

## Masterarbeit

### *Leistungsinspektion eines datenschutzbewahrenden verteilten optimalen Leistungsfluss-Algorithmus unter Verwendung von Differential Privacy in Verteilungsnetzen*

---

Aufgrund der zunehmenden Anzahl aktiver Teilnehmer an der bestehenden Infrastruktur müssen die Betriebshierarchie und die Strategien von Verteilnetzen angepasst werden. Auf der einen Seite ist dies auf die Versorgungsseite unter Einbeziehung einer großen Menge an erneuerbaren Ressourcen der lokal gesteuerten Erzeugung wie Wind und Photovoltaik zurückzuführen. Auf der Nachfrageseite ermöglicht die Berücksichtigung von steuerbaren Lasten wie Elektrofahrzeugen und verschiedenen Demand-Response-Programmen den Prosumenten, bewusste Entscheidungen bezüglich ihres Verbrauchs zu treffen. Diese Verlagerung des Stromnetzbetriebs von der üblichen zentralisierten Architektur hin zu verteilten Ansätzen erfordert jedoch Kommunikationskanäle und einen funktionierenden Datenaustausch. Darüber hinaus werden datengetriebene Ansätze zur Verbesserung der Leistung verteilter Berechnungen immer beliebter, was die Bedeutung von Daten und die Anforderung, eine große Menge an Daten von jedem beteiligten Teilnehmer, angefangen von den Netzbetreibern bis hin zu einzelnen Verbrauchern, zu sammeln, weiter erhöht. Oftmals kann die Weitergabe solcher Informationen zur Verletzung der individuellen und kommerziellen Privatsphäre durch Datenlecks oder Cyberangriffe führen. Differential Privacy ist ein Framework, das hilft, das Teilnahmerisiko von Individuen zu kontrollieren, indem ein sorgfältig kalibriertes Rauschen zu den abgefragten Daten hinzugefügt wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein verteilter optimaler Leistungsfluss-Algorithmus erweitert, um das Konzept der differentiellen Privatsphäre sowohl auf die Daten anzuwenden, die zwischen den benachbarten Agenten/Knoten ausgetauscht werden, als auch auf die Optimierungsparameter und -ergebnisse, die mit einem zentralisierten Energiemanagement-Agenten auf jeder Netzebene ausgetauscht werden. Alle Parameter und Variablen werden nach ihrer Wichtigkeit für die Privatsphäre eingestuft und mit einem geeigneten Privatsphäre-Koeffizienten versehen. Zum Beispiel sind die Preise, die ein DSO den Erzeugern in Rechnung stellt, privater als topologische Parameter wie die Knotenspannungen. Besonderes Augenmerk muss auf die gewählte Methode gelegt werden, um das kalibrierte Rauschen zu den genannten Parametern hinzuzufügen, so dass eine minimale Beeinträchtigung des Nutzens des Algorithmus garantiert werden kann. Der entwickelte Algorithmus wird mit dem ursprünglichen verteilten Algorithmus unter Verwendung exakter Daten verglichen, um die Robustheit des Algorithmus mit einem quantifizierbaren Maß für den Optimalitätsverlust zu testen.

Der Aufbau der Arbeit wird wie folgt vorgeschlagen:

- Einarbeitung und Literaturrecherche zu diesem Thema
- Entscheidung über das gewählte Rauschadditionsverfahren
- Auswahl des verteilten OPF-Algorithmus
- Entscheidung über die Parameter und Variablen, deren Exaktheit bei der gemeinsamen Nutzung der Daten erhalten bleiben soll
- Implementierung der entwickelten Methodik
- Validierung der Methodik an einem geeigneten Testfall
- Vergleich der erzielten Ergebnisse zur Quantifizierung des Optimalitätsverlustes und der Wahrung der Privatsphäre

Die Arbeit ist ab sofort für Studenten der Elektrotechnik/Informationstechnik, des

Wirtschaftsingenieurwesens oder der Informatik als Masterarbeit erhältlich. Im Anschluss an diese Arbeit soll ein Bericht über die erzielten Ergebnisse vorgelegt werden.

