

UNIVERSITÄT BREMEN

DOKUMENTATION

Installation und Anwendung des eGo-Tools

Dokumentation zu open_eGo

23. Januar 2019

David Unland
David Fuhrländer

in Auftrag gegeben von:
David Beier



Übersicht

keine vollständige Lauffähigkeit:

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Fragestellung	1
3	Installation unter Windows	3
3.1	Programmierungsumgebungen und -platform	3
3.1.1	GitHub	3
3.1.2	Anaconda	4
3.2	Installationsvorbereitung	4
3.3	Installation der Tools	4
3.3.1	Installation der OpenEnergyPlatform API	5
3.3.2	Installation von ego.io	5
3.3.3	Installation von ding0	6
3.3.4	Installation von eGo	6
3.3.5	Installation von eDisGo	7
4	Workaround zum Einrichten der eGo-Tools	8
4.1	Nützliche Websites	8
4.2	Einrichten einer VM	8
4.3	Nutzen des (Linux-)Terminal	9
4.4	Installation	10
4.4.1	eGo- Installation	10
4.4.2	Account der Openenergy-Plattform	12
4.4.3	Dingo-Installation	12
4.4.4	eTraGo	13
4.4.5	eDisGo	13
4.5	PYTHON - Interpreter	14
4.5.1	Package-Manager: Anaconda	14
4.5.2	Direkt-Installation: Jupyter Notebook	14
5	Doku zu Tools	14
5.1	Zusammenhänge	14
5.2	PyPSA	15
5.3	eGo	15
5.3.1	betrachtete Netz-Struktur	15
5.3.2	Programm-Struktur	15
5.3.3	Parametrierung-Optionen	16
5.3.4	Szenarien	19
5.3.5	Aufgetretene Fehler	20
5.4	eTraGo	22
5.4.1	Datenbasis	23
5.4.2	Parameter	23

Inhaltsverzeichnis

5.5	eDisGo	23
5.6	Ding0	23
5.6.1	Datenbasis	23
5.7	Entwicklung der Netz-Topologie (mittels Dingo?)	24
5.8	Alloc AEC + gen	26
5.9	Tutorials	26
5.9.1	eGo - Abschluss-Workshop 2018	26
5.9.2	eTraGo	26
5.9.3	Ding0 - Workshop...	26
5.9.4	oedb-examples	26
5.10	siehe auch	26

Abbildungsverzeichnis

1	Schema der Spannungsebenen und Beispiel MVGD	25
2	Tabelle zu EE-Allokation	25

1 Einleitung

- Ziel von openeGo -> Nutzen –Ökonomische Analyse von Netzausbau-Szenarien über sämtliche Netzebenen unter Berücksichtigung von Speicher- und Redispatch-Möglichkeiten – zur offenen, reproduzierbaren Analyse bestimmter Netz (-Ausbau) Szenarien.

-Im Folgenden werden Grundlagen der Nutzung in Form einer Übersicht bzw. Struktur der Einzel-Tools sowie ein Workaround zum Einrichten der Tools dargestellt.

-Der Status (Neuheits,...) des Tools sowie Veränderungen der Serverstruktur benötigter Datenbanken schränkt die aktuelle Anwendbarkeit ein....

Diese Dokumentation beinhaltet o.g. Inhalte und versucht die folgenden Fragestellungen zu beantworten.

2 Fragestellung

1. eGo "lauffähig" machen

→ nur zum Teil geglückt

→ Fehler bei Zugriff auf Datenbank

1.1. Runtime

→ nicht ermittelbar

→ n.e.

1.2. Speicherbedarf

2. Was kann man mit eGo machen?

2.1. Planung und ökonomische Analyse bestimmter Netz-[Ausbau)Szenarien

3. Welche Parameter sind änderbar?

3.1. Parametrierung über json-Datei

3.2. siehe Abschnitt(5.3.3)

4. Welche Netz-Größen /-Teile sind berechenbar?

4.1. in eDisGo:

→ durch choice_mode: "manual"

→→ "manual_grids: []" aktiv; gewünschte Substation-IDs in eckige Klammern einfügen

5. Welche Outputs werden erzeugt

→ ?

6. Ist Trassenausbau berücksichtigt?

2 Fragestellung

- Netzausbau und entsprechende Kosten sind berücksichtigt; inwiefern Trassenbau einfließt ist aktuell unklar
7. Ist es möglich, neue Anlage hinzuzufügen und zu berechnen?
- nach aktuellem Kenntnisstand nur über Daten-Nachtrag in (eigener) oedb-Liste
8. Wie wird der oedb-Token verwendet?
- siehe Abschnitt(4.4.2), Punkte 4-6
9. Wie ist die Marktsimulation umgesetzt?
- ?
- 9.1. Kann der optimale Kraftwerkspark auf Basis von linearer Optimierung ermittelt werden?
- ?
- auf Basis der oedb Daten; nach aktuellem Kenntnisstand keine eigene KW-Standort-/Typ-Optimierung
- 9.2. Kann der optimale Dispatch ermittelt werden?
- (Ich glaube umgesetzt über nodal pricing, oder?)
- via PyPSA
- aktuell kein detaillierteres Wissen*
- 9.3. Wie granular ist die Marktsimulation (werden Anlagen aus den synthetischen MS/NS Netzen für die Deckung der Leistungsbilanz voll herangezogen?)
- nach Verständnis der Autoren: ja
- 9.4. Zeitlich aufgelöster Erzeugungsmix mit Strompreisen und CO2-Intensität ermittelbar?
- Erzeugungsmix-Ausgabe ggf. implementierbar
- CO2-Intensität vermutlich nicht ermittelbar
10. Kann eine Netzregion wie Schleswig-Holstein einfach extrahiert werden?
- ???
11. Wie genau ist Heide und Umgebung modelliert? (Auf dem Workshop wurde gesagt, dass urbane Netze von der Betrachtung ausgeklammert wurden)
- ???
12. Wie klappt die Aggregation / Disaggregation für das Gesamtmodell?
- ???

