

renpass
Renewable Energy Pathways Simulation
System

Version renpass_baltic

- Manual -

Gesine Böenkamp, Frauke Wiese, Clemens Wingenbach

27. Oktober 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Datenbanken einlesen	3
2	Modell Code	3
3	Anwendung	3
3.1	Szenario-Parameter auswählen	3
3.2	Berechnung starten	5
3.3	Ergebnisse	5
3.3.1	Laufzeitmessung	5
3.3.2	Ergebnis-Datenbanken	6

1 Datenbanken einlesen

Folgende Datenbanken müssen in die MySQL-Datenbank geladen werden damit renpass baltic laufen kann:

- `renppass_baltic`: Ausgangsdaten (28 Tabellen)
- `scenarios_baltic`: Input-Parameter (6 Tabellen)
- `results_baltic`: Modellergebnisse (27 Tabellen)
- `solar_parameter`: Einstellungen für Solarmodell (12 Tabellen)
- `strahlungsdaten` (32 Tabellen)

2 Modell Code

Der Ordner `renpass` enthält den Ordner `code_R_baltic`. In `code_R_baltic` befinden sich alle nötigen Code-Stücke zum Rechnen. Bevor `renpass` auf einem neuen Computer rechnen kann, muss das Code-Stück `code_R_start` in einem Editor, z.B. R-Studio, geöffnet werden und der Pfad zum `renpass` Ordner eingetragen werden.

3 Anwendung

3.1 Szenario-Parameter auswählen

Es wird immer ein bestimmtes Szenario gerechnet, das über eine Szenari Nummer identifiziert werden kann. Die Szenariendefinition steht in der Datenbank `scenarios_baltic`, Tabelle `scenario_nr`. Dort werden für ein bestimmtes Szenario alle Parameter festgelegt. Um neue Szenarien zu definieren kann man in der Tabelle auf die Registerkarte **einfügen** klicken und das Szenario von Hand einfügen (1-2 neue). Oder man kann neue Szenarien über eine csv Datei einlesen. Dazu kann man auch Tabelle `scenario_nr` als blanko csv-Datei exportieren, dann mit einem Tabellenkalkulationsprogramm (Open Office oder Excel) öffnen und dort die Parameter eintragen. Die Datei kann man dann als csv-Datei abspeichern, mit Semikolon als Trennzeichen, und dann in die Tabelle `scenario_nr` importieren.

Folgende Eingangsparameter sind auswählbar:

scenario_nr Unter dieser Nummer werden die Ergebnisse abgespeichert. Sie muss eindeutig sein, darf also noch nicht in der Datenbank vorhanden sein, sonst kann man das Szenario nicht einlesen.

start_quarter Ab welcher Viertelstunde im Jahr soll gerechnet werden?

timesteps Wie viele Zeitschritte sollen gerechnet werden? (1 - 35040)

time_unit Länge des Zeitschritts, hour oder quarter

RE_scenario Hier muss ein Szenario aus der Tabelle **re_scenario-Tabelle** ausgewählt werden. In dieser Tabelle wird die installierte Leistung pro Technologie und Land bestimmt und über einen eindeutigen Szenarionamen identifiziert.

solar_scenario_nr Hier muss ein Szenario aus der Tabelle **solar_scenario-Tabelle** ausgewählt werden. In dieser Tabelle wird das Solarszenario definiert und über eine eindeutige Szenarionummer identifiziert.

demand_scenario Hier muss ein Szenario aus der Tabelle **demand_scenario-Tabelle** ausgewählt werden. In dieser Tabelle wird die Änderung der Nachfrage pro Land bestimmt und über einen eindeutigen Szenarionamen identifiziert.

storage_scenario Hier muss ein Szenario aus der Tabelle **storage_scenario-Tabelle** ausgewählt werden. In dieser Tabelle wird die installierte Leistung pro Technologie (pump oder other) und Land bestimmt und über einen eindeutigen Szenarionamen identifiziert.

grid_scenario Hier muss ein Szenario aus der Tabelle **grid_scenario-Tabelle** ausgewählt werden. In dieser Tabelle wird die installierte Leitungskapazität zwischen den Ländern bestimmt und über einen eindeutigen Szenarionamen identifiziert.

