

	<p>Global Atmosphere Watch</p> <h1 style="margin: 0;">GAW Brief</h1> <h2 style="margin: 0;">des Deutschen Wetterdienstes</h2> <p style="margin: 0;">Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</p>	
www.wmo.ch/web/arep/gaw_home.html	www.dwd.de/de/FundE/Observator/MOHP/hp2/gaw/gaw.htm	
<p>Allgemein Klima Strahlung Treibhausgase Spurengase Aerosol Niederschlag Analysen Trends Ursachen</p>		

Trendumkehr beim Schwefeldioxid?

Stefan Gilge, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

Schwefeldioxid (SO₂) ist ein wichtiges troposphärisches Spurengas, das natürlich (hauptsächlich Vulkanismus) aber in der Nordhemisphäre vor allem anthropogen in die Atmosphäre entlassen wird. Hauptemittenten sind Kraftwerke und industrielle Großfeuerungsanlagen, aber auch Hausbrand (Heizung) und Verkehr (schwefelhaltige Kraftstoffe) liefern Beiträge. SO₂ wird in der Atmosphäre oxidiert und zur Schwefelsäure (H₂SO₄) umgewandelt, die sich sehr gut in Wolkentröpfchen und Aerosolen löst und somit den pH-Wert des Regens herabsetzt. Die Waldschadensdiskussion in den 80er Jahren führte zur massiven Emissionsreduktion von Schwefeldioxid. Die 1995 im Rahmen des GAW-Programms am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) begonnenen Messungen von SO₂ zeigen die "Ausläufer" dieses erfreulicherweise abnehmenden Trends deutlich (siehe Abb.1). Die Korrelation zwischen den Emissionen in Deutschland (Balken in Abb.1; Quelle: Umweltbundesamt) und den gemessenen Konzentrationen (Linie) ist nicht sehr streng, da die relativ lange Lebensdauer des SO₂ (einige Tage) dazu beiträgt, dass zu den am MOHp gemessenen Mischungsverhältnissen neben regionalen auch überregionale und eventl. sogar globale Emissionen beitragen. Der erhöhte Jahresmittelwert 2003 ist z.T. auf verringertes Auswaschen durch Trockenheit im Extremsommer '03 zurückzuführen.

Betrachtet man den SO₂-Konzentrationsverlauf seit etwa dem Jahr 2000 etwas genauer, so scheint sich in den letzten 3 Jahren ein leicht ansteigender Trend anzudeuten. Das ist ein Phänomen, das nicht nur am MOHp, sondern auch an der GAW-Plattform Zugspitze beobachtet wird.

Abb. 2 zeigt den aus Monatsmittelwerten errechneten linearen Trend an verschiedenen Europäischen GAW-Stationen. Mit Ausnahme der tschechischen Station Kosectice zeigen alle Stationen seit 2000 ansteigende Mischungsverhältnisse. Somit können lokale Effekte als Erklärung für die Beobachtungen am MOHp und an der Zugspitze ausgeschlossen werden.