13. Wie wird der Einsatz von Flexibilitäten im Modell abgebildet? (zB Merit Order?)
→ ???
14. Wie sind die Szenarien umgesetzt, welche Parameter werden hier variiert?
→ ???
15. Sind die relevanten Energiewandlungstechnologien abgebildet oder benötigt man immer schon "fertige" Zeitreihen?
→ ???

Für eigene Projekt-Szenarien relevant

1. Residuallast / Knotenlastfluss am UW Heide
→ ggf. für entsprechende Substation ermittelbar
-> Verweis ???
2. Stromzusammensetzung in regionaler Auflösung
→ nach Verständnis der Autoren nicht abbildbar
3. CO2-Intensität (Grenzkraftwerk) des (regionalen) Strommixes
→ ???
4. Strompreise (aus Marktsimulation, siehe Punkt bzgl. Marktsimulation)
→ ???

3 Installation unter Windows

Ob die Installation unter Windows zu empfehlen ist wird sich noch zeigen. Die open_ego-tools wurden unter Linux entwickelt, bei Windows kommt es häufig schon bei der Installation zu Problemen, die einen großen Zeitaufwand und viele Umwege bergen. Im aktuellen Stand (16.01.2019) läuft bisher nur ding0 fehlerfrei.

3.1 Programmierumgebungen und -platform

3.1.1 GitHub

Die Installation von Github Desktop wird zum gemeinsamen - zeitgleichen und versionierten - Arbeiten an Projekten empfohlen. Damit wird auch die Git Shell (Git Bash) eingerichtet, deren Befehle die Installation der Tools vereinfachen.

3.1.2 Anaconda

Anaconda ist ein empfohlenes Programm zur Verwaltung von Virtual Environments, Programmierumgebungen und (Python-)Packages

- von Anaconda.org die Python3.7-Version herunterladen (Python ≥ 3.0 (aber $\leq 3.7!!$) benötigt z.B. für ding0)
- Es werden zwei Programme installiert: Anaconda Prompt und Anaconda Navigator

Anaconda Navigator ist ein Graphical User Interface (GUI) zur manuellen Einrichtung von Virtual Environments.

Auswahl und Installation der Texteditoren erfolgt separat für jedes Environment.

→ Jupyter Notebook zur Ausführung von .ipynb-Dateien (häufiges Format in Tutorials)

→ Spyder zum Programmieren und Debugging von Python-Skripten

Anaconda Prompt ist ein Command-Line-Interface (CLI).

Das Ausführen von Programmen, Verwalten der environments, (Ausführen von Python) ist auf die Schnelle möglich

3.2 Installationsvorbereitung

Es wird empfohlen, ein virtuelles Environment für die tools zu erstellen. Die nötigen Python-Packages werden jeweils in der Tool-spezifischen requirement.txt aufgelistet dann mit installiert.

in Anaconda Prompt:

```
1 conda create -n open_ego
   conda activate open_ego
```

Zur Ablage und Installation der Tools empfehle ich globalen Ordner, z.B.
\\User\\Anaconda3\\pkgs

3.3 Installation der Tools

grundsätzliche Empfehlung bei der Installation der open_eGo-Tools unter Windows:

- Es tauchten zahlreiche Fehler bei der Installation mit Python3.7 auf.. ich empfehle zur Installation Python3.5.
- Einfache Installation per "pip install <tool>" nicht empfohlen - es kommen oft Fehlermeldungen aufgrund falscher Package-Bedingungen zurück
→ stattdessen alle tools von GitHub herunterladen und installieren per

```
2 pip install -e <path\to\repo>
```

- Können vorausgesetzte Packages bei dem Installationsprozess nicht installiert werden, finde die jeweiligen Packages unter den "Unofficial Windows Binaries for Python Extension Packages" von Christoph Gohlke: <https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>

3.3.1 Installation der OpenEnergyPlatform API

1. Download/Clone von Github-Repository: <https://github.com/OpenEnergyPlatform/oeplatform>
2. in Anaconda Prompt:

```
1 conda create -n oep-api  
activate oep-api  
3 cd <path\to\downloaded\repository>  
5 pip install -r requirements.txt
```

3.3.2 Installation von ego.io

Stelle zur Installation der Tools sicher, dass du dich in deinem angelegten Virtual Environment befindest:

```
conda activate open_eGo
```

bzw. erstelle ein solches Environment, wenn noch nicht vorhanden, per

```
1 conda create -n open_eGo
```

1. Download repository von <https://github.com/openego/ego.io>
2. in Anaconda Prompt:

```
1 pip install -e <path\to\downloaded\repo>
```

3.3.3 Installation von ding0

Ding0 benötigt ego.io. Stelle sicher, dass die Installation bereits erfolgt ist.

Ding0 scheint häufig Probleme bei der Installation der passenden matplotlib-Version zu haben. Diese treten bei mir vor allem unter Python3.7 auf. Daher nutze ich Python3.5. Nach dem Downgrade ist ein Update von pip nötig.

```
1  conda install python==3.5
    python -m pip install --upgrade pip
```

Eine bekannte Hürde ist die fehlerhafte Installation von matplotlib/fiona. Die Fiona-Wheel sollte von Christoph Gohlke heruntergeladen werden: <https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>

→ dabei auf passende Version achten, z.B. Fiona-1.8.3-cp35-cp35m-win_amd64.whl für Fiona=1.8.3 mit Python=3.5.x bei 64-Bit-Betriebssystem

→ Python Version und build wird angezeigt, wenn python in Command Line Interface aufgerufen wird

1. Download repository von <https://github.com/openego/ding0>
2. in Anaconda Prompt:

```
2  pip install <path\to\Fiona-1.8.3-cp35-cp35m-win_amd64.whl>
2  pip install -e <path\to\downloaded\ding0-dev>
```

Zusatz: bei Fehler BUILDING MATPLOTLIB [...] * The following required packages can not be built: * freetype, png, versuche folgende Schritte:

→ passende wheel-Datei von Christoph Gohlke herunterladen, hier z.B. matplotlib-3.0.2-cp37-cp37m-win_amd64.whl

```
2  pip install <path\to\matplotlib-3.0.2-cp37-cp37m-win_amd64.whl>\\
2  pip install matplotlib\\
4  pip install freetype-py\\
4  pip install png_util\\
6  pip install -e <path\to\downloaded\ding0-dev>\\
6  ...
```

3.3.4 Installation von eGo

1. Microsoft visual C++ ≥ 14.0 ist benötigt. Intallierte Versionen können in Systemsteuerung→Apps eingesehen werden. Neue Versionen können mit Microsoft Visual Studio (Community) 2017 bezogen werden.

