

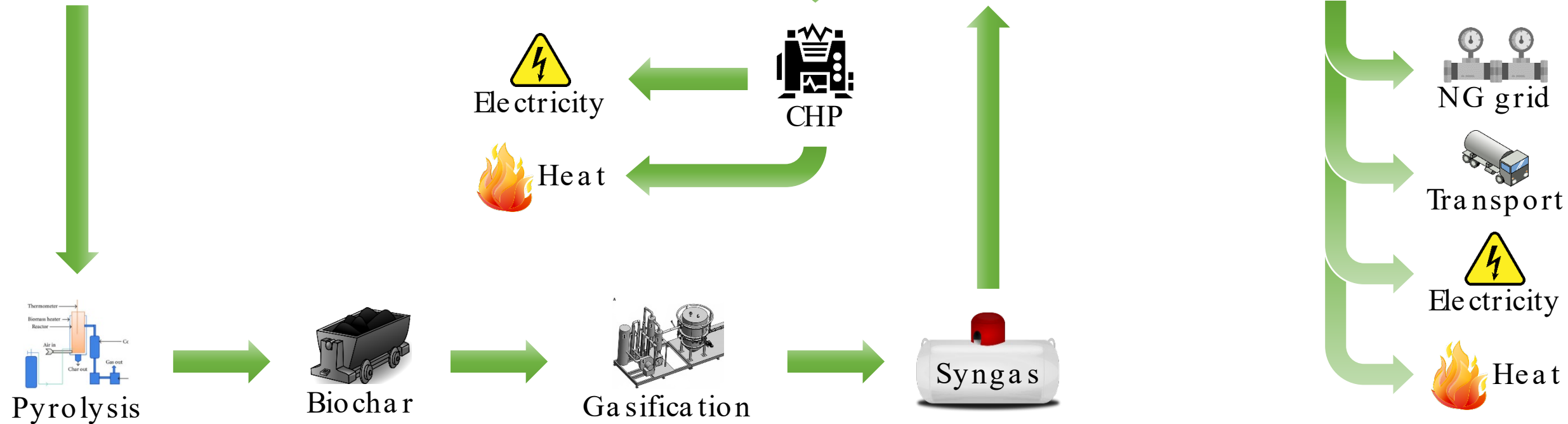
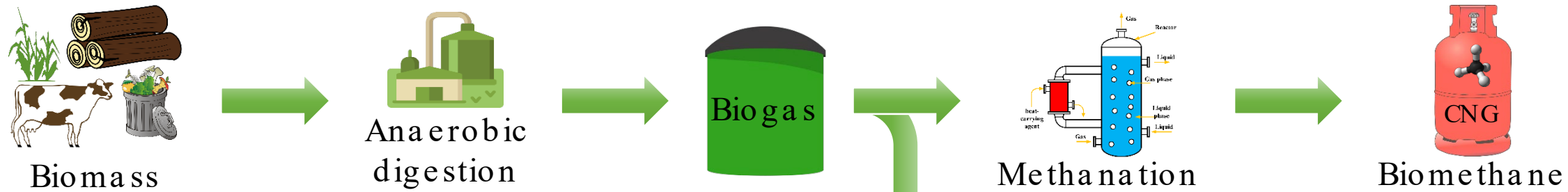
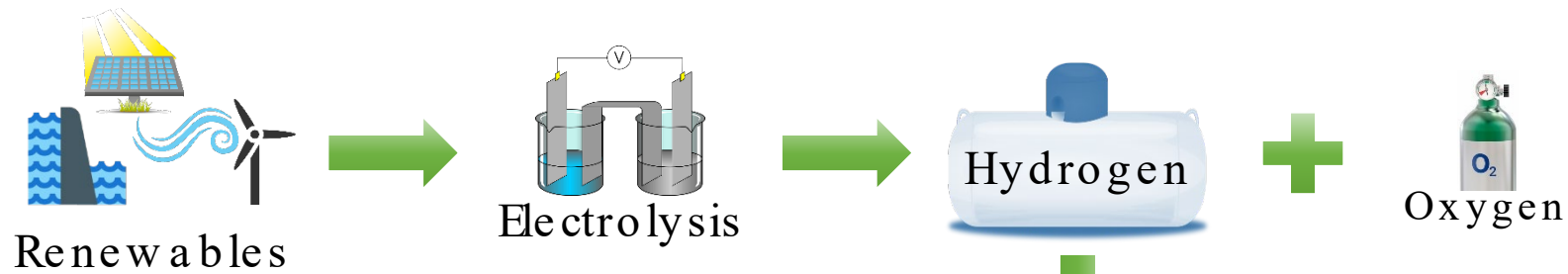


