

En4U Erfolgskontrollbericht AP- Beschreibung

AP1: Wir konzentrieren uns auf die Bestimmung wirtschaftlicher und politischer Unsicherheiten bei der Planung des Stromausbaus. Nach unserer Analyse sind Erdgas- und Emissionspreise unsichere Parameter, die von wirtschaftlichen und politischen Faktoren beeinflusst werden. Wir modellieren diese Unsicherheiten mit einem Szenariobaum-Ansatz. Ein Szenariobaum veranschaulicht mögliche Pfade von der ersten bis zur letzten Stufe und stellt somit Unsicherheiten dar. In dieser Fallstudie stellt das Jahr den Zeitraum dar, der als Stufe bezeichnet wird. Wir haben einen rekombinierenden Szenariobaum mit den Erdgaspreisen aus dem ARIADNE-Bericht und den Emissionspreisen aus dem World Energy Outlook 2023 (International Energy Agency (IEA) 2023) erstellt, was insgesamt 43 046 721 Szenarien ergibt.

AP4: Wir modellieren das Planungsproblem der Leistungserweiterung als ein Simulations-Optimierungsproblem. In diesem Arbeitspaket konzentrieren wir uns auf das Optimierungsproblem. Im Hinblick auf das Optimierungsproblem schlagen wir einen Rahmen für die „doppelte Dekomposition“ vor, um die besondere Struktur unseres Problems der Leistungserweiterungsplanung zu lösen. Zu diesem Zweck kombinieren wir die Benders-Zerlegung und die stochastische duale dynamische Programmierung (SDDP). Insbesondere betrachten wir die Leistungserweiterungsplanung als ein zweistufiges Optimierungsproblem. In der ersten Stufe werden die Entscheidungen über das Stromportfolio anhand des Ausbauproblems, einem gemischt-ganzzahligen linearen Optimierungsproblem, bestimmt, während die betrieblichen Entscheidungen in der zweiten Stufe getroffen werden. Das operative Problem ist ein mehrstufiges stochastisches lineares Problem, das durch SDDP gelöst wird.

AP5: In diesem Arbeitspaket konzentrieren wir uns auf die Modellkopplung zur Entwicklung eines Simulations-Optimierungsmodells. Zunächst stellen wir den Prozess der Extraktion dualer Werte aus einer agentenbasierten Simulation (AMIRIS) vor, bei der es sich um ein nicht-LP-basiertes Modell handelt. Zweitens untersuchen wir drei Kopplungsstrategien, um die Ergebnisse der agentenbasierten Simulation in das Optimierungsmodell zu integrieren, indem wir Optimalitätsschnitte verwenden, die mit dualen Werten erzeugt werden.

Ergebnisse: Wir entwickeln erfolgreich ein Simulations-Optimierungsmodell. Wir führen ein integriertes Simulations- und Optimierungsmodell für die Entwicklung des zukünftigen Energiesystems durch. Zusätzlich führen wir Sensitivitätsanalysen und Out-of-Sample-Tests durch, um unseren Ansatz im Detail zu bewerten. Der Simulations-Optimierungs-Ansatz liefert eine bessere Leistung als das Optimierungsmodell. Insgesamt liefern alle Strategien und die stochastische Optimierung bei den Portfolio-Entscheidungen ähnliche Ergebnisse; die Öltechnologie wird schrittweise abgeschafft, während die Kapazitäten der Wind- (81-87 %) und Erdgastechnologie (15-18 %) erhöht werden.