2. eGo benötigt PyPSA. Führe in Anaconda Prompt aus:

```
2 pip3 install -e git+https://github.com/openego/PyPSA@master#egg=0.11.0fork
```

3. Installation von eGo:

```
1 pip3 install eGo --process-dependency-links
```

Zusatz: falls Probleme mit den Packages Pandas/Fiona auftauchen:

- wheel-Datei von Christoph Gohlke herunterladen: <https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/>
- dabei auf passende Version achten, z.B. Fiona-1.8.3-cp35-cp35m-win_amd64.whl für Fiona=1.8.3 mit Python=3.5.x bei 64-Bit-Betriebssystem
- Python Version und build wird angezeigt, wenn python in Command Line Interface aufgerufen wird

3.3.5 Installation von eDisGo

fun fact: - eDisGo scheint bei der installation pypsa0.11.0fork zu deinstallieren (und nicht zu reinstallieren).. vor der Installation von eTraGo muss daher PyPSA wieder installiert werden..

Installation von eDisGo

1. download from <https://github.com/openego/edisgo>

2. in Anaconda Prompt:

```
1 pip3 install -e <path\to\repo>
```

=====

4 Workaround zum Einrichten der eGo-Tools

Zum Einrichten und nutzen der eGo-Tools bestehen grundsätzlich verschiedene Alternativen. Bisher konnte jedoch von den Autoren lediglich die im Folgenden beschriebene Variante erfolgreich durchgeführt werden.

Das Ausführen der Tools wird konkret mittels einer VM (virtual machine) durchgeführt. Dies bietet die Möglichkeit einer betriebssystemunabhängigen Installation und verhindert die ungewünschte Veränderung bestehender python-packages.

Im Folgenden wird das Einrichten von VIRTUALBOX, die Installation von UBUNTU 18.04 sowie die Installation von eGo- und Ding0-Tools erläutert.

4.1 Nützliche Websites

- Dokumentation zu EGO

<https://openego.readthedocs.io/en/dev/>

- Dokumentation zu ETRAGO

<https://etrago.readthedocs.io/en/latest/>

- Dokumentation zu EDISGO

<https://edisgo.readthedocs.io/en/latest/>

- Dokumentation zu DINGO

<https://dingo.readthedocs.io/en/dev/index.html>

- Openenergy-Platform

<https://openenergy-platform.org/>

- ego-data-processing

https://github.com/openego/data_processing

- Lastflussrechnungen basieren auf PyPSA:

<https://pypsa.org/doc>

4.2 Einrichten einer VM

1. Herunterladen von VIRTUALBOX

<https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>

bzw. https://www.virtualbox.org/wiki/Linux_Downloads

2. Installieren der VM

<https://www.wikihow.com/Install-VirtualBox>

befolge Anweisungen auf:

<https://tecadmin.net/install-oracle-virtualbox-on-ubuntu/>

3. Erstellen einer neuen VM

benötigte Festplattengröße beachten: siehe [4.5.1](#)

https://docs.oracle.com/cd/E26217_01/E26796/html/qs-create-vm.html

4.3 Nutzen des (Linux-)Terminal

Zur Installation sämtlicher Pakete, Anlegen und Aktivieren einer virtuellen Umgebung und Ausführen der Tools wird das Linux-Terminal benötigt.

Das Linux-Terminal wird in der Menü-Leiste oder über *STRG + ALT + t* aufgerufen.

Unten aufgelistete Befehle sind zum Verwenden des Linux-Terminals hilfreich.

Grundsätzlich sind sämtliche Terminal-Befehle (sofern nicht anders gekennzeichnet) für jede Zeile separat auszuführen.

Zu Beginn jeder Befehlszeile erscheinen Nutzer-Name und aktueller Pfad (prinzipielle Darstellung):

```
1 user:~/aktueller_DateiPfad$
```

Im Folgenden wird stattdessen lediglich ein \$-Zeichen zur Markierung jeweils einer Befehlszeile verwendet.

Mit # sind Kommentare (kein aktiver code) hinzugefügt. Erscheinen am linken Rand der Eingabezeile diese Symbole: <<<, ist die python-shell aktiv.

```
1 $ cd # change directory to....
2 $ ls # list items in current directory
3 ### using virtual environment (venv)
4 $ source bin/activate # executable only in venv-directory; activate
   venv
5 $ deactivate # deactivate venv
6 $ python3 anysriptname.py #run script with python3 (without GUI)
7
8 >>> # python-shell active -> python-syntax expected
9 >>> exit() # exit python-shell
```

4.4 Installation

4.4.1 eGo- Installation

1. in Linux-VM: Terminal öffnen
2. system-update

```
1 $ sudo apt update
  $ sudo apt upgrade
3 $ sudo apt autoremove
```

3. notwendige (Vor-) Installationen (je)

```
1 $ sudo apt install virtualenv
  $ sudo apt install python3-pip
3 $ sudo apt install git
  $ sudo apt install python3-tk
5 $ pip3 install contextily
```

4. Virtuelle Umgebung oder Ordner einrichten

sofern die VM ausschließlich für diese eGo-Anwendung verwendet wird, kann ggf. auf die Nutzung einer (zusätzlichen) virtuellen Umgebung verzichtet werden. Diese Maßnahme dient (nach Kenntnisstand der Autoren) lediglich zur Vermeidung von Versions-Überschreibungen einzelner python-packages.