DanuP-2-Gas

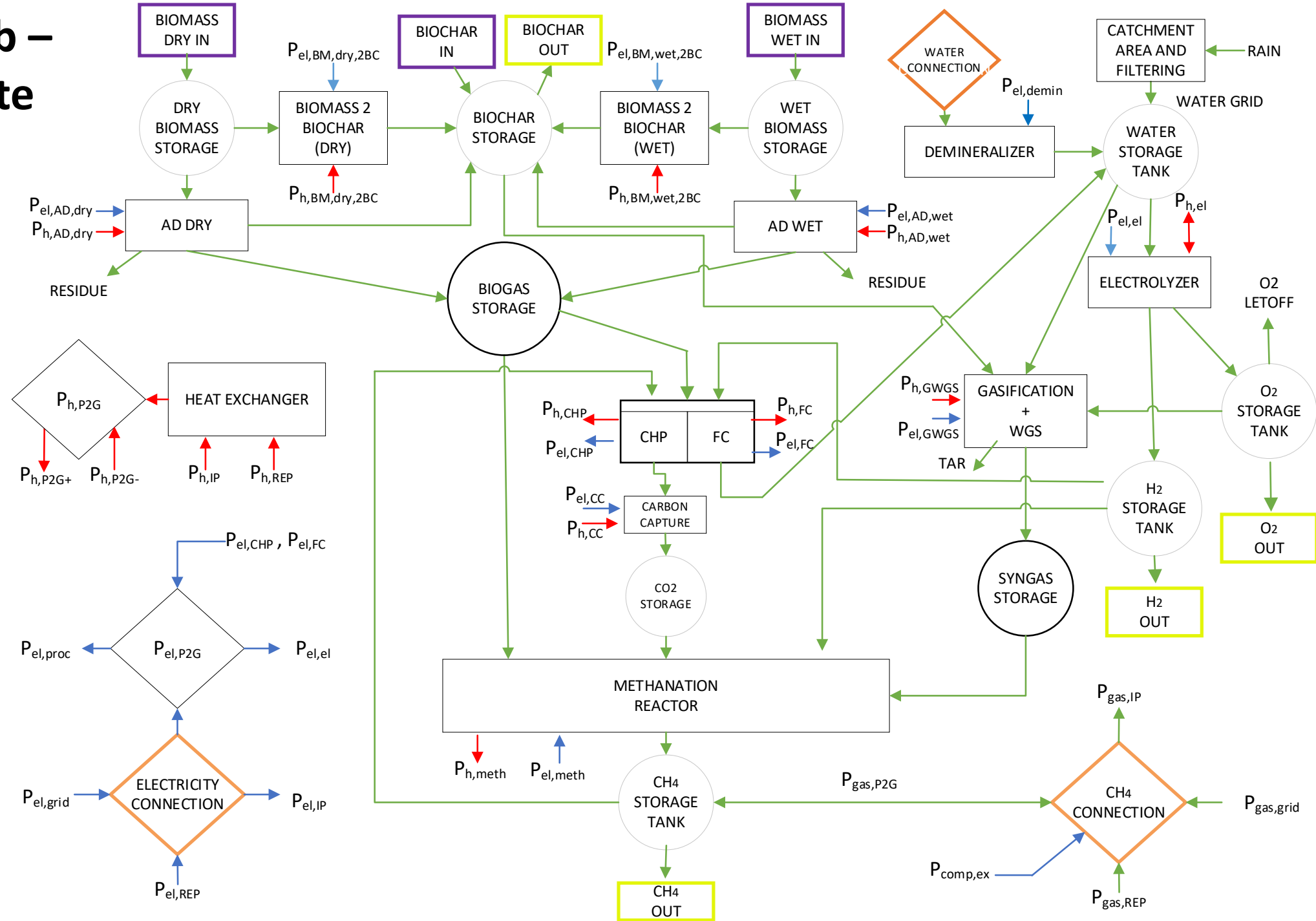
Optimization Tool

Wirtschaftlichkeit

- Investment
 - Anaerobic digester, electrolyser, biomass storage, methane storage, grid connection...
- Operational costs
 - Biomass availability and prices, transport prices
 - Electricity, gas and water prices
- Revenue
 - Hydrogen, methane and electricity prices
 - Biochar prices
 - CO2 price



