

## Michael Komenda: Investigations of the emissions of monoterpenes from Scots Pine . 2001

Pflanzen produzieren und emittieren eine Vielzahl flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) wie Isopren und die Monoterpene ( $C_{10}H_{16}$ ). Im Rahmen dieser Arbeit wurden Emissionsraten von Monoterpenen aus Waldkiefern (*Pinus sylvestris*), einer in Mitteleuropa weit verbreiteten Baumart, unter Freilandbedingungen untersucht. Die Studien konzentrierten sich auf die Untersuchung der tageszeitlichen und der jahreszeitlichen Variation der Emissionen, sowie auf die Variation der Emissionen aus verschiedenen Zweigen derselben Pflanze und aus verschiedenen individuellen Pflanzen. Darüber hinaus wurde die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Laborstudien (Arbeiten der Arbeitsgruppe Dr. J. Wildt) auf Freilandbedingungen untersucht.

Generell wurde kein unterschiedliches Emissionsverhalten der Kiefern zwischen Laborstudien und Freilandexperimenten gefunden. Sowohl unter Labor- als auch unter Freilandbedingungen wurde ein Anstieg der Emissionsraten mit der Nadeltemperatur von etwa 5-16 % pro Kelvin beobachtet. Die Variation dieses Parameters war unabhängig von der Art des Monoterpens, von der Jahreszeit und von der untersuchten Pflanze. Eine Abhängigkeit der Emissionsraten von der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) konnte nur unter Laborbedingungen festgestellt werden (Anstieg von 20-30 % bei konstanter Temperatur, Sättigung der Lichtabhängigkeit bereits bei etwa 15 % der Sonneneinstrahlung unter Freilandbedingungen). Unter Freilandbedingungen wurde keine Lichtabhängigkeit der Emissionen nachgewiesen.

Die saisonale Variation des Emissionsmusters an Monoterpenen, sowie die Zweig-zu-Zweig Variabilität waren gering. Verschiedene Waldkiefern emittierten hingegen ein völlig unterschiedliches Spektrum an Monoterpenen. Die temperaturnormierten Standardemissionsraten waren sehr variabel. Die Summe der Standardemissionsraten der Monoterpene variierte zwischen 0.06 und 0.65  $\mu\text{g g(dw)}^{-1} \text{h}^{-1}$  für junge Kiefern und zwischen 0.24 und 3.7  $\mu\text{g g(dw)}^{-1} \text{h}^{-1}$  für die erwachsene Kiefer. Streß war eine mögliche Erklärung als Ursache für diese Variation, aber die Auswirkungen von Streß konnten nicht quantitativ beschrieben werden. Basierend auf den Ergebnissen wurde ein Monoterpenfluß für den Bestand des Hartheimer Waldes von 54 bis 941  $\text{ng m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (für  $T = 30^\circ\text{C}$ ) berechnet. Zukünftige Labormessungen sollten sich insbesondere auf Streßeffekte und deren Auswirkung auf VOC Emissionen konzentrieren. Für eine Verbesserung der Hochrechnungen auf Bestandsflüsse muß der Einfluß von Streß auf VOC Emissionsraten quantifiziert und durch eine Erweiterung der bestehenden Modelle berechnet werden können.

---

Plants produce and emit a large number of volatile organic compounds (VOC) such as isoprene and monoterpenes ( $C_{10}H_{16}$ ). Monoterpene emission rates from Scots pine (*Pinus sylvestris*), a typical European conifer, were measured under ambient conditions within the scope of this work. The studies focused on diurnal and seasonal cycles of monoterpene emissions, branch-to-branch and plant-to-plant variability of emission rates, and on the transferability of results from laboratory (studies of Dr. J. Wildt and coworkers) and outdoor measurements.

Generally, no significant differences between the results obtained under laboratory and ambient environmental conditions were found. Under both laboratory and ambient conditions, monoterpene emissions were found to increase with needle temperature at a rate of 5 % to 16 % per Kelvin and followed under otherwise unchanged conditions an Arrhenius type dependence on temperature. The temperature dependence of emissions was without a clear seasonal trend and without significant differences from plant-to-plant. Only in the laboratory a dependence of emission rates on photosynthetic active radiation (PAR) was found (increase of 20-30 % at a constant temperature, saturation in the light dependence at about 15 % of full sunlight). Under outdoor conditions, a PAR dependence was not detected. Seasonal variations of a single branch and branch-to-branch variations in the spectrum of emitted monoterpenes were small, but different individual Scots pines emitted a completely different spectrum of monoterpenes. The temperature normalized standard emission rates were found to be highly variable. Values for the sum of monoterpenes ranged between 0.06 and 0.65

$\mu\text{g g(dw)}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (microgram monoterpenes per gram dry weight of needles and hour) for young pines and between 0.24 and 3.7  $\mu\text{g g(dw)}^{-1} \text{ h}^{-1}$  for the adult pine. The variations of the standard emission rates from the same plant at different times of the year were on the same order of magnitude as the plant-to-plant variability. Stress to the plant was a possible explanation for these variations, but this effect could not be described quantitatively. Based on the results a monoterpene flux was calculated for a forest in Southern Germany (Hartheimer Wald, near Freiburg), ranging between 65-941  $\text{ng m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  at  $T = 30^\circ\text{C}$ . Future laboratory studies should focus on stress effects and their impact on VOC emissions. The effect of stress on VOC emission rates must be quantified and included in the existing models for better predictions of emission rates and fluxes.