- 4.1. Ordner einer virtuellen Umgebung

```
1 $ virtualenv ego_env --clear -p python3
```

→ neuer Ordner „ego_env“

- 4.2. neuer Ordner

```
1 $ cd gehe_zu/Zielverzeichnis/
  $ mkdir ordner_name
3
```

→ neuer Ordner „ordner_name“

5. In angelegten (virtuellen) Ordner manövrieren

```
2 $ cd .../.../ego-venv
```

6. eGo von github herunterladen

```
1 $ git clone https://github.com/openego/eGo
```

7. virtuelle Umgebung (virtual environment) aktivieren:

```
1 $ source bin activate
   die Darstellung der Eingabezeile aendert sich in Folgendes:
3 (ego-venv) user:~/aktueller-Pfad$
```

8. eGo installieren:

```
1 $ pip3 install eGo --process-dependency-links
```

falls Fehler während Install.:

```
1 $ pip3 install -e
   $ git+https://github.com/openego//PyPSA@master#egg=0.11.0 fork
3 $ pip3 install eGo --process-dependency-links
```

9. Aufruf/ Ausführen von Skripten mittels eGo-tool erfolgt indirekt; Aufruf von python-Skripten (funktioniert an diesem Punkt noch nicht vollständig)


```
1 $ cd eGo/ego
   # erster Aufruf des scripts ''appl.py'' legt log(???)-Datei fuer
   oedb-Anmeldung an
3 $ python3 appl.py
```

10. Eingabe der Daten von openenergy-platform.org erforderlich (siehe 4.4.2)

es wird in (verstecktem) Ordner „egoio“ eine „config.ini“-Datei angelegt; diese enthält:

```
1 [oedb]
   dialect = oedialect
3 username = <username>
   database = oedb
5 host      = openenergy-platform.org
   port     = 80
7 password = <token>
```

4.4.2 Account der Openenergy-Plattform

1. Seite aufrufen

<https://openenergy-platform.org/login/?next=/>

2. → create new account
3. mit erstellten Daten Anmelden
4. Login
5. CLICK auf USERNAME öffnet Daten
6. CLICK auf SHOW TOKEN öffnet persönlichen Schlüssel

4.4.3 Dingo-Installation

URL

1. DINGO herunterladen: (start: home-folfer)

```
1 $ cd ego_venv
3 $ git clone https://github.com/openego/ding0.git
```

falls virt.-Umgebung nicht aktiviert: in „ego_venv“

```
2 $ source bin/activate
```

2. Installation von DING0

```
1 $ pip3 install -e ding0
```

3. Laufversuche

3.1. example_multiple_grid_districts.py

Fehler: metadata referenced before assignment

3.2. example_parallel_multiple_grid_districts.py

läuft; output:?

4.4.4 eTraGo

<https://etrago.readthedocs.io/en/latest/>

1. clone from github
2. activate venv
3. pip3 install eTraGo --process-d...

4.4.5 eDisGo

<https://edisgo.readthedocs.io/en/dev/>

1. clone from github
2. activate venv
3. pip3 install -e edisgo

4.5 Python - Interpreter

Falls entsprechende Skripte nicht im Terminal aufgerufen/ ausgeführt werden sollen, können entsprechende Interpreter installiert werden.

Die Installation kann einzeln oder über den (überaus praktischen) package-manager ANACONDA (siehe folgender Abschnitt) erfolgen.

Verwendbare Interpreter sind (u.A.):

- jupyter notebook

<https://jupyter.org/>

- spyder (IDE, ähnlich MATLAB)

<https://docs.spyder-ide.org/>

4.5.1 Package-Manager: Anaconda

ANACONDA ist eine überaus praktische Plattform bezüglich der Anwendung verschiedener PYTHON bzw. Data-Science-Tools. Es benötigt allerdings merklich Platz auf der Festplatte des Systems.

```
$ chmod +x filename .sh
./filename.sh
```

4.5.2 Direkt-Installation: Jupyter Notebook

<https://jupyter-notebook.readthedocs.io/en/stable/>

```
$ pip3 install jupyter
```

5 Doku zu Tools

5.1 Zusammenhänge

Das eGO-Tool verknüpft die Netzoptimierungstools EDisGo (Optimierung von Mittel- und Niederspannungsnetzen) und ETRaGo (Optimierung sämtlicher Netzebenen darüber; 110 – 380kV) Datengrundlage ist standardmäßig die OPENENERGY-DATABASE (oedb, openenergy-platform.org).

DING0 greift auf Standortdaten von Mittelspannungs-Übergabestationen (HV zu MV) der OEDB zu und generiert ein Netzmodell für Mittel- und Niederspannung (MV und LV), welches als Berechnungsgrundlage für weitere Optimierungen dient.

Lastflussberechnungen werden durch das PYTHON-Tool PYPsa durchgeführt, wofür ein sog. "container" übergeben werden muss, welcher entsprechende Daten ???enthält.

5.2 PyPSA

Dokumentation, Download, etc. auf <https://pypsa.org/>

Forum zu PyPSA unter: <https://groups.google.com/forum/#!forum/pypsa>

5.3 eGo

Das Resultat des OPEN_EGO-Projektes ist eine opensource-Netzplanungs-Toolbox: EGO. Es werden sämtliche Netzebenen (HöS bis NS bzw. engl.: EHV - LV) abgedeckt. [Huelk2018]??? EGO verknüpft die Netzoptimierungstools EDisGo und ETraGo.

Eine Übersicht der Tools, sämtliche Skripte sowie Dokumentationsverweise sind unter <https://github.com/openego/> zu finden. Die Vorstellung des Projektes ist unter <https://openegoproject.wordpress.com/> abrufbar.