P2G hub – complete



Atlas + Optimization Tool workflow concept

Renewable Energy Atlas:

- Selection of biomass sources
- Selection of location on the map / Colocation with existing REP/IP
- Computing transport routes

Download the selection of assets

.json file

Import .json into Atlas

Optimization Tool – Excel user interface:

- Adding/modifying inputs for the optimization in the Excel
- Starting optimization
- Previewing obtained optimization results: P2G hub components size and their operation schedule

Start optimization

Optimization Tool –
Python-based
optimization back-end

Collect the results

Optimization tool inputs (Excel interface)

- **Location for the P2G hub** (Atlas only, not needed for the manual entry in the Excel), **possible REP and/or IP colocation** (.json or Excel entry)
- Allowed P2G hub **RoI period, maximum investment size, subsidies level** (Excel entry)
- **Time-span for operation scheduling and sampling time for electricity** (Excel entry)
- **Local precipitation conditions** (zero defaults in Excel, change possible)
- **Commodity and grids pricing** for electricity, gas, heat and water (.json or Excel entry)
- **Biomass sources** that can be considered in P2G hub: yearly amount available, pricing, moisture content, transport cost and distance (.json or Excel entry)
- **Biochar sources** that can be considered in P2G hub: yearly amount available, pricing, transport cost specifics and distance (.json or Excel entry)
- **Local market conditions** for bottling **hydrogen, oxygen and methane** and for **biochar**: prices and daily quantities that can be sold (zero defaults in Excel, change possible)
- **Parametrization of conversion and storage processes** in the P2G hub: mass/energy efficiency, unit capital cost, lifetime (existing defaults in Excel, change possible)



Optimization tool outputs (Excel interface)

- Size of all the components of the P2G hub
- Operation schedule for all the components of the designed P2G hub
 - All CAPEX and OPEX for the designed hub, with estimated RoI
 - All mass and energy flows between the P2G hub + REP/IP and the grids/external actors expressed in physical and monetary units
 - A detailed and exportable preview of operation schedule of every component in the P2G hub



Optimal P2G investment (typical results)

→ Zero investment

→ Biomethane production:

- BM > AD > Methanation + Electrolysis > Gas grid
- BC > Gasification+WGS > Methanation (+ Electrolysis) > Gas grid

→ Electricity production:

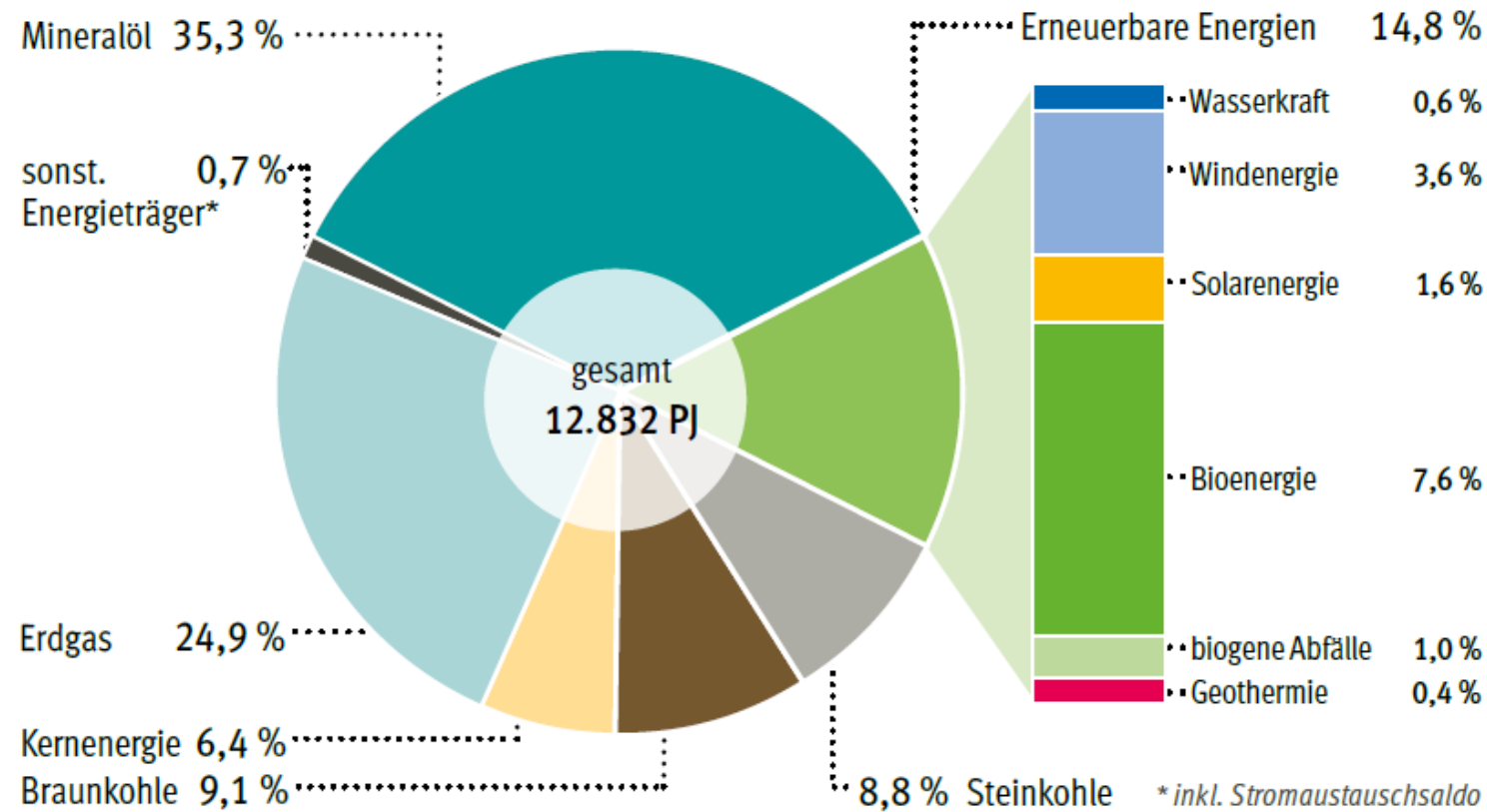
- Biomass > AD > Biogas > CHP > Electrical grid
- Gas grid > CHP > Electrical grid

→ Hydrogen production (only):

- Demineralization/Rainwater > Water storage > Electrolysis > Hydrogen

Verfügbarkeit von Biomasse

Primärenergieverbrauch 2019



Quelle: FNR nach AGEb, AGEE-Stat (März 2020)

© FNR 2020

Schätzung: bis zu 7% (~1.000 PJ) des Primärenergiebedarfs aus biogenen Reststoffen möglich

(Brosowski et al. 2021)

- Klärschlamm
- Holzabfälle
- Tierausscheidungen
- (Straßenbegleitgrün)
- Lokale Bioabfälle (Brauereien, Papierfabriken etc.)

