

Masterarbeit – Entwicklung eines Verfahrens zur Ableitung robuster Elektrifizierungsstrategien für ländliche Regionen in Entwicklungsländern

Weltweit leben über eine Milliarde Menschen ohne den Zugang zu einer gesicherten Stromversorgung – der Großteil davon in ländlichen Regionen in Entwicklungsländern. Für die Erreichung des Globalziels der UN, allen Menschen den Zugang zu sauberer und kostengünstiger Energie zu ermöglichen, sind Elektrifizierungsmaßnahmen notwendig. Bei diesen ist zwischen dezentralen Inselösungen sowie vernetzten Systemen abzuwägen. Weiterhin erschweren insbesondere unterschiedliche lokale Einflüsse und unsichere Zukunftsszenarien die Entwicklung geeigneter Elektrifizierungsstrategien.

Um für entsprechende Regionen robuste und skalierbare Elektrifizierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung regionenspezifischer Eigenschaften ableiten zu können, werden in der vorliegenden Arbeit zunächst die wesentlichen Rahmenbedingungen dieser Entscheidungsfindung identifiziert und hinsichtlich der Modellkonzeptionierung und -übertragbarkeit bewertet. Darauf aufbauend wird ein bestehendes Optimierungsmodell zur Ausbauplanung von Energiesystemen weiterentwickelt. Mit dem konzipierten Modell wird es ermöglicht einzelne Siedlungscluster innerhalb einer Region abzubilden und individuell zu parametrieren. Durch die Integration zusätzlicher Restriktionen der gemischt-ganzzahligen linearen Programmierung erfolgt die Berücksichtigung von Vernetzungsoptionen. Zur gezielten Anwendung des entwickelten Verfahrens werden zwei Use Cases in Form von Regionen definiert, in deren Kontext die Analyse verschiedener Einflüsse auf die Realisierung möglicher Elektrifizierungsmaßnahmen erfolgt.

Mit den definierten Use Cases wird gezeigt, dass für die ökonomische Bewertung von Elektrifizierungsmaßnahmen zwischen der Gesamtsystemsicht und der Betrachtung von Auswirkungen auf einzelne Cluster differenziert werden muss. Durch die Realisierung einer Vernetzung ergeben sich für die betrachteten Regionen keine signifikanten Kostenvorteile gegenüber der individuellen Elektrifizierung einzelner Cluster. Im Fall einer Vernetzung werden in einigen Clustern zusätzliche Erzeugungskapazitäten zur Realisierung von Skalenvorteilen errichtet. Davon ausgehend werden andere Cluster mit Energie versorgt. Für Cluster mit einem geringen Energiebedarf sinken dadurch die Stromgestehungskosten. Durch die Modellierung des Energiesystems entlang von Entwicklungspfaden wird gezeigt, dass die Bedeutung einer Vernetzung mehrerer Cluster innerhalb des betrachteten Zeitraums abnimmt. Die prognostizierte Kostendegression für Erneuerbare Energien und der Ausbau dezentraler Systeme innerhalb der Cluster führt insgesamt dazu, dass Leitungsflüsse sukzessive zurückgehen.