5.3.1 betrachtete Netz-Struktur

siehe auch Abschnitt(5.7) Für die Strukturierung des Mittel- bzw. Niederspannungsnetzes wird die betrachtete Region in sog. GRID-DISTRICTS unterteilt. Die Aufteilung erfolgt mittels Voronoi-Algorithmus auf Grundlage von Eigenschaften der Übergabestations-Daten. - TSOs sind nicht dazu berechtigt/verpflichtet Daten über MS/NS-Netze zu veröffentlichen - Last und Erzeugung werden für diese Bereiche statistisch generiert - Voronoi Algorithmus auf Basis der Übergabestationen (substations) und Daten von Verwaltungsgrenzen

5.3.2 Programm-Struktur

EGo-Aufruf über Skript: appl.py

<https://github.com/openego/eTraGo/blob/dev/etrago/appl.py> Zugriff auf Haupt-Input-Output-Skript: io.py

Durch den Aufruf des appl.py-Skripts erfolgt (u.a.) das Anlegen einer neuen ego-Instanz der Klasse **ego()**. Die Klassenstruktur innerhalb des Tools ist im Folgenden dargestellt:

eGoBasic(object)

”The eGo basic class select and creates based on your “scenario_setting.json“ file your defined eTraGo and eDisGo results container. And contains the session for the database connection.”

eTraGOResults(eGoBasic)

”The “eTraGoResults“ class creates and contains all results of eTraGo and it’s network container for eGo.”

eDisGOResults(eTraGOResults)

'...create and contains all results of eDisGo and its network containers.'

eGo(eDisGOResults):

"Main eGo module which includes all results and main functionalities."

Eine eGo()-Instanz "erbt" Methoden und Attribute von sämtlichen aufgelisteten, übergeordneten Klassen.

5.3.3 Parametrierung-Optionen

siehe auch Dokument: "eGo Documentation 0.3.3", Abschnitt (1.7.2)

Die Parametrierung der Berechnungen erfolgt über die Datei "scenario_settings.json". Zur besseren Übersicht erfolgt die Darstellung dieser Datei aufgeteilt in "global parameters", "eTraGo-settings" und "eDisGo-settings".

```

1 {
2   # global parameters
3   "eGo": {
4     "eTraGo": true,
5     "eDisGo": true,
6     "csv_import_eTraGo": false,
7     "csv_import_eDisGo": false
8   },

```

```

2 # eTraGo-settings

4 "eTraGo": {
5   "db": "oedb",
6   "gridversion": "v0.4.5",
7   "method": "lopf",
8   "pf_post_lopf": true,
9   "start_snapshot": 1000, #1, Start hour of the scenario year to be
10      calculated.
11   "end_snapshot": 1005, #2, End hour of the scenario year to be
12      calculated.
13   "solver": "gurobi",
14   "solver_options": {},
15   "scn_name": "eGo 100",
16   #comm: ?Status Quo?, Choose your scenario. Currently, there are three
17      different scenarios: ?Status Quo?, ?NEP 2035?, ?eGo100?. If you do not
18      want to use the full German dataset, you can use the excerpt of
19      Schleswig-Holstein by adding the acronym SH to the scenario name (e.g.
20      ?SH Status Quo?)
21   "scn_extension": null,

```

```

#comm: Data of the extension scenarios are located in extension-tables (e.
      g. model_draft.ego_grid_pf_hv_extension_bus) with the prefix ?
      extension_?. Currently there are three overlay networks: ?
      nep2035_confirmed? includes all planed new lines confirmed by the
      Bundesnetzagentur ?nep2035_b2? includes all new lines planned by the
      Netzentwicklungsplan 2025 in scenario 2035 B2 ?BE_NO_NEP 2035? includes
      planned lines to Belgium and Norway and adds BE and NO as electrical
      neighbours
18
"scn_decommissioning": null,
20 "lpfile": false, #State if and where you want to save pyomo's lp
    file
"csv_export": "results/your_results", #State if and where you want to
    save results as csv files
22 "db_export": false, #State if you want to export the results of
    your calculation back to the database

24 "extendable": ["storage", "network"],
#Choose components you want to optimize. Settings can be added in /tools/
    extendable.py. The most important possibilities:
26 #comm: ?network?: set all lines, links and transformers extendable
    ?german_network?: set lines and transformers in German grid
#extendable
28 #?foreign_network?: set foreign lines and transformers extendable
    ?transformers?: set all transformers extendable
    ?overlay_network?: set all components of the ?scn_extension?
#extendable
30 #?storages?: allow to install extendable storages
#(unlimited in size) at each grid node in order to meet the flexibility
    demand.
32 #?network_preselection?: set only preselected lines extendable,
# method is chosen in function call
34

36 "generator_noise": 789456,
"minimize_loading": false,
38 "ramp_limits": false, #State if you want to consider ramp limits of
    generators. Increases time for solving significantly. Only works when
    calculating at least 30 snapshots
"extra_functionality": null,
40 "network_clustering_kmeans": 10,
"load_cluster": false,
42 "network_clustering_ehv": false,
"disaggregation": "uniform",
44 "snapshot_clustering": false,
#This method aggregate given time series for various time intervals like i
    .e. days using the tsam package. Contrary to snapshot skipping, this
    approach averages a certain period of snapshots instead of choosing a
    representative snapshot.
46 "parallelisation": false,
"skip_snapshots": false,
48 #This method simplifies the simulation temporally by considering every n-

```

```

th snapshot of a given time series. The regarded snapshots are weighted
  by the number of neglected snapshots to ensure a comparable
  calculation of costs. This method assumes the chosen snapshots to be
  representative for the next n-th snapshots in the time series.
"line_grouping":          false, #State if you want to group lines that
  connect the same two buses into one system.
50 "branch_capacity_factor": {"HV": 0.5, "eHV" : 0.7},
"load_shedding":          false,
52 #State here if you want to make use of the load shedding function which is
  helpful when debugging: a very expensive generator is set to each bus
  and meets the demand when regular generators cannot do so.
"foreign_lines" : {"carrier": "AC", "capacity": "osmTGmod"}, #Choose
  transmission technology and capacity of foreign lines:
54 "comments": ""
  },
56 ...