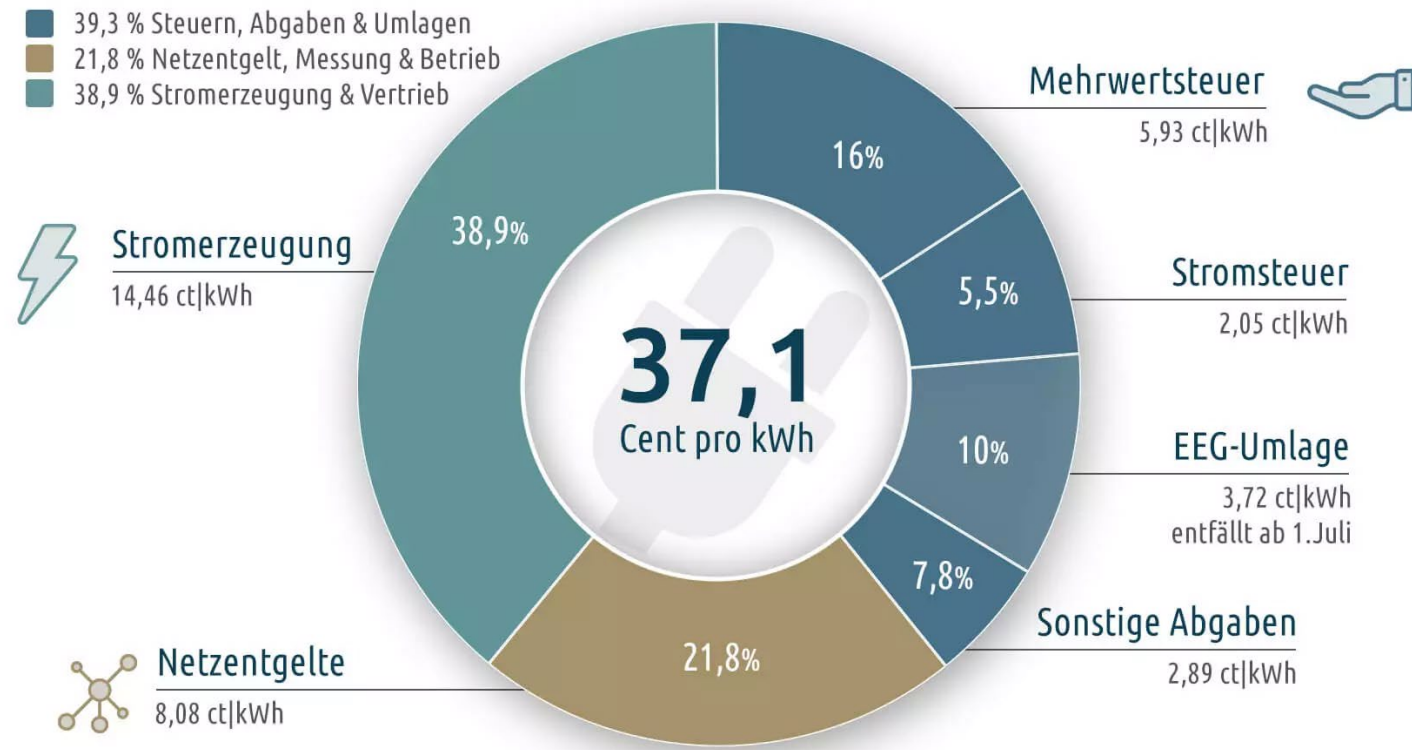
Biomassepreise

- Schwer bestimmbar für Abfälle und Reststoffe
- Schätzung von -100 €/t für Klärschlamm (basierend auf Entsorgungskosten von Städten und Gemeinden)
- Schätzung von 90-125 €/t für Stroh (basierend auf Strohpreis)
- Schätzung von 5-15 €/t für tierische Exkremente (basierend auf Düngemittelpreisen)
- Schätzung von -70 €/t für Hausabfälle (basierend auf einer Experteneinschätzung)

Strompreise

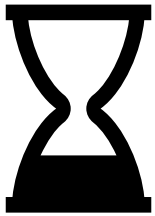
STROMPREISZUSAMMENSETZUNG 2022

Durchschnittlicher Strompreis für Haushalte in Deutschland*



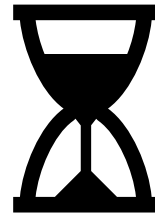
* bei 4.000 kWh Jahresverbrauch, Daten & Download <https://strom-report.de/strompreise>

Strommarkt in Deutschland



Futures market
EEX (European Energy Exchange, Leipzig)

- Langzeitverträge (bis zu 6 Jahre)
- Sicher, aber teurer (Zulage)



Spot market
EPEX SPOT (European Power Exchange, Paris)

