

Project: **820**

Project title: **ISI-MIP Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project**

Principal investigator: **Matthias Buechner**

Report period: **2020-11-01 to 2021-08-31**

ISIMIP ist als dauerhaftes Modellvergleichs-, -verbesserungs- und interdisziplinäres Integrationsprojekt konzipiert. Die vorhergehenden ISIMIP-Simulationsrunden haben Grundlagen für die sektorübergreifende Integration von Klimafolgeprojektionen (ISIMIP Fast Track) und die systematische Evaluierung der Modelle auf Basis historischer Simulationen (ISIMIP2a) geschaffen. Die Ziele von ISIMIP2b bestanden darin, die Folgen des Klimawandels (und möglicher Emissionsvermeidungsstrategien) quantitativ und in Bezug auf die sektorale Abdeckung möglichst umfassend für Niedrigemissionsszenarien abzuschätzen, wie sie sich aus dem Pariser Klimaschutzabkommen ergeben. Die Simulationsrunde ISIMIP3 hat mit der Veröffentlichung der ISIMIP3a und 3b Protokolle am 21. Februar 2020 begonnen. Sie verfolgt das langfristige Ziel, die Eingabedaten für eine wachsende Zahl von Sektoren zu harmonisieren. Das ISIMIP3a-Protokoll konzentriert sich auf i) die Bewertung und Verbesserung der Impact-Modelle und ii) die Erkennung (Detection) und Zuordnung (Attribution) der beobachteten Auswirkungen gemäß der Definitionen des IPCC WGII-AR5 Frameworks Kapitel 18. Das ISIMIP3b-Protokoll ist einer Quantifizierung der klimabezogenen Risiken auf verschiedenen Ebenen des Klimawandels und der sozioökonomischen Bedingungen gewidmet. Hierfür wurden eine Auswahl von 5+5 globalen CMIP6 Klimamodellen herangezogen und einer weiterentwickelten Bias-Korrektur unterzogen und als Eingabedaten für Impact-Modelle zur Verfügung gestellt.

Für eine effizientere Verwaltung der ISIMIP Input- und Outputdaten wurde ein neues Portal für das ISIMIP-Archiv geschaffen (<https://data.isimip.org>), fortgehend ausgebaut und mit Projektdaten gefüllt. Die eigentliche Entwicklung und Implementierung wird im Rahmen des vom BMBF geförderten ISI-Access-Projektes zur Kuratierung und Qualitätssicherung von Forschungsdaten durchgeführt. Die Planung und Abstimmung über benötigte Funktionalitäten erfolgt in enger Abstimmung mit dem ISIMIP-Management- und Cross-Sectoral Science Team, über das auch die Bedarfe der Modellierer abgebildet werden. Das Repository befindet sich auf einem institutseigenen Server und wurde in Form eines offenen Datenportals angelegt. Durch eine eigens entwickelte Publikationspipeline und unterstützt durch das maschinen-lesbare ISIMIP3 Protokoll werden die am DKRZ gesammelten Datensätze in einer Datenbank indiziert und am PIK im ISIMIP-Repository publiziert. Eine Reihe von Funktionen erlauben einen komfortablen Zugang zu den Daten:

- ISIMIP-spezifische Suchkriterien (z.B. nach Sektor, Simulationsrunde, etc.), inklusive Versionsauswahl,
- Eine direkte Verknüpfung der Dokumentation von Caveats mit den entsprechenden Datensätzen,
- Vergabe und Pflege von DOI (als Teil des deutschen DataCite Konsortiums).

Wissenschaftliche Paper, die auf ISIMIP-Daten basieren werden im ISIpedia-Portal (www.isipedia.org) in allgemein verständlichen Worten der interessierten Öffentlichkeit verfügbar gemacht. Die verwendeten Simulationsdaten sind ebenfalls über das ISIpedia-Portal zugänglich, da die Artikel direkt mit dem neuen ISIMIP-Archiv verbunden sind. So wird den Nutzer*innen zu jeder dort gezeigten Abbildung und jedem dort diskutierten Ergebnis auch ein Link zu den zugrundeliegenden Rohdaten im ISIMIP-Archiv zur Verfügung gestellt.