grid_de_ext Veränderung des Netzes zwischen deutschen Modellregionen, Dezimalzahl, 1 entspricht 100 %, also einer Verdopplung

scenario_year Welches Jahr soll berechnet werden? Die Szenarien für Nachfrage, erneuerbare Kapazität, Speicher und Netz müssen für dieses Jahr definiert sein.

area Gebiet für das gerechnet werden soll, **baltic** (gesamte Region), **no_de** (Norwegen und Deutschland) oder **de** (nur Deutschland)

region_split_de Auf wie viele Regionen wird das Deutschland aufgeteilt? 1, 2, 5, oder 21

exchange_loops Anzahl der Iterationsschritte bei der Heuristik für den Austausch zwischen den Regionen

grid_loss Netzverlust pro Verbindung als Dezimalzahl

weather_year Auswahl des Jahres für die Wetterdaten (1998, 2003 oder 2010)

bio_flex Stellt das Verhältnis zwischen Leistung und verfügbarer Energie bei Biomassekraftwerken ein. 2 verdoppelt die Leistung bei gleicher Energiemenge

lifetime_lig Lebensdauer der Braunkohlekraftwerke in Jahren

lifetime_coal Lebensdauer der Steinkohlekraftwerke in Jahren

lifetime_gas Lebensdauer der Gaskraftwerke in Jahren

lifetime_oil Lebensdauer der Ölkraftwerke in Jahren

lifetime_ref Lebensdauer der Müllkraftwerke in Jahren

fuel_price_scenario Preisanstieg der fossilen Brennstoffe (low, moderate oder strong), Daten sind der Tabelle **pp_fuel_price** in der Datenbank **renpass_baltic** gespeichert

em_price_scenario Preise für Emissionszertifikate (low, moderate oder high), Daten sind der Tabelle **pp_emission** in der Datenbank **renpass_baltic** gespeichert

chp_size Kraftwerksgröße, ausgedrückt in installierter Leistung in MW ab der Kraftwerke immer als stromgeführt gefahren werden. Kraftwerke die eine geringere installierte Lei-

stung haben werden in den Wintermonaten Oktober bis März wärmegeführt gefahren, der Strom ist dann must-run, 150 scheint sinnvoll

interest_rate interner Zinsfuß als Teil von 1

calculated Tag an dem das Szenario gerechnet wurde, wird nach der Berechnung automatisch ausgefüllt, vorher steht hier **no**

3.2 Berechnung starten

Zum rechnen ruft man das code Stück **code_R_start** in einem Editor, z.B. RStudio, auf. Dort muss man den Pfad in dem der Ordner **renpass** auf dem Computer liegt und das Betriebssystem eintragen, die Nummer/n des Szenarios oder der Szenarien die man rechnen will auswählen und angeben ob man direkt im Anschluss Ergebnis-Grafiken haben will.

Der Pfad muss eingestellt werden, damit klar ist in welchem Ordner auf dem Computer der Ordner **renpass** liegt. In Linux beginnt das meist mit `/home/user/...`, bei windows meist mit `C:/Users/...` Die Pfad-Angabe muss in Anführungszeichen gesetzt werden. Wenn in dem angegebenen Ordner der Ordner **renpass** liegt und darin ein Ordner **code_R_baltic** und ein Ordner **figures** kann der Code richtig aufgerufen und die Grafiken richtig abgelegt werden

Das Betriebssystem sollte eingestellt werden für die Laufzeitoptimierung. Dazu wird "linux" oder "windows" oder "mac" in Anführungszeichen eingetragen.

Bei **scenario_nr_vector** kann entweder eine einzelne Szenarionummer angegeben werden oder gleich ein ganzer Vektor, z.B. `c(1:3)`, von Szenarionummern die gerechnet werden sollen. Die gewählten Nummern müssen in der **scenario_nr** Tabelle vorhanden sein.

Wenn alle Einstellungen getroffen sind, muss man das gesamte **code_R_start** Code-Stück in R durchlaufen lassen. Von da aus werden alle anderen Code-Stücke aufgerufen.

