

**Tagungsbeitrag zu:**

Jahrestagung der DBG, Kommission VI

**Titel der Tagung:**

Böden verstehen – Böden nutzen -  
Böden fit machen

**Veranstalter:**

DBG, September 2011, Berlin

**Berichte der DBG**

(nicht begutachtete online-Publikation)

<http://www.dbges.de/>

**Charakteristik atmogener Stäube aus Zentralasien**

Opp, Ch., Groll, M., Masberg, P.,  
Aslanov, I.<sup>1</sup>

**Zusammenfassung**

Im Rahmen vierjähriger Staubbmessungen in Zentralasien betrug die durchschnittliche monatliche Probenmenge, die mittels Depositionssammlern erfasst wurde 1,12g. Ton dominiert zu 74% die Korngrößenzusammensetzung der in drei Meter Höhe über der Erdoberfläche erfassten atmogenen Depositionen; lediglich während besonders starker Stürme wurden dominant Sande deponiert. Die Mineralzusammensetzung der Staubproben ist unspektakulär. Eine Herkunftsanalyse der Stäube ließ sich wegen einer an fast allen Stationen ähnlichen Mineralzusammensetzung nicht durchführen. Die mineralische Zusammensetzung der im Umfeld der Messstellen entnommenen Bodenoberflächenproben wies deutliche Unterschiede zu den Staubproben auf. Zwischen den Messstationen in Kasachstan, Usbekistan und Turkmeni-

<sup>1</sup>Philipps-Universität Marburg  
FB Geographie,  
Deutschhausstr. 10, 35037 Marburg.  
[opp@staff.uni-marburg.de](mailto:opp@staff.uni-marburg.de)

stan konnten keine großen Differenzen in den Anteilsverhältnissen der Makrokomponenten festgestellt werden, während dagegen die Spurenstoffe in ihren Gehalten je nach Untersuchungsraum deutlich variieren.

**Schlüsselworte:**

Atmogene Stäube, Textur, Mineralzusammensetzung, Makro- und Spurenstoffkonzentration

**Problemstellung und Zielstellung**

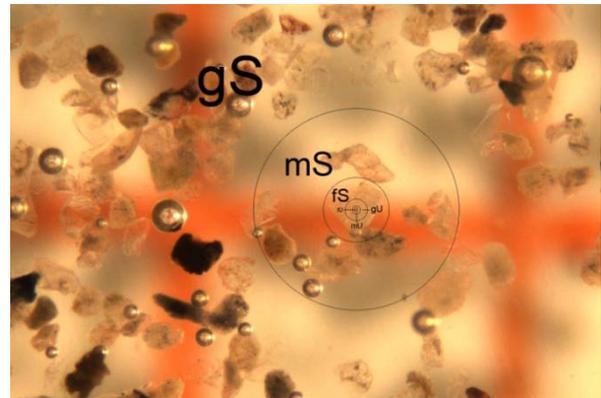
Stäube gelangen von Natur aus durch Winderosion, Vulkanexhalationen, Wald- und Grasbrände, von der gering mit Vegetation bedeckten Erdoberfläche oder von trockengefallenen Seen und Flüssen sowie von glazigenen, periglaziären oder marinen Aufschüttungsgebieten in die Atmosphäre. Nutzungsbedingt kommt es zum atmogenen Staubtransport in Folge von Industrieemissionen, Brandrodung, Überweidung, Tagebaubetrieb sowie der Verbrennung fossiler Rohstoffe und der Nutzung großer landwirtschaftlicher Schläge. Staub in der Atmosphäre kann zum Anstieg der Solarenergieadsorption bis zu 50% führen, was letztlich eine Temperaturzunahme in der Atmosphäre und eine Abkühlung an der Erdoberfläche bewirkt. Ob es in Folge von Staub in der Atmosphäre mehr oder weniger regnet, hängt von der Wolkendicke u.a. Faktoren ab und wird konträr diskutiert [1]. Dass zwischen atmogenem Staub und dem Ozean Rückkopplungen existieren, ist einerseits durch das Massensterben karibischer Korallenriffe nach massiven transatlantischen Staubtransporten aus der Sahara bekannt. Andererseits ist die Zahl tropischer Wirbelstürme im gleichen Raum während ausgesprochener „Staubjahre“ (z.B. 2006, 2009, 2010) reduziert, in denen sich der Ozean nicht ausreichend erwärmt. Dagegen kommt es in den staubarmen Jahren (z.B. 2005,