Während der ISIMIP3 Simulationsrunde wurde ein weiterer Sektor in das Projekt aufgenommen, der sich mit Waldbränden beschäftigt. Die Aufnahme eines Sektors der sich mit Mooren beschäftigt befindet sich in Vorbereitung und es ist geplant diese Arbeiten in 2021 abzuschließen. Im Forstsektor sollen in ISIMIP3 nicht mehr einzelne Waldbestände simuliert werden wie in ISIMIP2, sondern die Waldflächen ganzer Länder. Dies wird eine bessere Anknüpfung und Einbettung an die anderen ISIMIP-Sektoren gewährleisten. Die Erweiterung des Energiesektors um eine zusätzliche Modellierungsschiene wurde 2020 vorbereitet und noch in ISIMIP3 implementiert. In dieser sollen die Auswirkungen kurzfristiger

Wetterfluktuationen sowie von Wetterextremen auf die Energieversorgung und Stromnetze untersucht werden. Die Auswirkungen von kurzzeitigen Schwankungen können mit den bisher im Energiesektor verwendeten Modellierungsansätzen nicht erfasst werden, sind jedoch für eine umfassende Analyse von den Auswirkungen des Klimawandels auf Energiesysteme unerlässlich. Auf dem ISIMIP Workshop im Januar 2021 wurde die neue Modellierungsschiene in einer eigenen Sitzung interessierten Modellierungsgruppen vorgestellt und die Grundlage für eine anschließende Entwicklung eines Simulationsprotokolls gelegt.

Mit dem Meeresökosystem- und Fischerei-Sektor wurde die Entwicklung eines konsistenten historischen, räumlich aufgelösten Fischfangdatensatzes begonnen, der möglichst das ganze 20. Jahrhundert umfassen soll. Existierende, in Frage kommende Datensätze beginnen erst ca. 1950. Fischfangmengen bzw. -aktivitäten sind eine wichtige Antriebsvariable für Meeresökosystemmodelle, die für ISIMIP3a als auch die historischen Simulationen innerhalb von ISIMIP3b (ISIMIP3b, group I) benötigt werden.

Einer erste Version der ISIMIP3b Klimadaten wurde den Modellieren nach dem Bias-Adjustment der entsprechenden CMIP6-Simulationen mit der Veröffentlichung des entsprechenden Protokolls zur Verfügung gestellt. Nach einem Hinweis aus dem Landwirtschaftssektor auf Diskontinuitäten in den Daten, die jeweils an den Monatswechseln auftraten, wurde die Bias-Adjustment-Methode (Lange 2019b,c) für die Zukunftsprojektionen in ISIMIP3b einem Update unterzogen. Das Problem wurde auf der ISIMIP-Homepage dokumentiert und die neue Version der Methode wurde auf Zenodo veröffentlicht (ISIMIP3BASD v2.5.0). Da sich im Rahmen der Fehlersuche weitere Probleme in dem Beobachtungsdatensatz identifiziert wurden, der als 'Zielfangdatensatz' für das Bias-Adjustment in der historischen Periode genutzt wurde, wurde beschlossen auch ein Update der entsprechenden Beobachtungsdaten bei der Nachkorrektur der ISIMIP3b Klimaantriebsdaten mit zu berücksichtigen.

Der korrigierte ERA5-basierte Beobachtungsdatensatz WFDE5 v2.0 wurde uns 2021 zugänglich gemacht, so dass die ISIMIP3b-Daten neu prozessiert und im Mai 2021 die Folgenprojektionen auf Basis der neuen Klimaantriebsdaten beginnen konnten. Da die Korrektur des Beobachtungsdatensatzes für das Bias-Adjustment auch die ISIMIP3a Simulationen betrifft, wurde die Entscheidung getroffen, auch die ISIMIP3a-Klimaantriebsdaten noch einmal nachzukorrigieren und auszutauschen.

Auf Basis von Rückmeldungen vor allem aus dem Energie- und Biodiversitätssektor wurde zudem nach Möglichkeiten gesucht die neuen Klimadaten in zeitlich täglicher und räumlich 1 km Auflösung bereitzustellen. Dazu wurde mithilfe einer erweiterten Version des CHELSA-Downscaling-Algorithmus (Karger et al. 2017) bereits ein erster Testdatensatz entwickelt, der die globale Landoberfläche abdeckt und die Variablen Niederschlag, Globalstrahlung, sowie das Tagesminimum, -mittel und -maximum der Lufttemperatur enthält. Basierend darauf wurde ein Prozess gestartet, um zu bewerten inwieweit sich Klimafolgensimulationen durch die höhere räumliche Auflösung der Klimadaten verbessern lassen und in welchem Verhältnis etwaige Verbesserungen zum höheren Aufwand (Speicherbedarf, Rechenzeit) solcher hochaufgelösten Simulationen stehen.