```

```

...
2 # eDisGo-settings

4 "eDisGo": {
  "db": "oedb",
6  "gridversion": "v0.4.5",
  "ding0_files": "/path/to_your/.dingo/grids",
8  "choice_mode": "cluster",
  #Mode that eGo uses to chose MV grids out of the files in
10 #ding0_files (e.g. 'manual', 'cluster' or 'all'). If 'manual' is
  chosen, the parameter manual_grids must contain a list of the desired
  grids. If 'cluster' is chosen, no_grids must specify the desired
  number of clusters and cluster_attributes must specify the applied
  cluster attributes. If 'all' is chosen, all MV grids from ding0_files
  are calculated.
  "cluster_attributes":
    ["farthest_node", "wind_cap", "solar_cap", "extended_storage"],
12 #List of strings containing the desired cluster attributes.
  #Available attributes are: 'farthest_node', 'wind_cap', 'solar_cap'
  and 'extended_storage', thus an exemplary list looks like
14 #["farthest_node", "wind_cap", "solar_cap", "extended_storage"].
  #'farthest_node' represents the longest path within each grid, '
  wind_cap' the installed wind capacity within each grid, 'solar_cap'
  the installed solar capacity within each grid and 'extended_storage'
  the installed storage units (as calculated by eTraGo). Please note that
  'extended_storage' is only available in combination with eTraGo
  datasets that optimized storage extension. Otherwise this attribute is
  ignored.
16 "only_cluster":    false,
  #If true, eGo only identifies cluster results, but performs no eDisGo run.
  Please note that for only_cluster an eTraGo run or dataset must be
  provided.
18 "manual_grids":    [],

```

```

#List of MV grid ID?s (open_eGo HV/MV substation ID?s) is case of
  choice_mode = ''manual'' (e.g. [1718,1719]). Otherwise this parameter
  is ignored.
20 "no_grids":          2,
#Number of MV grid clusters (from all files in ding0_files, a specified
  number of representative clusters is calculated) in case of choice_mode
  = ''cluster''. Otherwise this parameter is ignored.
22 "parallelization":  true,
#If false, eDisgo is used in a consecutive way (this may take very long
  time). In order to increase the performance of MV grid simulations,
  true allows the parallel calculation of MV grids. If parallelization =
  true, max_calc_time and max_workers must be specified.
24 "max_calc_time":    0.5,
"max_workers":        2,
26 "initial_reinforcement": true,
"apply_curtailment":   true,
28 "curtailment_voltage_threshold": 0,
"storage_distribution": true,
30 "max_cos_phi_renewable": 0.9,
"results":             "results/another_result",
32 "solver":            "gurobi",
"timesteps_pfa":       "snapshot_analysis"
34 }
}

```

5.3.4 Szenarien

Bislang sind, wie im vorangestellten Abschnitt(5.3.3) beinhaltet, 3 Szenarien vorgesehen/ implementiert:

- Status Quo
 - aktueller Kraftwerkspark bzw. netzausbau-Situation der BRD
- NEP 2035
 - Verweis auf NEP2025 Daten:
https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/kostenschaetzungen_nep_2025_1_entwurf.pdf
- ego100
 - projekt-eigenes Szenario: 100% EE

Der betrachtete Szenario-Rahmen kann durch das Praefix "SH" auf Schleswig-Holstein eingeschränkt werden.

Anmerkung: Aktuell konnte die einzige Scenario-Abfrage (scn_name) in Skript *eGo/ego/tools/economics.py* in Zeile 552 bis 559 festgestellt werden. Damit ist nicht abschließend beurteilbar, ob auch andere, beliebige Eingrenzungen anwendbar sind.

5.3.5 Aufgetretene Fehler

Der Aufruf des eGo-Tools endete bislang stets an folgendem Punkt:

```

1 INFO:root:Initialisation of eGo Results
INFO:ego:Start calculation
3 INFO:ego:Using scenario setting: scenario_setting.json
INFO:ego.tools.utilities:Your path is: /home/dafu-vm/ego-venv/ego/ego
5 INFO:ego.tools.utilities:Using and importing eTraGo settings
INFO:ego.tools.utilities:Using and importing eDisGo settings
7 INFO:ego:Connected to Database
INFO:ego:eTraGo section started
9 INFO:ego:Create eTraGo network calculated by eGo

```

Es sind bisher 2 Fehler-Varianten aufgetreten, welche beide in Zusammenhang mit dem Zugriff auf die Datenbank stehen.

- Verbindungsfehler
- SSL-Zertifikatsfehler

Aus diesem Grund sind Runtime bzw. Speicherbedarf aktuell nicht bestimmbar.

Im Folgenden sind beide Fehler detailliert erläutert.

