NO_3^- -Ionen.
- Denitrifizierende Bakterien reduzieren NO_3^- -Ionen zu N_2 -Molekülen.

Die NH_4^+ - und NO_3^- -Ionen sind lebenswichtig für die Pflanzen, da diese keinen Stickstoff aus der Luft aufnehmen können. (Ohne Stickstoff könnten die Pflanzen keine Aminosäuren aufbauen.) Ohne die Bodenbakterien wären die Pflanzen völlig auf Kunstdünger angewiesen. Eine Ausnahme sind Pflanzen, die in einer Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien (Knöllchenbakterien) leben.

A12 Eine Kuh produziert 50 bis 100 kg Stickstoff-Verbindungen im Jahr. Davon entweichen 20 bis 40 kg in Gasform. Übrig bleiben mindestens 30 kg, höchstens 60 kg. Bezogen auf 50 Kühe bedeutet dies, dass mindestens 1 500 kg, höchstens 3 000 kg Stickstoff-Verbindungen pro Jahr auf die Felder ausgebracht werden.

A13 Aus Nitrat-Ionen können durch bakterielle Einwirkung Nitrit-Ionen entstehen. Von ihnen können die folgenden Schädwirkungen ausgehen:

- Chemische Reaktion mit Hämoglobin. Der so veränderte Blutfarbstoff kann seine Aufgabe als Sauerstofftransportmittel nicht mehr erfüllen. Gefährdet sind vor allem Säuglinge.
- Bildung von Krebs erregenden Nitrosaminen. Nitrit-Ionen reagieren mit anderen Molekülen, die N-Atome enthalten (z. B. Aminosäuren), zu krebserregenden Nitrosamin-Molekülen.