

**Sachbericht Teil I** (Kurzbericht zum Teilprojekt der Johannes Gutenberg-Universität Mainz)



## **Detaillierte chemische Charakterisierung von organischen Submikrometer-Aerosolpartikeln**

Förderkennzeichen: 01LK2101C

Prof. Dr. Thorsten Hoffmann, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Department Chemie  
Projektlaufzeit: 01.08.2021 – 31.03.2025 (3 Jahre + 8 Monate Verlängerung)

Verbundprojekt: Beitrag des Amazonas-Regenwaldes zur globalen Treibhausgas-Bilanz und Klimaentwicklung (ATTO+ JGU)

### **1. Zielsetzung des Teilprojektes**

Ziel des Teilprojekts war die detaillierte chemische Charakterisierung organischer Submikrometer-Aerosolpartikel im Amazonas-Regenwald. Diese Partikel, die bis zu 90 % der Feinstaubmasse ausmachen, entstehen vor allem durch Oxidationsprozesse biogener VOCs (z. B. Isopren, Monoterpene). Durch massenspektrometrische Verfahren sollten molekulare Markerverbindungen identifiziert und quantifiziert werden, um Zusammenhänge zwischen Emissionsquellen, Aerosolbildung, Chiralität und atmosphärischer Prozessierung zu verstehen.

Schwerpunkte waren:

- Teilaufgabe 3.3.1: Verbesserung analytischer Techniken zur Charakterisierung chiraler und hochpolarer organischer Verbindungen.
- Teilaufgabe 3.3.2: Anwendung dieser Techniken auf ATTO-Proben zur Untersuchung von VOC-Emissionsquellen und deren Einfluss auf Aerosolzusammensetzung und -chiralität.
- Teilaufgabe 3.3.3: Laborkammerexperimente zur Untersuchung stereospezifischer SOA-Bildungsprozesse.

### **2. Wissenschaftlich-technische Arbeiten und Ergebnisse**

#### **2.1 Messkampagnen und Probennahme**

Zwischen 2022 und 2024 wurden insgesamt fünf Messkampagnen an der ATTO-Site (Amazonas) durchgeführt: je zwei in Regen- und Trockenzeiten (2022, 2023) sowie eine Übergangsperiode 2024. Die partiell automatisierten PM<sub>2.5</sub>-Aerosolprobensammler und MOUDI-Größenimpaktoren wurden erfolgreich eingesetzt und erlaubten erstmals eine zeitlich und höhenaufgelöste Probennahme mit bis zu 6-Stunden-Intervallen.

#### **2.2 Analytische Weiterentwicklungen**

- Entwicklung und Validierung einer HILIC-basierten LC-MS-Methode zur Analyse hochpolarer Isoprenoxidationsprodukte und Organosulfate.
- Implementierung einer Tandem-MS-Methode zur Detektion von Isopren-OS.

- in Kooperation mit der Goethe-Universität Frankfurt (AG Vogel): Entwicklung einer SPE-Methode und Kopplung eines CADs (*Charged Aerosol Detector*).
- Etablierung einer TD-GC-HR-Orbitrap-MS für die non-targeted Analyse flüchtiger organischer Verbindungen (VOCs).
- Entwicklung einer multiple-heart-cut LC-MS-Methode zur stereospezifischen Analyse chiraler SOA-Marker.

### 2.3 Zentrale wissenschaftliche Befunde

- Organosulfate bilden ganzjährig einen großen Anteil der organischen Aerosolmasse.
- Pilze des Stamms *Ascomycota* emittieren primäre Submikrometer-Aerosolpartikel.
- Regeninduzierte Partikelneubildung innerhalb des Kronendachs (*Nat. Geosci.*, 2024).
- Höhenabhängige Konzentrationsprofile bestätigen Unterschiede zwischen Aitken- und Akkumulationsmodus.
- Termiten emittieren artspezifische chirale VOC-Muster, die zur Aerosolbildung beitragen können.

## 3. Vergleich mit Arbeits- und Zeitplan

Trotz pandemiebedingter Verzögerungen (2021) und instrumenteller Ausfälle (2023/24) wurden alle Meilensteine erreicht. Die Projektverlängerung bis März 2025 gewährleistet den Abschluss der Analysen und Auswertungen.

## 4. Zusammenarbeit im Verbund

Enge Kooperationen bestanden mit dem MPI-C (Williams, Pöhlker, Andreae), der Goethe-Universität Frankfurt (AG Vogel), dem MPI-BGC Jena (AG Gleixner) und der Universität São Paulo/INPA Manaus. Diese Kooperationen ermöglichten multidisziplinäre Auswertungen und gemeinsame Publikationen.

## 5. Verwertung und Publikationen

Publikationen (Auswahl):

- Ma et al. (2024), *Nature Communications* 16
- Leppla et al. (2025), *EGUsphere* [preprint]
- Machado et al. (2024), *Nature Geoscience* 17
- Lange et al. (2024), *Biogeochemistry* 167
- Leppla et al. (2023), *Atmospheric Chemistry and Physics* 23

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Das Projekt trug maßgeblich zum Verständnis der molekularen Zusammensetzung organischer Aerosole im Amazonas bei. Zentrale Ergebnisse betreffen Organosulfate, primäre biogene Aerosolquellen und regeninduzierte Partikelbildung. Die entwickelten analytischen Methoden bilden die Grundlage für zukünftige Projekte zur Aerosolchemie in der tropischen Biosphäre.