

Project: **1130**

Project title: **Lagrangian Trajectories in ICON**

Principle investigator: **Bastian Kern**

Report period: **2024-11-01 to 2025-10-31**

Während der Antragsperiode wurde das Online-Trajektorienmodul **LaMETTA** (Lagrangian Model for Efficient Trajectory Transport in the Atmosphere) weiterentwickelt. Zur Vorbereitung der Evaluierungssimulation wurde das Modellsystem bezüglich der benötigten Simulationszeit optimiert. Die Entwicklungen umfassen die Umstellung der Konfiguration der parallelen Kommunikation auf die **YAXT** Bibliothek [2] und die Vorbereitung des gesamten Modellsystems zur künftigen Anbindung über **ComIn** [1]. Eine wichtige Änderung war die Umstellung der Datenausgabe von serieller Ausgabe auf einem Prozess zu einer parallelen nicht-blockierenden Ausgabe mit der **PnetCDF** Bibliothek [3].

Damit ist ein Trajektorienmodell zur globalen Anwendung zur Anwendung in **ICON** über das Modular Earth Submodel System **MESSy** verfügbar. Die Anbindung über **ComIn** ist noch nicht vollständig abgeschlossen. Im Zuge der Arbeiten wurden auch Verbesserungen und Erweiterungen in den **ComIn** code eingebracht. Diese umfassen vor allem Beschreibung der Struktur von geschachtelten Gittern und deren Eltern-Kind Beziehungen. Damit ist das Trajektorienmodell in **MESSy** auch über die **ComIn** Schnittstelle in **ICON** technisch nutzbar. Die Einschränkungen betreffen zur Zeit die eingeschränkte Verfügbarkeit von **ICON** Variablen aus Parameterisierungen, aus denen die planetare Grenzschichthöhe berechnet wird. Diese wird im Trajektorienmodell zur Simulation der Durchmischung in den unteren Modellschichten verwendet. Zur Zeit wird an eine Lösung gearbeitet, die die entsprechenden Variablen über die **ComIn** Schnittstelle verfügbar machen soll.

Mit den vergangenen Arbeiten ist es möglich, das Trajektorienmodell mit Nesting von Domains (Fig. 1) in **MESSy** sowohl mit direkter Anbindung an **ICON** als auch über die **ComIn** Schnittstelle zu betreiben. Dabei wird berücksichtigt, dass räumlich überlappende Gebiete in der räumlichen Dekomposition auf verschiedenen Tasks (PEs) behandelt werden und die Trajektorien bei einem Übergang zwischen Gebieten synchronisiert werden müssen. Zur Konfiguration dieses Austauschs wird jetzt die **YAXT** Bibliothek verwendet, die die Beziehungen verschiedener Prozesse untereinander beim Austausch in den Halo-Regionen zur Verfügung stellt. Die Modellverbesserungen und -erweiterungen bauen auf etablierten Bibliotheken (**YAXT**, **PnetCDF**) auf. Weiterer Modularisierung des **LaMETTA** Codes wurden während der laufenden Antragsphase vorgenommen. Zusammen mit der Anbindung über **ComIn** erhoffen wir uns damit eine vereinfachte Wartbarkeit des **LaMETTA** Codes.

Durch die umfassenden Optimierungen wurde die Modellperformance verbessert, allerdings konnten durch die Umbauarbeiten die Evaluierungssimulationen des globalen Trajektorienmodells noch nicht begonnen werden. Diese werden für die kommende Antragsphase neubeantragt. Des weiteren wird auf die Möglichkeit der Regionalisierung von Simulationen mit dem Trajektorienmodell hingearbeitet. Dies umfasst auch den Start verschiedener Trajektoriensests in benutzerdefinierten Regionen oder in sich dynamisch entwickelnden Regionen.