2008, 2011), wenn sich der Ozean stärker erwärmt, zu einer vermehrten Hurrican-Bildung. Besonders bekannt sind die Effekte von Staub- und Sandstürmen für die Landökosysteme in Form von Erosion der Oberböden und Exposition der Unterbodenhorizonte in den Quell- bzw. Deflationsgebieten sowie Überdeckung humoser Oberböden und Verkehrstrassen, Abdämmung von Flüssen sowie Kontamination der Oberflächengewässer in den Depositionsgebieten und Sichtbehinderung in den Transitgebieten. Wie Aufzeichnungen der meteorologischen Stationen und die Forschungsgeschichte belegen, sind die Halbwüsten und Wüstengebiete Zentralasiens besonders für Staubstürme disponiert und von diesen betroffen [2, 3]. Wie viel Staub an welchen Standorten pro Zeiteinheit deponiert wird, welche Korngrößen, Mineralzusammensetzung und welcher Ionengehalt die deponierten Stäube kennzeichnen, ist aber bisher kaum bekannt. Diesen Aufgaben widmete sich das EU-CALTER (Central Asian Longterm Ecological Research)-Projekt zwischen 2006 und 2010.

### Untersuchungsmethoden

Neben der Fernerkundung von Staubstürmen zur Dechiffrierung der Auftretenshäufigkeit, der Herkunfts- und Depositionsgebiete mittels MODIS, NOAA und LANDSAT Satellitensystemen, erfolgten Analysen zur Erfassung - der Staubmenge (durch Wägung), - der Textur (durch Auszählung und Häufigkeitsverteilung am Mikroskop), - des Mineralbestands (durch Röntgendiffraktometrie), - der Ionengehalte (mittels Röntgenfluoreszenzanalyse) - sowie von Klima- und Landnutzungsdaten. Zur Texturermittlung mussten die Proben auf Grund der in der Regel sehr geringen Probenmengen mikroskopisch bearbeitet werden. Dazu wurden 0,1-0,2g des Probenmaterials mit einem Zweikomponentenkleber (Araldit) auf

einem Objektträger fixiert. Die mikromorphologische Analyse erfolgte durch vier verschiedene Perspektiv- bzw. Segmentaufnahmen. Diese Aufnahmen



**Abb.1 Interpretationsschablone zur mikroskopischen Auszählung von Körnern**

wurden mit Hilfe einer Interpretationsschablone (Abb. 1) in vierfacher Wiederholung ausgezählt. An 22 Klimastationen in der Aralseeregion, davon vier in Kasachstan, sechs in Turkmenistan sowie 12 in Usbekistan wurden Staubproben auf Monatsbasis gesammelt. Die Staubsammler wurden drei Meter über der Erdoberfläche installiert (vgl. Abb. 2). Zwei Staubsammler dienten den Monatsmessungen (Sammelproben), ein Staubsammler wurde nur zur Erfassung der Staubmengen von extremen Einzelereignissen genutzt.



**Abb.2: Aufbau einer Staubsammestelle im CALTER-Projekt**

### Ergebnisse

Ca. 30% der Probenmengen/Monat weisen ein Gewicht zwischen 2g und 0,05g auf und stammen aus

Turkmenistan, 20% weisen ein Gewicht zwischen 0,1g und 0,01g auf und stammen aus Kasachstan, 18% weisen ein Gewicht zwischen 2g und 0,01g auf und stammen aus Usbekistan, 32% der Proben weisen ein Gewicht zwischen 20g und 2g auf. Sie stammen aus Kasachstan. Obwohl die absoluten Probenmengen pro Monat relativ gering sind, kommt es doch bei 41,4% der Proben aus Turkmenistan, bei 35,1% der Proben aus Kasachstan sowie bei 26,7% der Proben aus Usbekistan zur Überschreitung des TA-Luft-Grenzwertes von 0,35 g/m<sup>2</sup>/d. Mit Ausnahme des Jahres 2007 nahmen von 2006 bis 2010

die deponierten Staubmengen im Durchschnitt der 22 Stationen zu. An allen drei Messtransekten (vgl. Abb 3) wurden in relativer Nähe zum Aralsee die mit Abstand größten Staubmengen deponiert, z.B. Station Mynak (Usbekistan) >975 kg/ha/Monat, Station Aralskoe (Kasachstan) 137 kg/ha/Monat. Die größte Probenmenge konnte während eines 36-stündigen Staubsturmereignisses mit 60g in Kasachstan gemessen werden. Die durchschnittliche Korngrößenzusammensetzung aller 372 analysierten Proben weist zu 74,4% Ton, 7,8% Feinschluff, 4,3% Mittelschluff,