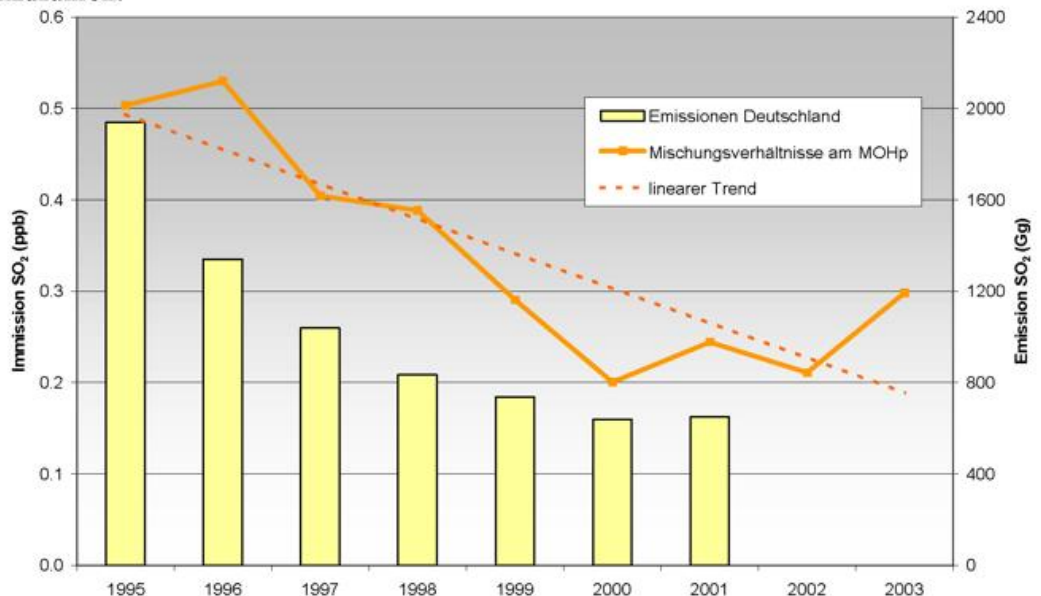


Abb. 1: Zeitreihe der Jahresmittel (durchgezogene Linie) und linearer Trend (unterbrochene Linie) der SO₂-Mischungsverhältnisse am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg in ppb (linke Skala) sowie die SO₂-Emissionen in Deutschland in Gg/Jahr (rechte Skala).

Zur Ursachenanalyse ist auch die indonesische Station Jakarta mit in die Graphik aufgenommen: Im Zuge fortschreitender Industrialisierung in weiten Teilen Asiens ist dort mit erhöhten Emissionen - auch von Schwefeldioxid - zu rechnen. Falls asiatische Emissionen stark an dem an europäischen Stationen erkennbaren Anstieg beteiligt sind, sollte das vor allem im Bereich der westlichen Strömung in der Nordhemisphäre erkannt werden. Abbildung 3 zeigt die SO_2 -Mischungsverhältnisse am MOHp, aufgeschlüsselt nach den beiden Hauptwindrichtungen WSW ($225^\circ - 264^\circ$, 33% Häufigkeit) und NE ($35 - 74^\circ$, 14%).

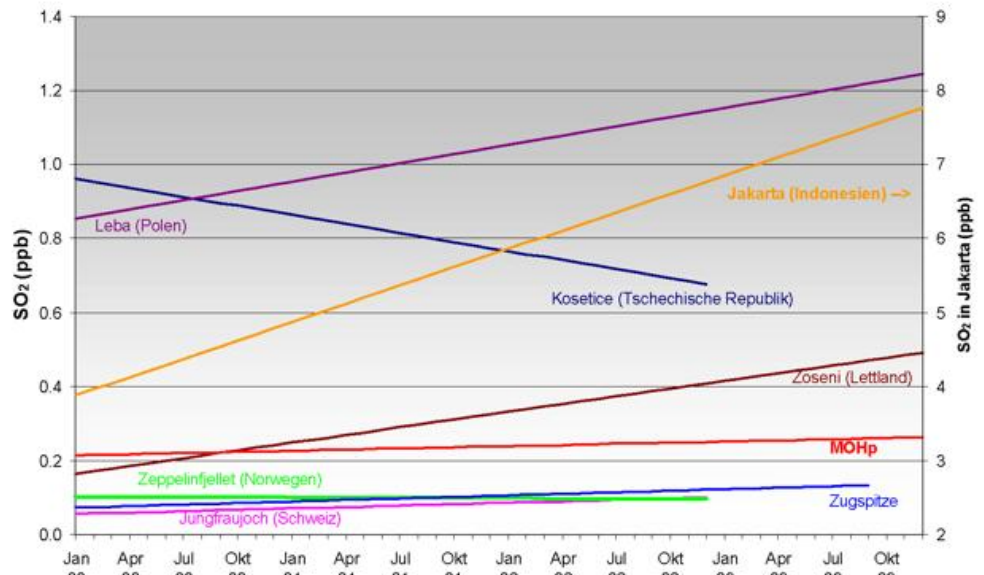


Abb. 2: Linearer SO_2 -Trend (in ppb) seit Januar 2000 an verschiedenen GAW-Stationen auf Basis von Monatsmittelwerten (Jakarta: rechte Skala, alle anderen: linke Skala).