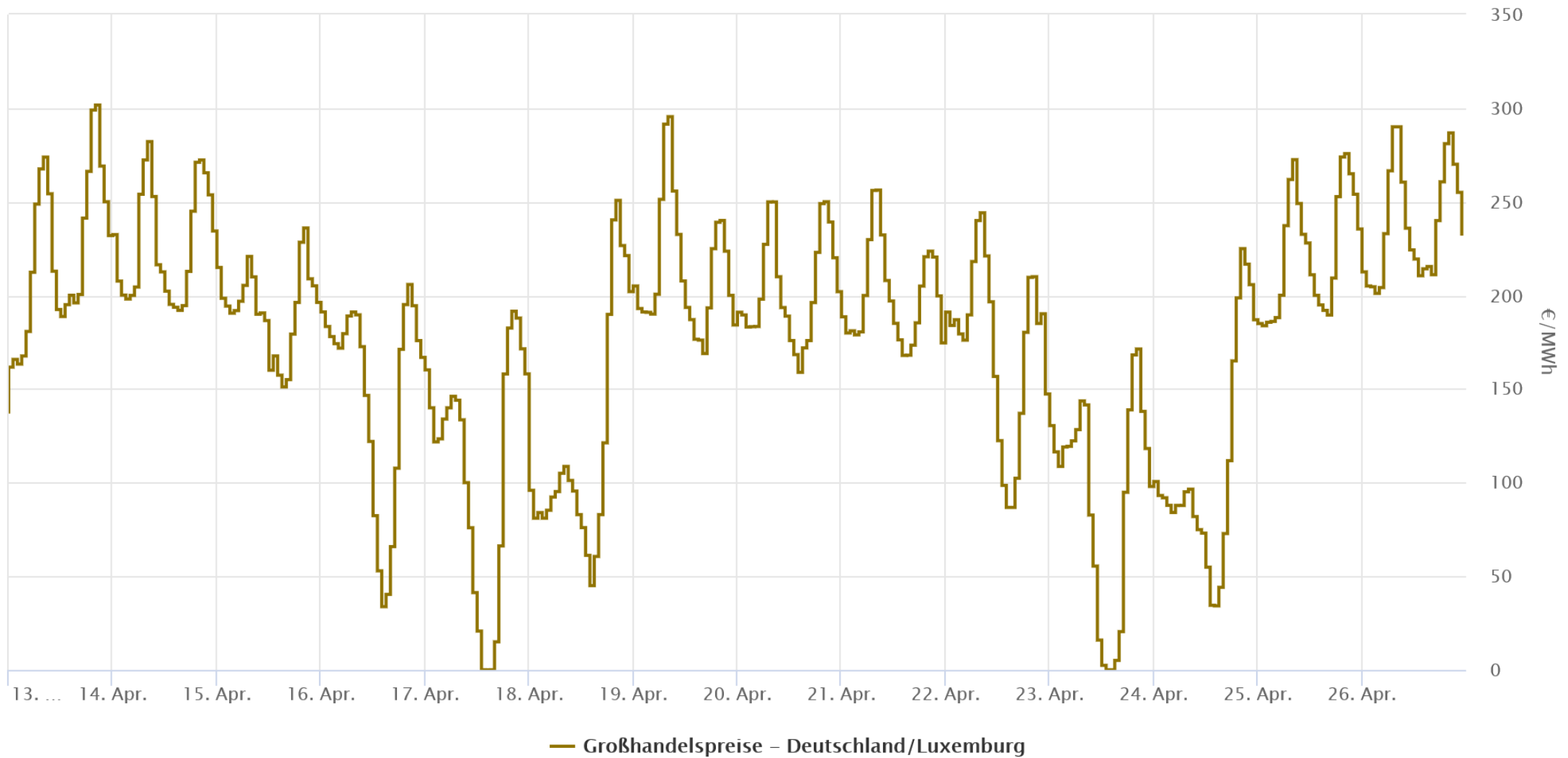
Day-Ahead-Market

- Gebote und Angebote zum Verkauf bis 12:00 pm
- Festsetzung der Preise für jede Stunde des nächsten Tages