- Verbindungs-Fehler

```

1      Traceback (most recent call last):
      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
sqlalchemy/pool.py", line 1122, in _do_get
3      return self._pool.get(wait, self._timeout)
      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
sqlalchemy/util/queue.py", line 145, in get
5      raise Empty
      sqlalchemy.util.queue.Empty
7
      During handling of the above exception, another exception
occurred:
9      Traceback (most recent call last):
      ...
11     ...
      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
oedialect/engine.py", line 213, in post
13     raise ConnectionException(json_response['reason'] if 'reason'
      in json_response else 'No reason returned')
      oedialect.engine.ConnectionException: No reason returned
15

```

- Zusätzliche Ausgabe des Fehlercodes: error 401
bei Zugriff auf oedb (erster Zugriff erfolgt durch etrago)
- siehe Zeilen: 194,259 in skript: `venv_folder_name/eGo/ego/tools.io.py`
bzw. Zeilen 195 - 215 in skript
`venv_folder_name/lib/python3.x/site-packages/oedialect/engine.py`
- Antwort der Entwickler auf Fehler-Schilderung:

W.-D. Bunke, am 06.12.2019:

"[...] Der von Ihnen beschriebene Fehlercode bzw. Statuscode: 401 ist mir bekannt und hängt mit der Auslastung unseres Servers zusammen. Aktuell verzeichnen wir ein erhebliches Aufkommen und Nutzung unserer Datenbank. Zudem nutzen wir diesen für unsere Sensitivitätsanalysen gerade selbst verstärkt, sodass sie in eine Warteschleife kommen, da der Server aktuell nur für 300 Session pro Zeitpunkt ausgelegt ist.

Als aktuelle Lösung kann ich leider nur das wiederholte starten der Berechnung angeben, da die technische Aufrüstung des Serverparks erst für Anfang 2019 vorgesehen ist. Mitte nächster Woche wird zu dem ein Großteil unserer Berechnungen abgeschlossen sein, sodass wiederum mehr Kapazitäten frei werden sollte."

- SSL-Fehler (2019-01-14)

- terminal-Ausgabe:

```

1      Traceback (most recent call last):
2          File "/home/dafu-vm/ego_venv/lib/python3.6/site-packages/
3      sqlalchemy/pool.py", line 1122, in _do_get
4          return self._pool.get(wait, self._timeout)
5      File "/home/dafu-vm/ego_venv/lib/python3.6/site-packages/
6      sqlalchemy/util/queue.py", line 145, in get
7          raise Empty
8      sqlalchemy.util.queue.Empty
9
10     During handling of the above exception, another exception
11     occurred:
12
13     Traceback (most recent call last):
14         ...
15         ...
16         File "/usr/lib/python3.6/ssl.py", line 689, in do_handshake
17             self._sslobj.do_handshake()
18         ssl.SSLError: [SSL: CERTIFICATE_VERIFY_FAILED] certificate
19         verify failed (_ssl.c:847)
20
21     During handling of the above exception, another exception
22     occurred:
  
```

```

19      Traceback (most recent call last):
      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
requests/adapters.py", line 449, in send
21      timeout=timeout
      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
urllib3/connectionpool.py", line 638, in urlopen
23      _stacktrace=sys.exc_info()[2])
      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
urllib3/util/retry.py", line 398, in increment
25      raise MaxRetryError(_pool, url, error or ResponseError(cause)
)
      urllib3.exceptions.MaxRetryError: HTTPSConnectionPool(host='
openenergy-platform.org', port=443): Max retries exceeded with
      url: /api/v0/advanced/connection/open (Caused by SSLError(
SSLError(1, '[SSL: CERTIFICATE_VERIFY_FAILED] certificate
      verify failed (_ssl.c:847)'),))

27      During handling of the above exception, another exception
      occurred:

29      ...
      ...
31      File "/home/dafu-vm/ego-venv/lib/python3.6/site-packages/
requests/adapters.py", line 514, in send
      raise SSLError(e, request=request)
33      requests.exceptions.SSLError: HTTPSConnectionPool(host='
openenergy-platform.org', port=443): Max retries exceeded with
      url: /api/v0/advanced/connection/open (Caused by SSLError(
SSLError(1, '[SSL: CERTIFICATE_VERIFY_FAILED] certificate
      verify failed (_ssl.c:847)'),))

35

```

- Ein Direktaufruf von <https://openenergy-platform.org/> liefert: SEC_ERROR_UNKNOWN_ISSUER
- siehe auch. <https://support.mozilla.org/de/kb/verbindung-ist-nicht-sicher-fehlermeldung>

5.4 eTraGo

Kann ebenfalls eigenständig ausgeführt werden; <https://github.com/openego/eTraGo/blob/dev/etrago/appl.py> eTraGo stands for electric Transmission Grid optimization.

The python package eTraGo provides optimization strategies of flexibility options for transmission grids based on PyPSA.

(A peculiarity in this context is that the German transmission grid is described by the 380, 220 and 110 kV voltage levels.) Conventionally the 110kV grid is part of the

distribution grid. The integration of the transmission and ?upper? distribution grid is part of eTraGo.

The focus of optimization are flexibility options with a special focus on energy storage and grid expansion measures.

5.4.1 Datenbasis

Transmission-Grid-Model: osmTGmod: <https://github.com/wupperinst/osmTGmod>
 Doc.: https://github.com/wupperinst/osmTGmod/blob/master/osmTGmod_documentation_0.1.0.pdf

5.4.2 Parameter

<https://etrago.readthedocs.io/en/dev/api/etrago.html#module-etrago.appl>

- Szenarien

```

1  #?Status Quo?, Choose your scenario.
    Currently, there are three different scenarios: ?Status Quo?, ?NEP
      2035?, ?eGo100?. If you do not want to use the full German dataset
      , you can use the excerpt of Schleswig-Holstein by adding the
      acronym SH to the scenario name (e.g. ?SH Status Quo?).
3

```

5.5 eDisGo

Eigenständige Ausführung ebenfalls über appl.py ??? The python package eDisGo provides a toolbox to analyze distribution grids for grid issues and to evaluate measures responding these. This software lives in the context of the research project open_eGo. It is closely related to the python project Ding0 as this project is currently the single data source for eDisGo providing synthetic grid data for whole Germany.

The toolbox currently includes

Data import from data sources of the open_eGo project Power flow analysis for grid issue identification (enabled by PyPSA) Grid reinforcement solving overloading and voltage issues Curtailment methodologies Battery storage integration

5.6 Ding0

5.6.1 Datenbasis

siehe Quelle Huelk2017

5.7 Entwicklung der Netz-Topologie (mittels Dingo?)

open source approaches to model the German transmission grid (e.g. SciGRID, GridKit, OpenGridMap, osmTGmod).

