

	Global Atmosphere Watch <b>GAW Brief</b> des Deutschen Wetterdienstes Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg	
<a href="http://www.wmo.ch/web/arep/gaw_home.html">www.wmo.ch/web/arep/gaw_home.html</a>	<a href="http://www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm">www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm</a>	
Allgemein Klima Strahlung <b>Treibhausgase</b> Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen <b>Trends Ursachen</b>		

## CO<sub>2</sub> Messungen an den GAW-Stationen Zugspitze und Schauinsland

Nach dem atmosphärischen Wasserdampf trägt das Klimagas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) am stärksten zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei. Ohne Treibhausgase läge die Erdoberflächentemperatur bei  $-18^{\circ}\text{C}$  und es wäre gar kein Leben in der uns bekannten Form auf unserem Planeten möglich.

Quellen von CO<sub>2</sub> in der Erdatmosphäre sind sowohl natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs: Wichtigste anthropogene Quelle ist die Verbrennung von fossilen Energieträgern (Erdöl, Kohle), aber auch die durch den Menschen verursachte Brandrodung, während Waldbrände, die durch Blitzschlag ausgelöst werden, zu den natürlichen Quellen zählen. Eine weitere natürliche Quelle ist die biogene Veratmung organischer Substanz aus Tieren, Pflanzen, Böden oder in bestimmten Fällen aus Gewässern und Sedimenten. Senken von CO<sub>2</sub> sind die Einbindung in Biomasse durch Photosynthese, die wesentlich langsamere Absorption in das Kalk-Kohlensäure Puffergleichgewicht, das in den Ozeanen besteht, sowie die nochmals sehr viel langsamere Deposition (geologische Zeiträume) und schließlich Sedimentation als Karbonatgestein. Natürliche Quellen und Senken waren über lange Zeitspannen der Erdgeschichte im Gleichgewicht.

Da CO<sub>2</sub> während der vergangenen 150 Jahre durch die konventionelle Deckung unseres schnell steigenden Energiebedarfs stark anwachsend emittiert wurde, übertrifft mittlerweile die Quellstärke die der Senken ganz erheblich. Dadurch steigt die atmosphärische Konzentration kontinuierlich. Aufgrund der langen mittleren Lebensdauer des CO<sub>2</sub> von mehreren Jahren und seiner Klimawirksamkeit ist seine langfristige weltweite Überwachung erforderlich. Das atmosphärische Konzentrationsniveau von Kohlendioxid ist vom Jahr 1800 mit 280 ppmV auf einen globalen Mittelwert von 356 ppmV in 1993 angestiegen. Die gegenwärtige Rate der Zunahme beträgt etwa 1.5 ppmV/Jahr. In 2002 betrug der Jahresmittelwert am Schauinsland 374 ppmV. In Abb. 1 ist die längste CO<sub>2</sub>-Messreihe der Welt, die der GAW-Station Mauna Loa auf Hawaii, die längste verfügbare kontinentale Messreihe an der GAW-Station Schauinsland im Schwarzwald und die der GAW-Station Zugspitze dargestellt.

