

Project: **1130**

Project title: **Lagrangian Trajectories in ICON**

Principal investigator: **Bastian Kern**

Report period: **2021-11-01 to 2022-10-31**

Während der Antragsperiode wurde das Lagrangesche Online-Trajektorienmodul LaMETTA (Lagrangian MESSy Tool for Trajectory Analysis) weiterentwickelt. Der Fokus lag auf der Weiterentwicklung von LaMETTA zur Durchführung globaler Simulationen (im Gegensatz zu einem lokalen Freisetzen von Trajektorien).

Deshalb wurden in LaMETTA **physikalische Erweiterungen** implementiert, die insbesondere für die globalen Simulationen mit ICON und LaMETTA relevant sind. Hierzu gehören eine diabatische Vertikalgeschwindigkeit für die zeitliche Integration der Trajektorienpositionen, eine Lagrangesche Konvektion, sowie turbulente Diffusion der Luftpakete mittels eines Monte Carlo Ansatzes und die turbulente Durchmischung von Luftpaketen in der planetaren Grenzschicht.

Eine diabatische Vertikalgeschwindigkeit (im Gegensatz zu einer kinematischen Vertikalgeschwindigkeit) ist für die Darstellung der Brewer-Dobson Zirkulation in der Stratosphäre besser geeignet (Hoppe et. al., 2016, Brinkop und Jöckel, 2019). Diese beruht auf den Arbeiten mit dem Atmospheric Tracer Transport in a Lagrangian Modell: ATTILA (Brinkop und Jöckel, 2019). Es wurde gezeigt, dass diese insbesondere für den Transport in der Stratosphäre realistischere Transportzeiten liefert.

Neben den physikalischen Erweiterungen wurden auch sogenannte **InfrastrukturROUTINEN** erweitert. Hierzu gehört, dass das Lagrangesche Trajektorienmodul an die bereits vorhandenen Module zur Tracerbehandlung (Submodelle TRACER, TNUDGE, ONEMIS, OFFEMIS) aus der MESSy Infrastruktur gekoppelt wurden. Diese Kopplung wurde für ICON in MESSy bereits durchgeführt. Neben der Erstellung von LaMETTA Tracern (in TRACER) können Tracer jetzt konsistent wie bei ICON über die Submodelle TNUDGE (nudging von Tracern), und ONEMIS/OFFEMIS (on-line und off-line Einlesen von Traceremissionen) in das Modell eingelesen werden. Um eine Durchmischung von Tracern auf den Lagrangen Paketen zu erlauben wurde eine Routine zur turbulenten Mischung zwischen Lagrangeschen Paketen implementiert (LATMIX).

Zur effizienten Speichernutzung wurden in LaMETTA die Ausgaberroutinen und die Restarts umstrukturiert. Durch „Packen“ des Trajektorienvektors werden jetzt „Leerpositionen“ vermieden und bei der Ausgabe werden die Trajektorien dann entsprechend ihrer eindeutigen Identifikationsnummer ausgegeben. Durch die neue I/O- und erweiterte Restartfunktionalität wurde die benötigte Speicherkapazität reduziert.

Neben den Modellenwicklungen an LaMETTA wurde das Basis-Modellsystem auf die Releaseversion von ICON 2.6.5 aktualisiert. Dabei wurden kleinere Änderungen zur Verfügbarkeit von Modellvariablen in MESSy umgesetzt.

Die Durchführung von kurzen Testsimulationen ist noch nicht abgeschlossen, da noch Modellfehler identifiziert wurden. Einige letzte Probleme werden daher zur Zeit noch behoben. Dadurch konnte dieses Jahr noch nicht mit den globalen Evaluationssimulationen begonnen werden.

Referenzen

Brinkop, S. und Jöckel, P.: ATTILA 4.0: Lagrangian advective and convective transport of passive tracers within the ECHAM5/MESSy (2.53.0) chemistry–climate model, Geoscientific Model Development, 12, 1991-2008, 2019

Hoppe, Charlotte & Ploeger, Felix & Konopka, Paul & Müller, Rolf. (2016). Kinematic and diabatic vertical velocity climatologies from a chemistry climate model. Atmospheric Chemistry and Physics. 16. 6223-6239. 10.5194/acp-16-6223-2016.