Für den Sektor „Marine Fisheries and Ecosystems“ wurden aus dem CMIP6 Archiv eine Auswahl von physischen und bio-geochemischen Ozeanvariablen von fünf ESMs extrahiert, harmonisiert und dem Sektor über dieses DKRZ-Datenprojekt zur Verfügung gestellt. Aus dem Fundus der darauf aufbauenden Simulationen in dem Sektor steht eine Publikation bei Nature Climate Change mit guten Chancen kurz vor der Veröffentlichung.

Die Entwicklung sozioökonomischer Antriebsdaten für Zukunftsprojektionen im Rahmen des ISIMIP3b-Gruppe III - Set-ups wurde im Rahmen der ISIMIP Workshops 2020 und 2021 vorbereitet und die Generierung und Veröffentlichung der Daten ist für 2021 geplant. Dabei geht es um die folgende Liste von Antriebsdaten, die für die Modelle aus den verschiedenen Sektoren gebraucht werden:

- Wassermanagement I: Entsalzung von Meerwasser, Wasserumleitung über die Grenzen von Einzugsgebieten hinweg: Arbeitsgruppen wurden gebildet.

- Wassermanagement II: Standorte und Betrieb von Staudämmen: Die Arbeiten an einem neuen Input-Datensatz mit möglichen Standorten von zukünftigen Staudämmen wurden fortgesetzt. Hierfür werden Standorte für möglichst kostengünstige Wasserkraftwerke (Gernaat et al. 2017) kombiniert mit Projektionen für die langfristige Nutzung von Wasserkraft in verschiedenen Klimaszenarien aus einem Integrated-Assessment-Modell. Erste Test-Simulation stehen kurz vor dem Abschluss. Diese Arbeiten konnten aufgrund der Corona-Pandemie jedoch nicht in dem geplanten Umfang vorangetrieben werden. Es wird nun eine Bereitstellung der Daten in 2021 erwartet.
- Wassermanagement III: Wassernutzungen die nicht in Zusammenhang mit Bewässerung stehen. Eine Option besteht darin, Wasserbedarf in den globalen hydrologischen Modellen (GHM) zu berechnen (z.B. WaterGAP, H08, CWatM), die die entsprechenden Wassernutzungen abbilden und anschließend Multi-Modell-Mittelwerte für den Wasserverbrauch für alle GHM zur Verfügung zu stellen.
- Landnutzung, Bewässerung und Düngung: Im Gegensatz zu den Landnutzungsprojektionen in ISIMIP2b scheint es möglich in ISIMIP3b nicht nur Projektionen einer Modellierungsgruppe, etwa REMIND-MagPIE, zu nutzen, sondern auch die Modelle GLOBIOM (am IASA beheimatet) und IMAGE (am PBL in Den Haag beheimatet) an der Entwicklung der Landnutzungsmuster zu beteiligen und damit den Unsicherheitsbereich in den Projektionen deutlich besser aufzuzeigen.
- Aussaat- und Erntetermine in der Landwirtschaft: Nach der Diskussion beim ISIMIP-Workshop wurde im Rahmen von AgMIP eine neue Methode zur Beschreibung der Verschiebungen der Wachstumsphasen in Antwort auf den Klimawandel entwickelt. In einem weiteren Schritt geht es nun um die Frage, wie diese Klimaantwort auch in Abhängigkeit der sozioökonomischen Entwicklung aus den Shared Socioeconomic Pathways (SSP) variieren könnte.
- Gesundheit: Auswirkung der sozio-ökonomischen Entwicklung auf die Anpassung an Hitzestress.
- Fischerei: Beschreibung zukünftiger Fischerei-Aktivitäten.

Die 2020 initiierte Entwicklung eines Tools zur Qualitätsprüfung von Simulationsdaten basierend auf unseren Vorgaben zur Formatierung dieser wurde weiter fortgeführt. Das Tool steht den Modellierungsgruppen ebenfalls zur Verfügung (<https://github.com/ISI-MIP/isimip-qc>) und hat bereits beweisen können, die Anforderungen an einheitliche Datenbestände deutlich zu erhöhen.