References

- [1] Hartung, K., Kern, B., Dreier, N.-A., Geisbüsch, J., Haghhighatnasab, M., Jöckel, P., Kerkweg, A., Loch, W. J., Prill, F., and Rieger, D.: ICON ComIn – the ICON Community Interface (ComIn version 0.1.0, with ICON version 2024.01-01), Geosci. Model Dev., 18, 1001–1015, <https://doi.org/10.5194/gmd-18-1001-2025>, 2025

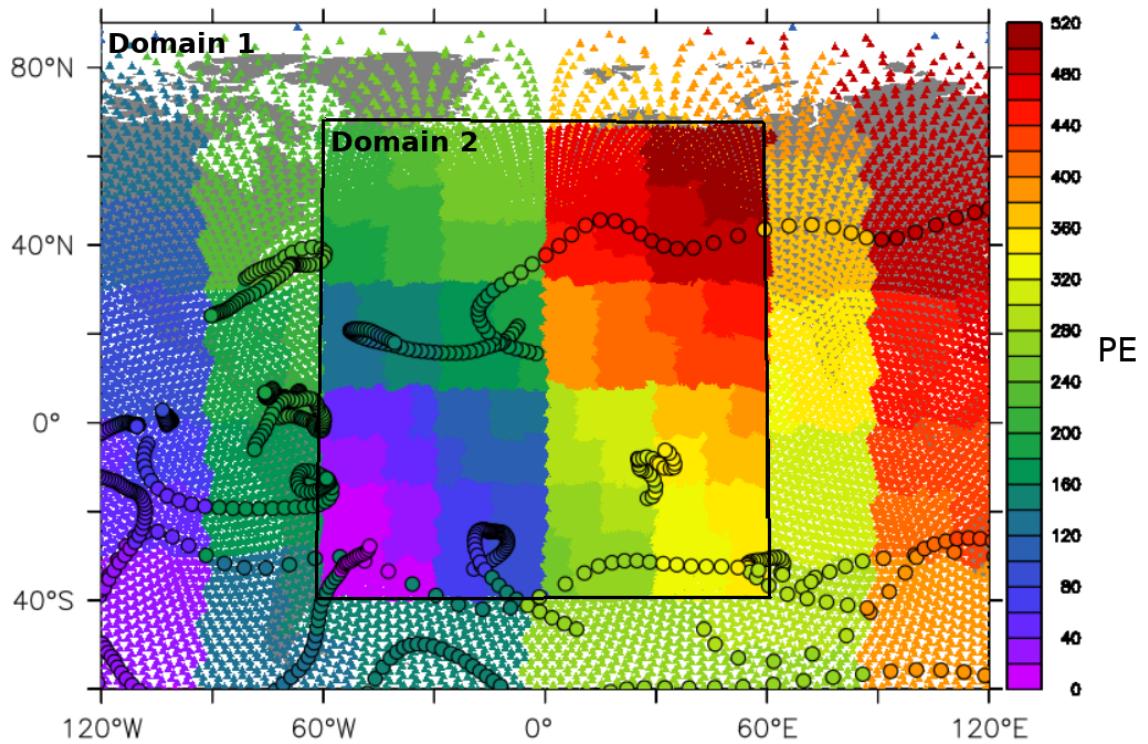


Figure 1: Trajektorien exemplarischer Lagrangescher Pakete (Kreise), die mit der Zeit durch verschiedene geschachtelte Gebiete im Modell transportiert werden. Die Farbe gibt den zugehörigen Task (PE) des Modellgebiets in der räumlichen Zerlegung der jeweiligen "Domain" an (Dreiecke, Hintergrund), bzw. den Task auf der das Lagrangesche Paket gespeichert ist (ausgefüllte Kreise). Beim Transport durch ein Gebiet wird die Trajektorie am Rand des jeweiligen Tasks direkt übergeben. Beim Wechsel auf ein eingeschachteltes Gebiete mit höherer Auflösung erfolgt der Wechsel des Tasks erst innerhalb des Übergangsgebiets der Gitterverfeinerung (unterschiedliche Farbe der Trajektorie im Vergleich zum Gitter am Rand des eingeschachtelten Gebiets).

[2] <https://dkrz-sw.gitlab-pages.dkrz.de/yaxt/index.html>

[3] <https://parallel-netcdf.github.io/>