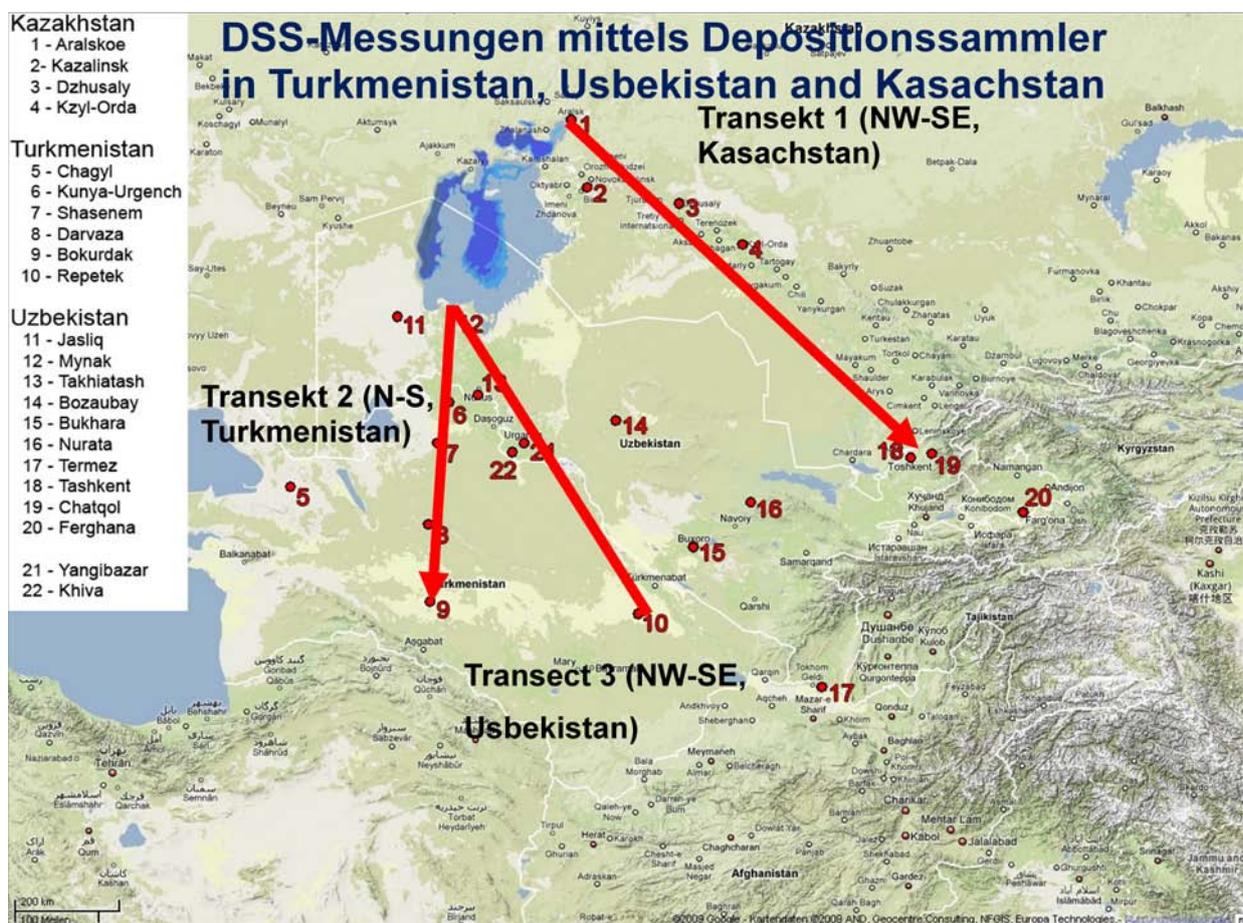


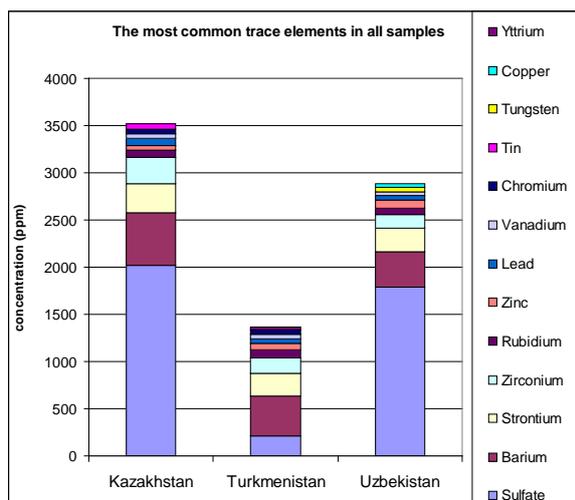
Abb.3: Staubmessstellen des CALTER-Projekts im Aralseegebiet.