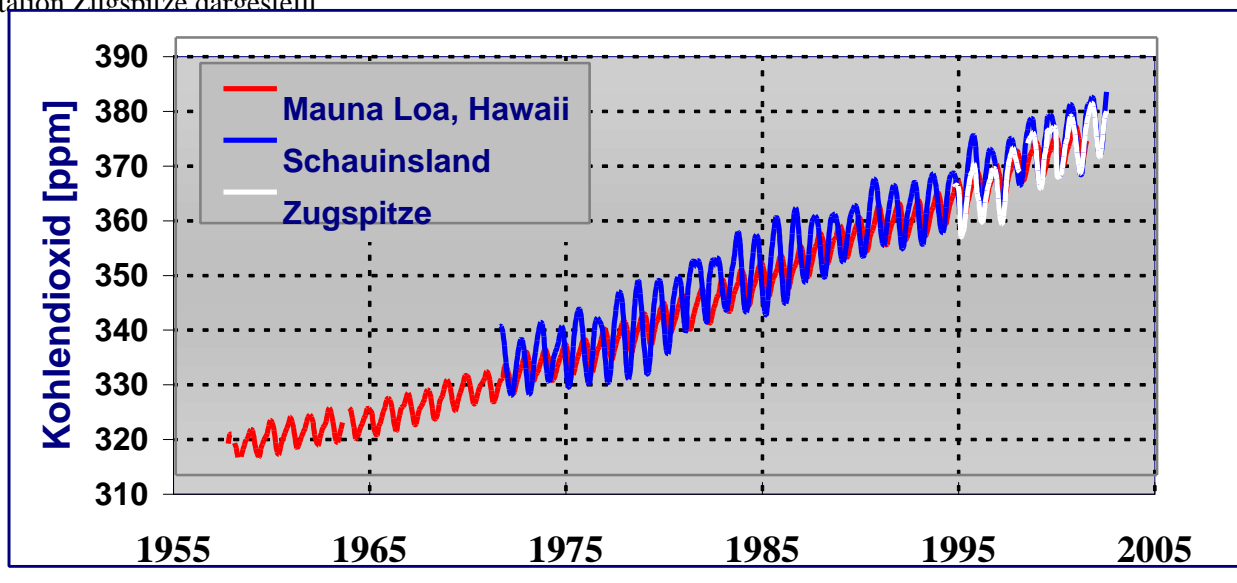


Abb 1: CO<sub>2</sub> Langzeitmessreihen: ab 1957 an der GAW-Station Mauna Loa, Hawaii ; ab 1972 an der GAW-Station Schauinsland und ab 1995 an der GAW-Station Zugspitze des Umweltbundesamtes.

Abbildung 1 zeigt, dass CO<sub>2</sub> neben dem positiven Trend auch einen deutlichen Jahresgang aufweist, der durch jahreszeitlich variierende Quell- und Senkenstärken zu erklären ist: In der Vegetationsperiode von etwa April bis September wird CO<sub>2</sub> durch Photosynthese verstärkt ab- und der Kohlenstoff in organisches Material eingebaut. Im Zeitraum von Oktober bis März dominiert hingegen die Freisetzung von Kohlendioxid durch anthropogene Verbrennungsprozesse sowie biologische Veratmung.

Weiterhin ist die Ausprägung des Jahresgangs auch vom Standort abhängig: Wie Abb. 2 zeigt, unterscheiden sich die mittleren Jahresgänge an den beiden Stationen deutlich. Der Jahresgang auf dem Schauinsland zeigt im Winter wesentlich höhere Werte als auf der Zugspitze, da dieser Messort mit nur wenigen Kilometern Entfernung zur Stadt Freiburg stärker von anthropogenen CO<sub>2</sub>-Quellen beeinflusst wird. Auch aufgrund der im Vergleich zur Zugspitze niedrigeren Höhe des Schauinsland (ca. 1200 m gegenüber 2650 m ü. NN) befindet er sich häufiger in der Mischungsschicht und damit wesentlich näher an bodennahen Quellen, während die Messstation Zugspitze sehr häufig oberhalb dieser Grenzschicht und damit von den bodennahen Prozessen merklich entkoppelt ist. Dieser Höhenunterschied ist auch der Grund für die leicht geringeren Konzentrationen im Sommer: Der Messort Schauinsland liegt wesentlich näher an der Vegetation, bei der das CO<sub>2</sub> in die Biomasse einbaut wird, was sich vor allem im Frühsommer während der starken Wachstumsphase durch niedrigere Werte bemerkbar macht, während die Messstation an der Zugspitze oberhalb der Vegetationsgrenze liegt und insbesondere nachts bei absinkenden Luftmassen von direkt wirkenden Senken abgeschottet ist.

