

Karbondioksid

Forfatter: Haakon Haraldsen

Karbondioksid. CO₂, ved alminnelig temperatur og trykk en fargeløs gass med svak syrlig lukt og smak. Karbondioksid er en meget stabil forbindelse; først ved temperaturer over 2000 °C spaltes den i karbonmonoksid og oksygen: $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$. Den er betydelig løselig i vann.

Forekomst

Karbondioksid forekommer både i fri og bundet tilstand i naturen. I fri tilstand er karbondioksid en meget viktig bestanddel av atmosfærisk luft. I gjennomsnitt inneholder luft 0,03 volumprosent (0,042 vektprosent) karbondioksid. Totalt tilsvarer dette 2300 milliarder tonn CO₂ i atmosfæren. Hydrosfæren, dvs. alt flytende og fast vann på jordoverflaten, inneholder ca. 50 ganger så mye CO₂, dvs. ca. 100 000 milliarder tonn CO₂, i form av løst karbondioksid, hydrogenkarbonat eller karbonat. Mange mineralkilder inneholder betydelige mengder karbondioksid. Flere steder, særlig i nærheten av vulkaner, strømmer karbondioksid ut av revner og sprekker i jorden.

Ved forbrenning av f.eks. ved, kull, koks og petroleum under tilstrekkelig oksygentilførsel, fås karbondioksid. Også ved forbrenningsreaksjoner i organismen dannes karbondioksid. Den forlater kroppen gjennom utåndingsluft, som har et CO₂-innhold på ca. 4 %.

Spormengder av karbonisotopen ¹⁴C vil i atmosfæren foreligge i form av ¹⁴CO₂. Metabolisme av ¹⁴CO₂ av levende organismer gir opphav til radioaktiv aldersbestemmelse av karbonholdig materiale. Kjemisk bundet CO₂ finnes i de mange, naturlig forekommende karbonater, fremfor alt i form av kalsiumkarbonat, CaCO₃, og magnesiumkarbonat, MgCO₃ (se karbonater).

Egenskaper

Karbondioksid er ikke brennbar og underholder heller ikke forbrenningen. Et brennende lys vil derfor slukne i karbondioksid, og CO₂ kan derfor anvendes som brannsløkningsmiddel. Karbondioksids densitet, 1,9768 g/dm³, er 1,5 ganger større enn luftens, og gassen samler seg derfor på bunnen i rom der det utvikles slik gass, f.eks. i grotter og (potet)kjellere. Kjent er Hundegrotten i Napoli, der det 50 cm nederste gasslaget over bunnen inneholder ca. 70 % karbondioksid, noe små dyr som hunder ikke kan leve i. Mennesker som går oppreist, vil derimot kunne puste uhindret.

Karbondioksidgass lar seg lett kondensere til væske. Kritisk temperatur og trykk er henholdsvis 31,0 °C og 75,282 atm. Ved 20 °C går CO₂ over i flytende tilstand ved å utsettes for et trykk på 56,5 atm.

Flytende CO₂ er en fargeløs, lett bevegelig væske. Ved et ytre trykk på 5,2 atm vil væsken fryse ved 56,6 °C til en islignende masse. Ved atmosfæretrykk fås derimot ingen væskefase og fast CO₂ sublimerer ved -78,5 °C, dvs. det går direkte over i gassfase. Karbondioksid kan derfor bare fås i flytende tilstand under overtrykk. I denne form kommer det i handelen fylt på stålflasker. Åpner man ventilen på en slik flaske,

fordamper det flytende karbondioksid under meget stort varmeforbruk, temperaturen synker til sublimasjonspunktet $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, og det oppstår en snøliggende masse som i presset tilstand kalles tørris.

Karbondioksid løser seg lett i vann. Løseligheten skjer med økende trykk og avtagende temperatur. Ved $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ og 1 atm løser 1 l vann 1 l CO_2 , ved $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1,7 l CO_2 . Karbondioksid gir vannet en frisk smak og blir derfor brukt som tilsetning til leskedrikker («kullsyre»).

Vandige løsninger av CO_2 reagerer svakt surt. Dette skyldes at løst CO_2 delvis reagerer med vann og danner karbonsyre: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$, en svak, toprotisk syre. Imidlertid er det kun 0,2 % av det løste CO_2 som foreligger som karbonsyre, 99,8 foreligger som CO_2 . Dersom CO_2 ledes inn i kalkvann (se kalsiumhydroksid), dannes bunnfall av kalsiumkarbonat: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Man sier at karbondioksid blakker kalkvann, og slik felling kan brukes til kvalitativ påvisning av CO_2

Fremstilling

I laboratoriet fremstilles karbondioksid ved å sette saltsyre til kalsiumkarbonat: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Ved mange industrielle prosesser dannes store mengder CO_2 , som unnslipper i atmosfæren uten å bli benyttet. Handelsproduktet blir fremstilt f.eks. ved fullstendig forbrenning av kull, koks, petroleum og naturgass i luft: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$. Fås også som biprodukt ved kalkbrenning, ved ammoniakkproduksjonen og ved gjæringsprosesser.