3.3 Ergebnisse

Die Szenarien werden eins nach dem anderen gerechnet. Innerhalb eines Szenarios gibt es zuerst einen Teil, der für das ganze Szenario gerechnet wird, dann kommt die Zeitschleife und die Ergebnisse werden in Matrizen erst intern in R gespeichert. Sind alle Zeitschritte eines Jahres simuliert, werden die Ergebnisse des Szenarios in die Ergebnisdatenbank geschrieben.

3.3.1 Laufzeitmessung

Für die Überprüfung wie lange welche Berechnungsschritte brauchen gibt es eine Laufzeitmessung im Code. Nach einem Szenario-Durchlauf kann man sich durch Eintippen der Zeitvariablen anzeigen lassen wie lange einzelne Teile in Sekunden gedauert haben:

time_1 Gesamte Berechnung (eine Zahl)

time_3 Dauer der einzelnen Szenarien (Vektorlänge entspricht der Anzahl der Szenarien)

time_5 Dauer der Zeitschleife des zuletzt berechneten Szenarios (Vektorlänge entspricht der Anzahl der Zeitschritte)

time_5_m Dauer der Zeitschleifen aller in diesem Durchgang gewählten Szenarien (Matrix aus Szenarien und Zeitschritten)

time_7 Dauer der exchange-Schleife in jedem Zeitschritt des zuletzt berechneten Szenarios (Vektorlänge entspricht der Anzahl der Zeitschritte)

time_7_m Dauer der exchange-Schleifen in jedem Zeitschritt aller in diesem Durchgang gewählten Szenarien (Matrix aus Szenarien und Zeitschritten)

time_9 Dauer der exchange_pump-Schleife des zuletzt berechneten Szenarios (Vektorlänge entspricht der Anzahl der Zeitschritte)

time_9_m Dauer der exchange_pump-Schleife in jedem Zeitschritt aller in diesem Durchgang gewählten Szenarien (Matrix aus Szenarien und Zeitschritten)

3.3.2 Ergebnis-Datenbanken

Die Ergebnisse der Berechnung werden in die Datenbank `results_baltic` geschrieben.

Folgende Tabellen sind in den Ergebnisdatenbank:

co2 CO₂-Emissionen der Stromproduktion in jedem Zeitschritt in jeder Region [t]

demand Nachfrage pro Region. Diese Daten werden nicht vom Modell berechnet, aber hier sind die Eingangsdaten der Nachfrage pro Modellregion zusammengefasst. [MW]

economics_grid Wirtschaftliche Indikatoren für den Betrieb des Netzes. Enthält die folgenden Kennzahlen:

- **grid_capacity**: Kapazität der Leitung [MW]
- **exchange_total**: Gesamter Austausch über das ganze Jahr, absolute Werte addiert, Richtung des Flusses nicht berücksichtigt [MWh]
- **flh**: Volllaststunden der Kabelnutzung, Richtung spielt keine Rolle [h]
- **revenue_regulated**: Einnahmen über Netznutzungsentgelte, festgelegter Wert pro MWh [Euro]
- **revenue_merchant**: Einnahmen über congestion rent, Produkt von Austausch und Preisunterschied nach dem Austausch [Euro]
- **grid_benefit**: Volkswirtschaftlicher Nutzen des Kabels, Differenz von Preis mal Menge vor und nach dem Austausch [Euro]
- **coverage_regulated**: Einnahmen minus Investitionsannuität [Euro]
- **coverage_merchant**: Einnahmen minus Investitionsannuität [Euro]

economics_pp Wirtschaftliche Indikatoren für den Betrieb aller regelbaren Erzeugungsanlagen. Enthält die folgenden Kennzahlen:

- **flh**: Volllaststunden [h]
- **turn_over**: Einnahmen, Produkt aus produzierter Menge und Preis [Euro]
- **coverage**: Deckungsbeitrag, Einnahmen minus variable Kosten [Euro]
- **Cfix_coverage**: Deckungsbeitrag minus Fixkosten (ohne Investition) [Euro]
- **Cinv_coverage**: Verbleibender Deckungsbeitrag minus Investitionsannuität [Euro]

economics_pump Wirtschaftliche Indikatoren für den Betrieb aller Pumpen. Enthält die folgenden Kennzahlen:

- **flh**: Volllaststunden [h]
- **electricity_costs**: Bezugskosten für Strom, sollte 0 sein [Euro]

economics_pumped_storage Wirtschaftliche Indikatoren für den Betrieb der Pumpspeicherstandorte. Enthält die folgenden Kennzahlen:

- **production**: produzierte Energiemenge [MWh]
- **pumping**: gepumpte Energiemenge [MWh]
- **revenue**: Erlöse, Produktion mal Preis [Million Euro]

ee_reduction / ee_reduction_pump / ee_reduction_pump_ex Überschuss von erneuerbarer Erzeugung. [MW] Es gibt drei Stufen für den EE-Überschuss:

- **ee_reduction**: Überschuss nach dem ersten Stromaustausch, der der Angleichung der Preise dient.
- **ee_reduction_pump**: Nach dem ersten Stromaustausch wird in jeder Region der Überschussstrom gepumpt, soweit Kapazität vorhanden ist. Der noch verbleibende Überschuss ist **ee_reduction_pump**.
- **ee_reduction_pump_ex**: Nach dem Pumpen innerhalb der Regionen wird in einem zweiten Austauschschritt versucht, den verbleibenden Überschuss zu noch verfügbarer Pumpleistung in anderen Regionen zu verschieben. Wenn die Leitungskapazität oder die Pumpleistung nicht ausreicht, bleibt immer noch ein Überschuss, **ee_reduction_pump_ex**. Dieser Überschuss kann nicht weiter reduziert werden.

elp_fuel Stromproduktion nach Brennstoff, Zeit und Region, enthält erneuerbare und regelbare Stromproduktion [MW]

elp_other_pump Stromaufnahme der generischen Speicherkraftwerke, keine Pumpspeicher [MW]

elp_other_turb Stromproduktion der generischen Speicherkraftwerke, keine Pumpspeicher [MW]

elp_pump / elp_pump_ex Gesamte genutzte Pumpleistung nach Zeit und Region [MW]

- **elp_pump**: Pumpbetrieb mit Überschüssen innerhalb der Region
- **elp_pump_ex**: Pumpbetrieb nach dem zweiten Austauschschritt, in dem Überschüsse auch in andere Regionen verschoben werden

elp_single_pp Stromproduktion von einzelnen ausgewählten Kraftwerken oder Speicherkraftwerken [MW]

elp_single_pump Stromaufnahme von einzelnen ausgewählten Pumpen [MW]

exchange / exchange_pump Austausch über die Leitungen [MW] Das Vorzeichen des Austausches gibt die Richtung an. Positives Vorzeichen heißt von der plus_region in die minus_region. Negatives Vorzeichen heißt in die andere Richtung.

- **exchange**: Austausch nach dem ersten Austauschschritt (Angleichung der Preise)
- **exchange_pump**: Gesamter Austausch nach dem zweiten Austauschschritt (Austausch zwischen Überschuss und Pumpen), beinhaltet exchange

filling_level Summe des Füllstandes in allen Reservoirien pro Zeitschritt und Region [mio m³ und TWh]

filling_level_indicator Indikatoren für Wasserreservoirie, enthält die folgenden Kennzahlen:

- **max**: Höchster relativer Füllstand während des Jahres
- **min**: Niedrigster relativer Füllstand während des Jahres
- **mean**: Durchschnittlicher relativer Füllstand während des Jahres
- **end**: Relativer Füllstand am Ende des Jahres
- **max_delta**: Höchste absolute Füllstandsänderung während des Jahres

filling_level_other Summe des Füllstandes in allen generischen Speicherkraftwerken pro Zeitschritt und Region [TWh]

filling_level_single_res Füllstand von einzelnen ausgewählten Reservoirien pro Zeitschritt [mio m³ und TWh]

over_demand Nachfrage die nicht durch Produktion gedeckt werden kann [MW]

price_exchange / price_start Preise pro Zeitschritt und Region vor dem Austausch (price_start) und nach dem Austausch (price_exchange) [Euro/MWh]

residual_load Residuallast (Nachfrage minus erneuerbare must-run Erzeugung) [MW]

spil Überlauf in Wasserkraftwerken, dient der Überprüfung, ob der Einsatz der Wasserkraft-

werke sinnvoll erscheint [mio m³]