**Allgemeine Bedingungen und Mittelbereitstellung:** Für die Untersuchungen im Rahmen der Abschlussarbeit sind dem Studenten alle vorhandenen Vorarbeiten, Veröffentlichungen und Publikationen zum Hauptthema zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus wird dem Studenten der Zugang zu den Daten für die Einarbeitung in eine freie Programmiersprache unter Beachtung der notwendigen Datenschutzbestimmungen ermöglicht. Für weitere Recherchen im Rahmen der Diplomarbeit wird dem Studierenden zusätzlich Zugang zu MatLab- und/oder Python-Skripten gewährt, sofern vorhanden.

Das ie3 ist sich der Bedeutung der freien Verfügbarkeit von Wissen sowie der Vergleichbarkeit bewusst und verfolgt daher eine Open-Source-Strategie. Abhängig von den erzielten Ergebnissen können Teile oder alle Arbeitsergebnisse im Anschluss an die Arbeit vom Institut unter einer OpenSource-Lizenz veröffentlicht werden.

***Please find the task description in English on the next page!***

Ansprechpartner:

Debopama Sen Sarma, M. Sc.  
debopama-sen.sarma@tu-dortmund.de

Campus Nord, BCI-G2-4.30  
+49 231 755-2025

## Master Thesis

### *Performance inspection of a privacy preserving distributed optimal power flow algorithm using Differential Privacy in distribution grids*

---

Owing to the increasing number of active participants in the existing infrastructure, the operational hierarchy and strategies of distribution power systems are rapidly changing. On one side, this is attributed to the supply side with the inclusion of a huge amount of renewable resources of locally controlled generation such as wind and photovoltaics. On the demand side, inclusion of controllable loads such as electric vehicles and several demand response programs allow prosumers to make conscious decisions regarding their consumption. However, this shift of power system operation from its usual centralized architecture towards distributed approaches develops communication channels and data sharing. Moreover, data-driven approaches to enhance the performance of distributed computation are gaining popularity, which further increase the importance of data and the requirement of collecting a large amount of data from every involved participant starting from the grid operators to individual consumers. Oftentimes, sharing such information may lead to the breach of individual and commercial privacy due to leakage of data or cyber-attacks. *Differential Privacy* is a framework that helps control the participation risk of individuals by adding a carefully calibrated noise to queried data.

In the scope of this present work, a distributed optimal power flow algorithm will be extended to apply the concept of differential privacy to both data being shared between the neighboring agents/nodes and the optimization parameters and results shared with a centralized energy management agent at each grid level. All parameters and variables will be ranked according to their importance of privacy and assigned a suitable privacy coefficient. For example, the prices a DSO charges to the generation operators are more private as compared to topological parameters such as node voltages. Special attention needs to be paid to the method selected to add the calibrated noise to the said parameters such that minimum compromise on the algorithm's utility can be guaranteed. The developed algorithm will be compared to the original distributed algorithm using exact data in order to test the robustness of the algorithm with a quantifiable measure of optimality loss.

The structure of the work is suggested as follows:

- Familiarisation and literature research on this topic
- Decision on the selected noise addition method
- Selection of the distributed OPF algorithm
- Decision on the parameters and variables whose exactness will be preserved in data sharing
- Implementation of the developed methodology
- Validation of the methodology on a suitable test case
- Comparison of obtained results to quantify optimality loss and preservation of privacy

The thesis is available immediately to students of electrical engineering/information technology, industrial engineering or computer science as a master's thesis. Following this work, a report on the results achieved is to be presented.

**General conditions and funds provided:** The student shall be provided with all existing preliminary work, publications and publications on the main topic for the investigations within the scope of the thesis. In addition, the student will be given access to the data for familiarisation with a free programming language, in compliance with the necessary data protection obligations. For further research in the context of the thesis, the student will additionally be granted access to MatLab and/or Python scripts, if available.

The ie3 recognises the importance of free knowledge availability as well as comparability and therefore pursues an open source strategy. Depending on the results achieved, parts or all of the work results can be published by the institute under an OpenSource license following the work.