– ■Quelle: AMME – ■siehe auch: Mueller – ■DataModel: Huelk

Spannungsebenen-Definition:

- HV: 110, 60kV [Mueller]
- MV: ???

- Methode, um synthetische MV-grids (Mittelspannungsnetze) zu erzeugen
- Fokus auf peak-demand
- Aufbau:
 - mehrere medium-voltage-grid-districts (MVGD)
 - setzen sich zusammen aus einzelnen load-areas (LA) („geographic clusters, where electricity is consumed “)
 - Sector-specific electricity demand are associated to these LAs. The LAs are identified by a GIS analysis of high-resolution spatial data which contain information about physical properties, land use, energy, and demography.
 - Jährlicher Energiebedarf wird den Einzel-LAs für 4 Sektoren zugewiesen:
 - * Haushalte
 - * Einzelhandel
 - * Industrie
 - * Landwirtschaft
 - Anhand v. Standard-Lastprofilen (SLP) können Spitzenlasten ermittelt werden
 - Kraftwerke
 - * Standort und P_N f. konventionelle KW bekannt
 - * genaue Standortdaten f. EE nicht bekannt
 - Biomass and gas power plants are relocated to agricultural areas of MVGDs presuming a spatial proximity to the origin of their fuel. The same areas are used for roof-mounted solar plants of voltage levels 4 and 5. We assume these are usually located on farm buildings that typically provide suitable sites for medium-size solar plants, whereas ground-mounted solar generators are distributed in the MVGDs to random locations. The data contain wind energy converters (WECs) of voltage levels 4 and 5 [20]. Those of voltage level 4 are expected to be wind farms or clusters of single WECs. They are relocated to wind

potential areas (WPAs) provided by [23]. WPAs are defined as sites that are not classified as unsuitable for use of WECs (i.e. settlement areas, national parks, and infrastructure) and that are sufficiently distant

from settlements in order to be compliant with distance limits. The reallocation takes place successively in descending order in terms of nominal capacity and size of the WPA. Voltage levels 5 and 6 are dominated by single scattered WECs which are distributed throughout the WPAs. To avoid local concentrations, WPAs are represented by a 500 x 500 m 2 grid of points that ensures a minimum distance of 500 m between two WECs, which is a common value for current WECs [24]. Hydroelectric and geothermal power plants retain their original location. Finally, solar and wind energy plants of voltage level 7 are assigned to LVGDs. These are assumed to be installed on roofs of buildings (solar plants) or nearby buildings (WEC). The distance between buildings varies considerably, several analyses show a typical range between 9 m and 102 m [25, 26, 27]. We assume an average distance of 50 m. Therefore, we derive potential locations by applying a 50 x 50 m grid of points on each LVGD.

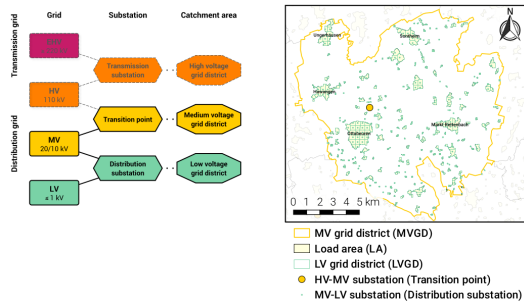


Abbildung 1: Schema der Spannungsebenen und Beispiel MVGD

Abbildung 2: Tabelle zu EE-Allokation

Voltage level	Generation type	Generation subtype	Allocation area	Cumulative cap. [MW]
4 (HV-MV)	biomass, gas	all	agricultural area	943
	geothermal	all	-	27
	hydro	all	-	235
	solar	roof-mounted	agricultural area	156
	solar	ground-mounted, none	randomly in MVGD	3923
5 (MV)	wind	all	WPA (wind farms)	4451
	biomass, gas	all	agricultural area	4835
	geothermal	all	-	12
	hydro	all	-	957
	solar	roof-mounted	agricultural area	2785
6 (MV-LV)	solar	ground-mounted, none	randomly in MVGD	5893
	wind	all	WPA	20408
	biomass, gas	all	agricultural area	1029
	hydro	all	-	162
	solar	all	randomly in LVGDs	3942
7 (LV)	wind	all	WPA	42
	biomass, gas	all	agricultural area	128
	hydro	all	-	164
	solar	all	randomly in LVGDs	21011
	wind	all	randomly in LVGDs	24

5.8 Alloc AEC + gen

–■Quelle Hülk

5.9 Tutorials

5.9.1 eGo - Abschluss-Workshop 2018

<https://nbviewer.jupyter.org/gist/wolfbunke/7659fbc22b9d72f0cda8dc544d1f537e>

Probleme mit directories...script start-platz?!

no module named pyproj (ist aber in d. site-packages vorhanden)

5.9.2 eTraGo

https://nbviewer.jupyter.org/gist/ulfmueeller/2c1fd6c4c29d606b313ab32bc0391dd2/eTraGo_Session_Workshop2018.ipynb

5.9.3 Ding0 - Workshop...

https://nbviewer.jupyter.org/gist/nesnoj/6ee605cd3494fa6e3e848385c4afbe19/dingo_session.ipynb

Bsp. Notebook (von Projekt-website) https://nbviewer.jupyter.org/gist/nesnoj/6ee605cd3494fa6e3e848385c4afbe19/dingo_session.ipynb

5.9.4 oedb-examples

https://github.com/OpenEnergyPlatform/oedialect/blob/master/doc/example/oedialect_basic_example.ipynb

5.10 siehe auch

- US DoE

<https://www.energy.gov/data/open-energy-data>

- weitere opensource Netzberechnungs-Variante

<https://www.power.scigrid.de/>

- coastDat

<https://www.coastdat.de/data/index.php.en>

- Erklärung zu Eigenschaften von json-Dateien

https://www.w3schools.com/js/js_json_intro.asp