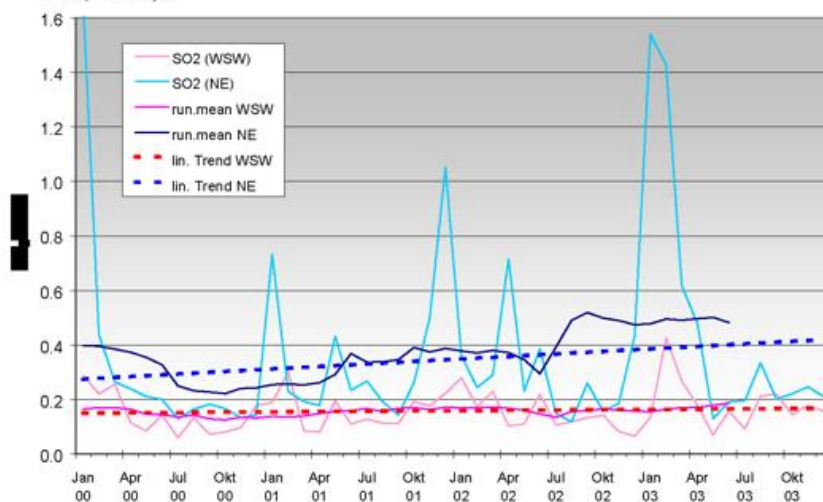


Abb. 3: Zeitreihe der am MOHp gemessenen SO_2 -Mischungsverhältnisse, aufgeschlüsselt nach Hauptwindrichtungssektoren (Monatsmittel, gleitendes 12-Monatsmittel und linearer Trend).

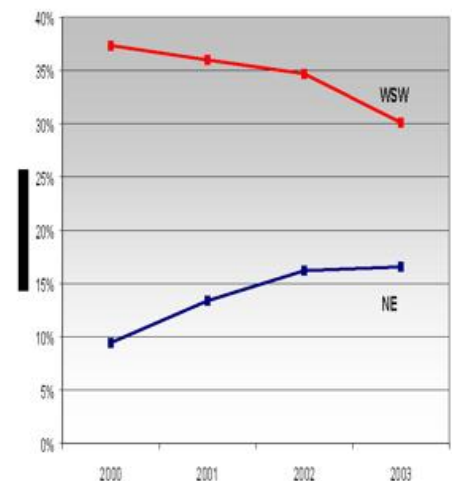


Abb. 4: Rel. Häufigkeit der Hauptwindrichtungssektoren 2000 - 2003 am MOHp.

Bei Luftmassentransport aus dem WSW-Sektor ist kein signifikanter Anstieg erkennbar. Somit spielt ein globaler Transport von SO_2 aus asiatischen Regionen nach Europa keine bedeutende Rolle. Beim NE-Windsektor zeigt sich ein Anstieg, der auf regionalen Transport aus Osteuropa hindeutet. Da dieser Windrichtungssektor allerdings im Mittel nur zu 14% zum Gesamtdatensatz beiträgt, ist der Gesamtanstieg damit allein nicht erklärbar. Betrachtet man aber zusätzlich noch die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungssektoren, so ist zu erkennen, dass seit 2000 der Anteil des WSW-Sektors zugunsten des NE-Sektors abgenommen hat. In den letzten Jahren erreichten also häufiger kontinentale und damit stärker belastete Luftmassen den Messort. Die beobachtete SO_2 -Zunahme am MOHp ist also eine Kombination aus wahrscheinlich erhöhter Emission im Osten und häufiger auftretenden östlichen Windrichtungen. Ob es sich hierbei um einen anhaltenden Trend handelt, wird sich in den nächsten Jahre erweisen. Diese Auswertungen zeigen erneut, dass luftchemische und meteorologische Messungen keinesfalls getrennt betrachtet werden dürfen, da durch Wechselwirkungen Effekte verstärkt oder auch maskiert werden können.

Steigender Energiebedarf führt großräumig zu erhöhten Konzentrationen von Luftbeimengungen. Inwieweit Emissionen im asiatischen Raum das Spurenstoffbudget in Europa signifikant beeinflussen, sollte in Zukunft anhand von -vorzugsweise längerlebigen- Spurengasen, wie z.B. Kohlenmonoxid, untersucht werden.