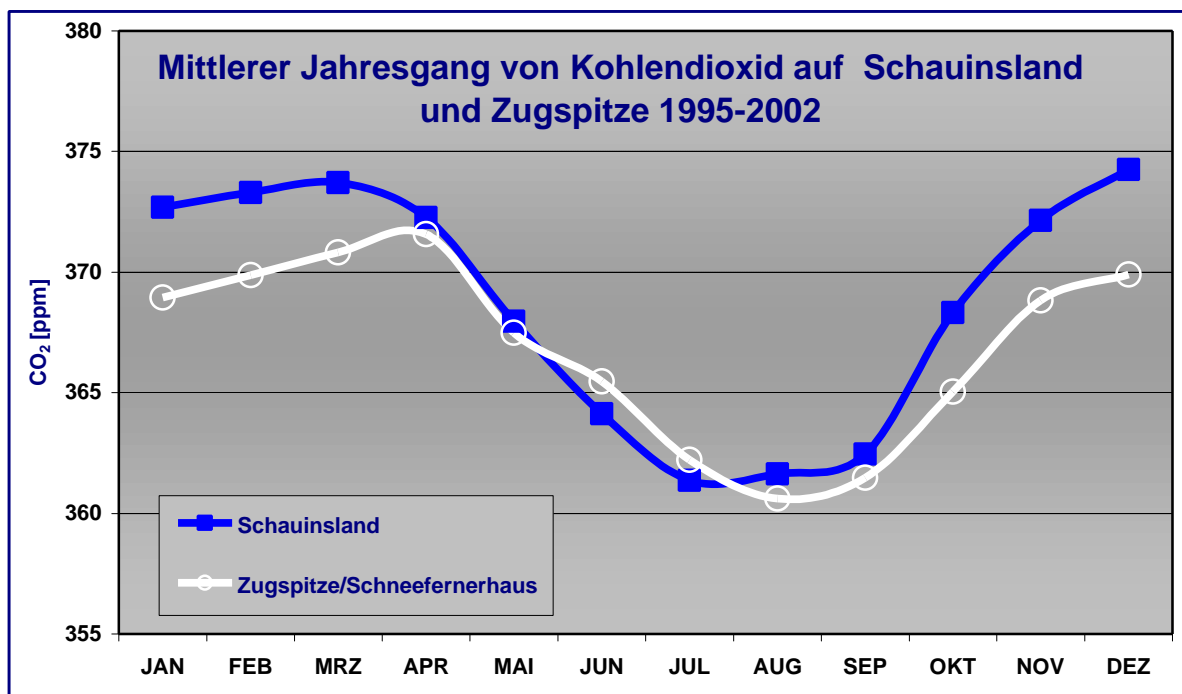


Abb. 2: Mittlere Jahresgänge gemessener CO<sub>2</sub> Konzentrationen an den GAW-Stationen Schauinsland (1200m) und Zugspitze (2650m) von 1995 bis 2002

Der unterschiedliche mittlere Jahresgang zeigt deutlich wie wichtig es ist, atmosphärische Spurengase an verschiedenen, wohl ausgewählten Standorten zu messen: Im CO<sub>2</sub>-Signal an der GAW-Station Schauinsland kann man relativ schnell Änderungen der regionalen Quell- und Senkenstärken feststellen (z.B. Wirksamkeit von Emissionsminderungsmaßnahmen). Sie ermöglicht durch ihre größere Nähe zu Quellen und Senken eine bessere Verfolgung der jahres- und tageszeitlichen CO<sub>2</sub>-Dynamik. An der Zugspitze werden vornehmlich troposphärische Hintergrundkonzentrationen gemessen und damit Trends erfasst, die auf mitteleuropäische oder sogar globale Änderungen der Quellen und Senken zurückzuführen sind.

Die weltweite Zunahme von CO<sub>2</sub> lässt sich an den Stationen Schauinsland und Zugspitze repräsentativ belegen. Sie liegt in guter Übereinstimmung mit den gemessenen Konzentrationswerten von Mauna Loa. Ein Vergleich der Langzeittrends und der mittleren Jahresgänge zeigt, dass verschiedene Standorte notwendig sind, um die regionalen und großräumigen Prozesse der CO<sub>2</sub>-Dynamik zu erfassen. Dies gilt auch für weitere wichtige Spurenstoffe in der Atmosphäre, deren Trends an den beiden Plattformen der GAW-Globalstation Zugspitze/Hohenpeißenberg langfristig verfolgt werden.

Ludwig Ries, Umweltbundesamt, Messstelle Zugspitze, [ludwig.ries@uba.de](mailto:ludwig.ries@uba.de),  
 Rolf Graul, Umweltbundesamt, Messstelle Schauinsland, [rolf.graul@uba.de](mailto:rolf.graul@uba.de),  
 Stefan Gilge, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg, [stefan.gilge@dwd.de](mailto:stefan.gilge@dwd.de),