

<b>Sachbericht Verwendungsnachweis (Teil I) - 16ME0601</b>	
<b>Zuwendungsempfänger</b>	ParTec AG
<b>Verbundprojekt</b>	<b>EECIiPs</b> – Energy Efficient Climate Predictions
<b>Förderkennzeichen</b>	16ME0601
<b>Bewilligungszeitraum</b>	01.09.2022 – 31.08.2025

## Teil I: Kurzbericht

Das EECliPs-Projekt zielte darauf ab, die Energieeffizienz bei der computergestützten Simulation in der Klimaforschung zu verbessern. Im Fokus des Projektes stand dabei die Abbildung des Klima- und Wettermodells ICON auf heterogene Komponenten eines im Rahmen des Projektes angeschafften Testclusters mit dem Ziel, den Energieverbrauch von zukünftigen Hochleistungsrechnern zu reduzieren und gleichzeitig weiterhin leistungsfähige Klimasimulationen zu gewährleisten.

### Ursprüngliche Aufgabenstellung

Als einer der vier Verbundpartner im Projekt spielte ParTec eine zentrale Rolle, insbesondere in den Arbeitspaketen (AP) 3 (*Aufbau eines heterogenen Testclusters*) und 4 (*Umsetzung eines energieeffizienten HPC-Systems*), wobei die Leitung von AP3 ParTec übertragen wurde. Die ursprüngliche Aufgabenstellung für ParTec umfasste dabei insbesondere die folgenden Arbeitspunkte:

**Auswahl geeigneter heterogener Plattformen für die Systemarchitektur.** Zentraler Aspekt war hier die Evaluierung möglicher Typen von Rechenknoten verschiedener Hersteller nach ihrer Eignung für die verschiedenen ICON-Kernel einerseits und ihrem Energie- und Leistungsprofil andererseits. Die Heterogenität der jeweiligen Hardware und die Unterstützung von Beschleunigern sollten als weitere Kriterien berücksichtigt werden.

**Beratung zur Hardware-Instrumentierung für Energiemessungen.** Der Schwerpunkt dieser Aufgabe lag in der Analyse der hardware-spezifischen Details der Schnittstellen zu Leistungs- und Energiemessungen und der zugehörigen Hardwareinstrumentierung, um eine ganzheitliche Lösung für eine genaue und kalibrierte Messkampagne über alle verwendeten Hardwarekomponenten hinweg realisieren zu können.

**Installation, Konfiguration und Wartung des heterogenen Testclusters.** Diese Aufgabe umfasste insbesondere die Installation und Einrichtung aller Rechenknoten mit Systemsoftware wie Betriebssystem, Middleware und ähnlichen Softwarekomponenten sowie mit geeigneter Software zum Clustermanagement, wobei für Letzteres der Einsatz der ParaStation Modulo Software Suite als Softwareprodukt der ParTec AG verwendet wurde.

**Anleitung und Unterstützung zu ParaStation Modulo und dem Testcluster.** Diese Aufgabe umfasste alle Unterstützungs- und Anleitungsaktivitäten durch ParTec, die den Projektpartnern die Nutzung der ParaStation Modulo Software Suite erleichtern. Darunter fielen zum Beispiel auch alle Schulungs- und Supportleistungen, die auf Systemsoftwareseite aufgrund der Heterogenität des Testsystems sowie beim Einsatz von ParaStation im Betrieb des Testclusters anfielen.

Die Hauptziele des Teilvorhabens von ParTec innerhalb des EECliPs-Projektes waren somit der Aufbau, die Konfiguration und Wartung eines heterogenen Testclusters, um die Analyse von energieeffizienten Hochleistungsrechnern für Klimasimulationen zu ermöglichen.

## Ablauf des Vorhabens

In der initialen Projektphase konzentrierte sich ParTec auf die Auswahl adäquater Hardware für den heterogenen Testcluster. Zu diesem Zweck fanden bereits im Vorfeld erste Abstimmungstreffen und Diskussionsrunden mit den anderen Projektpartnern statt, sodass bereits bei der Kick-off-Veranstaltung im November 2022 eine umfassende Übersicht potenzieller Hardwarekomponenten von ParTec präsentiert werden konnte.

Basierend auf den Ergebnissen weiterer Arbeitstreffen stellte ParTec beim Jahrestreffen 2023 dann vier verschiedene Beschaffungspläne detailliert vor, die unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit, des Budgets, der Anforderungen von ICON und der Energieeffizienz entwickelt wurden. Die Auswahl wurde im Anschluss dann weiter konkretisiert, die entsprechenden Anbieter kontaktiert und erste Beschaffungen durch das DKRZ realisiert.

Nach der Bereitstellung der Infrastruktur und der ersten Clusterknoten installierte ParTec die ParaStation Modulo Software Suite als zentrale Middleware und konfigurierte den Testcluster als modulares System für den Betrieb mit heterogenen MPI-Jobs über Knotengrenzen hinweg, wozu spezifische Anpassungen des Ressourcenmanagementsystem vorgenommen werden mussten.

Begleitend führte ParTec in den weiteren Projektphasen Systemwartungen sowie umfassenden Anwendungssupport durch, wie zum Beispiel durch ein ParaStation Modulo Tutorial im Februar 2024, und stellte ausführliche Dokumentationen sowie zugeschnittene Benutzeranleitungen im Projekt-Wiki bereit. Da das geschaffene Experimentiersystem in Form des heterogenen Testclusters auch über das Projektende hinaus als Testplattform der Earth System Models (ESM) Community zur Verfügung stehen wird, werden auch diese Informationen und Anleitungen weiterhin wertvolle Referenzquellen für Nutzer und Anwender darstellen.

## Wesentliche Ergebnisse

Durch die frühzeitige und strukturierte Auswahl geeigneter Hardwareplattformen hat ParTec maßgeblich zur Architekturdefinition des heterogenen Testclusters beitragen. Die darauf aufbauende Beschaffung und Inbetriebnahme der Komponenten durch das DKRZ ermöglichte die zeitnahe Bereitstellung der Testinfrastruktur für alle Projektpartner. Mit der Installation und Konfiguration der ParaStation Modulo Software Suite wurde zudem der heterogene Testcluster erfolgreich in ein modulares, als Einheit nutzbares Prototypensystem überführt, das die Ausführung paralleler MPI-Jobs auch über heterogene Knoten hinweg ermöglichte. Durch kontinuierliche Wartung und entsprechende Dokumentation und Schulung durch ParTec waren alle Projektpartner schließlich in der Lage, das Testsystem für Experimente mit Energiemessungen und Effizienzanalysen in einer überwachten und einfach handhabbaren Umgebung zu nutzen. Abschließend sei erwähnt, dass ParTec am gemeinsamen Projekt-Paper mitwirkte, das zur ICPE 2026 eingereicht und angenommen wurde und damit den erfolgreichen Projektabschluss unterstreicht.