3,5% Grobschluff, 8,6% Feinsand, 1,4% Mittelsand und zu 0,1% Grobsand auf. Das deponierte Sediment des erfassten 36 Stunden Sturmereignisses wird dagegen zu 70% von Feinstsand dominiert; die Tonfraktion weist 20% auf, während die restlichen Sand- und Schluffanteile zusammen 10% ausma-

chen. Bei besonders starken Sturmereignissen kommt es demnach zu einer stärkeren Durchwirbelung sandiger Bestandteile, die in drei Meter Höhe des Depositionssammlers nachweisbar ist. Parallel an den Staubmessstellen durchgeführte Untersuchungen der Bodenoberflächen ergaben Ton-, Schluff- und

Sandgehalte in etwa gleich großen Anteilen im Durchschnitt aller Messstandorte. Einzelne Standorte wiesen allerdings auch eine Sand- (Stationen Mynak und Buzubai) sowie Schluffdominanz (Stationen Termez und Jasliq) auf. Die Analyse der Mineralzusammensetzung ergab, dass Quarz, Calcit, Albit, Dolomit und Orthoklas die am häufigsten vorkommenden Minerale in den Stäuben waren. Mg-, Ca-, Al- und Fe- Silikate, Clinoferrosilit, Halit, Muskovit und Clinochlor gehörten zu den am wenigsten vorkommenden Mineralen. Alle Staubproben, unabhängig vom Messstandort wiesen eine nahezu ähnliche Zusammensetzung im Mineralbestand auf. Die an den Bodenoberflächenproben durchgeführten Mineralanalysen ergaben höhere Illit-Anteile als in den Staubproben aus drei Metern Höhe. Gips und Thenardit wurden nur in den Bodenoberflächenproben gefunden. Letzteres gilt als mitverantwortlich für zahlreiche Atemwegserkrankungen in der Aralsee-region. Unter den Makroinhaltsstoffen dominiert  $\text{SiO}_2$  mit über 50%, gefolgt von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  und  $\text{MnO}$ , wobei nur relativ

geringfügige Unterschiede in den Anteilen dieser Makrokomponenten zwischen den Stationen in Kasachstan, Usbekistan und Turkmenistan festgestellt wurden. Bei den Gehalten löslicher Anionen wurden im Durchschnitt der Staubproben mit 2.500 mg/kg Sulfat und 1.000 mg/kg Chlorid sehr hohe Werte gemessen, was die große Bedeutung dieser Salze in den atmosphären Depositionen anzeigt. Hinsichtlich der Spurenstoffe kommen Sulfate, Barium, Strontium und Zirkonium am häufigsten in den Proben vor, was gut mit den Mineralvorkommen korrespondiert. Zwischen den Stationen können dabei aber erhebliche Unterschiede auftreten; so erreichen die Sulfatgehalte beispielsweise an den kasachischen Stationen 2.015 mg/kg, an den usbekischen Stationen 1.791 mg/kg und an den turkmenischen Stationen 213 mg/kg (Abb 4). Mit Ausnahme von Zn weisen die Stäube der kasachischen Stationen stets die höchsten Konzentrationen an Ba, Cu, Cr, Sn, Pb, Rb,  $\text{SO}_4$ , Sr, V, W, Y und Zr auf.



**Abb. 4 Regionale Differenzierung der Spurenstoffkonzentrationen in den Staubproben**

#### Literatur:

- [1] ORLOVSKY, L., OPP, CH. & ORLOVSKY, N. (2009): Dust storms and dust depositions – dynamics, monitoring and case studies from Central Asia. In: Opp, Ch. & Groll, M. (Eds.): Dust & Sand Storms and Desertification. Marburg 2009.
- [2] GOUDIE, A. (1983): Dust storms in space and time. – Progress in Physical Geography, 7: 502-530.
- [3] ORLOVSKY, L. & ORLOVSKY, N. (2002): White sandstorms in Central Asia. In: Yang, Y., Squires, V. & Lu Qi (Eds.) Global Alarm: Dust and Sandstorms from the Worlds Dryland. UN Bangkok:172-204.