Anvendelser

Store mengder karbondioksid blir brukt til sodafabrikasjon, til fremstilling av urea, blyhvitt, bariumkarbonat m.m. I løst tilstand finner man CO_2 i øl, mineralvann og andre leskedrikker, i musserende vin m.m., i flytende tilstand i kuldemaskiner, i brannsløkningsapparater, i fast tilstand som tørris. Karbondioksid finner dessuten anvendelse som inert gass ved kjemiske prosesser, i veksthus som tilsetning til luften, i gasslasere m.m.

Fysiologisk virkning

Et innhold av 4–5 % CO_2 i luft kan ved lengre tids innånding fremkalle bevisstløshet hos mennesker. 8 % CO_2 i luft medfører etter 30–60 minutter bevisstløshet og død. CO_2 er ikke i seg selv giftig, men den virker kvelende fordi det ikke blir tilstrekkelig oksygen for åndedrettet. Motmiddel er gjenopplivningsforsøk med frisk luft eller oksygentilførsel. I mindre mengder stimulerer CO_2 åndedrettet. Pustefunksjonen hos dyr styres av CO_2 -innholdet i blodet.

Det CO_2 som tilføres organismen gjennom karbondioksidholdige drikkevarer, har ingen skadelig virkning. Alkoholiske drikkevarer som inneholder CO_2 , virker hurtigere berusende enn tilsvarende CO_2 -frie drikkevarer.

Som tilsetningsstoff

Karbondioksid har kodennummer E290. Gass som brukes i brus og øl; er tillatt i alle matvarer. Brukes også som pakkegass for å øke holdbarhet på en del plastpakkede produkter.

CO₂-balansen

Av grunnleggende betydning for alt liv på Jorden er det kretsløp karbondioksid gjennomløper fra den døde natur til den levende natur og derfra tilbake til den døde natur, særlig gjennom fotosyntesen hos grønne planter og åndedrettsprosessen hos levende organismer. Fotosyntesen fører til at karbondioksid bindes i form av organiske forbindelser, åndedrettsprosessen fører til frigjøring av karbondioksid. Alt i alt regner man med at fotosyntesen trekker ca. 60 milliarder tonn CO₂ ut av luften per år og at den samme mengde føres tilbake ved åndedretts- og forråtnelsesprosesser.

Det er nesten likevekt mellom det karbondioksid som tilføres atmosfæren ved naturlige prosesser og det som fratas den. Hydrosfæren avgir årlig ca. 100 milliarder tonn CO₂ til atmosfæren, omtrent like meget gir atmosfæren tilbake til hydrosfæren. Ca. 100 millioner tonn CO₂ blir årlig tatt opp fra atmosfæren pga. forvitningsprosesser som fører til karbonatdannelse, og omtrent den samme mengde strømmer årlig ut fra vulkaner, karbondioksidkilder o.l.

Menneskelig innvirkning

Ved forbrenning av kull, petroleum og naturgass blir atmosfæren årlig tilført ca. 6 milliarder, og ved nåtidens intensive landbruk ca. 2 milliarder tonn. I den utstrekning dette ikke blir løst i hydrosfæren eller forbrukt på annen måte, vil det forstyrre den naturlige likevekt og øke karbondioksidinnholdet i atmosfæren, og dette vil igjen kunne få innflytelse på klimatiske forhold. Karbondioksid absorberer nemlig infrarøde stråler som reflekteres fra Jordens overflate og bidrar derved til å redusere varmeutstrålingen fra Jorden og til å øke atmosfærens temperatur.

Dersom intet av det CO₂ som menneskene ved sin aktivitet tilfører atmosfæren, går tapt, vil luftens innhold av CO₂ bli fordoblet i løpet av ca. 300 år. Dette vil, etter beregninger isolert sett, føre til at luftens middeltemperatur øker med ca. 4 °C. Ut fra dagens forbruk, vil alt jordisk fossilt brennstoff være oppbrukt om ca. 1000 år, og luftens innhold av CO₂ vil være blitt 18-dobbelt (ca. 40 000 milliarder tonn). Dersom man antar at halvparten av økningen vil gå over i hydrosfæren, vil det likevel føre til en gjennomsnittlig temperaturstigning på ca. 10 °C.

Det er svært mange usikkerhetsmomenter i anslagene over effekten av økt CO₂-innhold til atmosfæren, men det synes sikkert at en langsiktig økning i luftens karbondioksidinnhold vil få betydning for de klimatiske forhold på Jorden. Se også drivhuseffekt og klima (klimaendringer).

Avtaler

På grunn av de mulige klimaendringene har det vært en viktig politisk oppgave å få avtaler som regulerer utslippene av CO₂. 1989 vedtok Stortinget at utslippene av CO₂ skulle stabiliseres på 1989-nivå innen år 2000. Denne målsettingen ble ikke fulgt opp av øvrige tiltak, og 1995 ble den forlatt.

Kyotoavtalen fra 1997 inneholder forpliktelser om å redusere utslippene av CO₂, se Klimakonvensjonen.