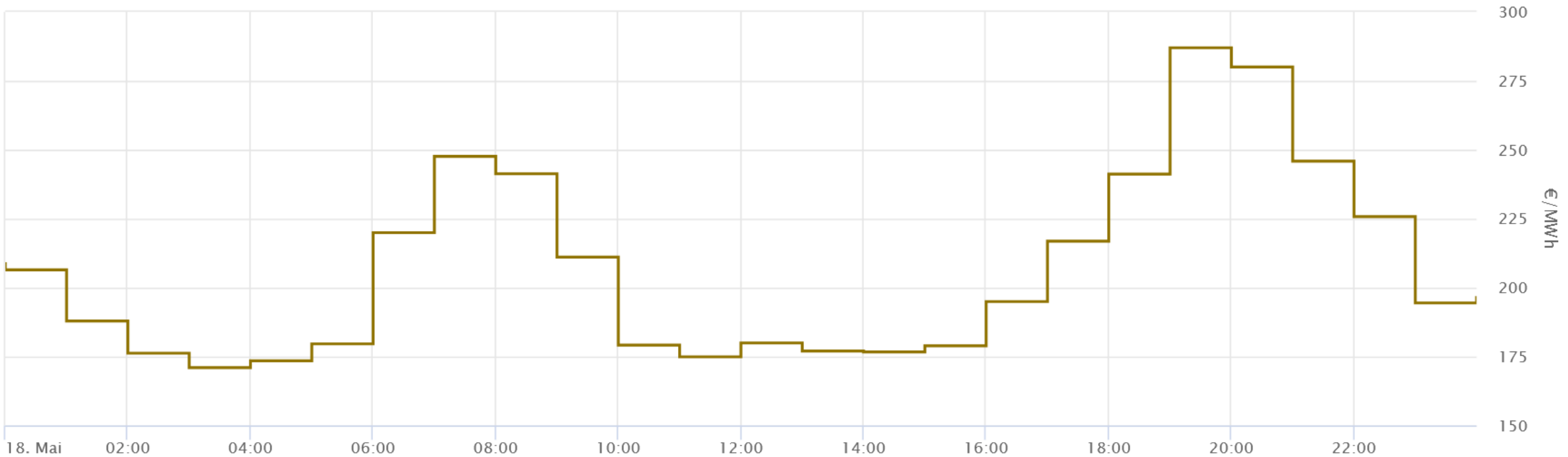
Intraday-Market

- Handel bis zu 30 Minuten vor der Lieferung und bis zu 5 Minuten für dieselbe Regelzone

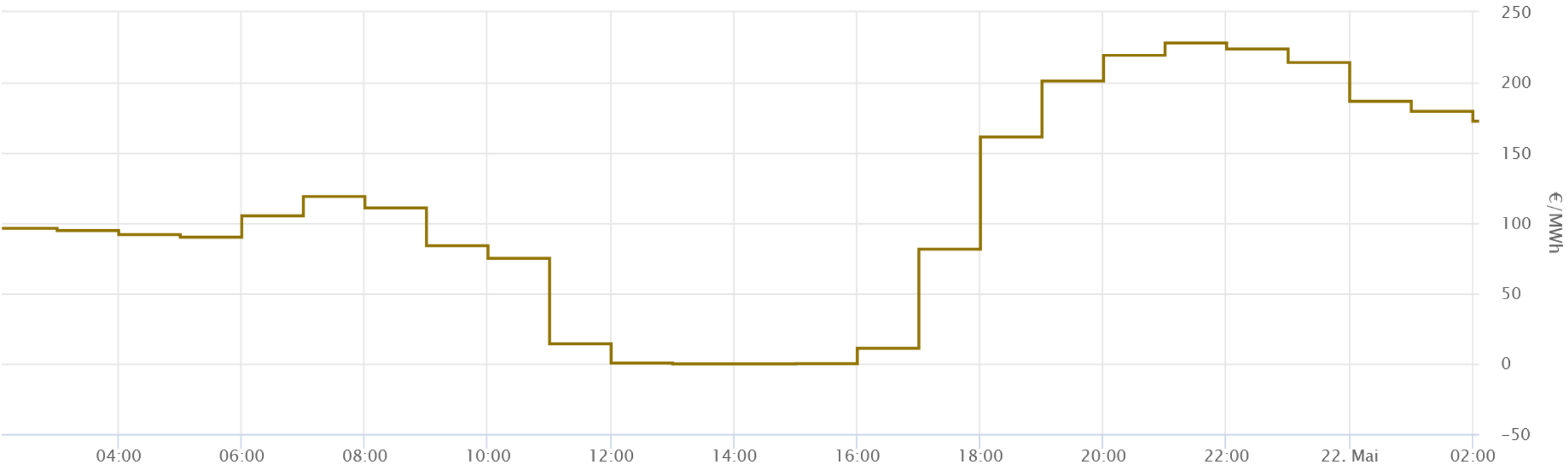
Großhandelspreise



Großhandelspreise



Großhandelspreise



Großhandelspreise

Electricity price peak hours (~7:00-9:00 and 19:00-21:00)	~200-300 €/MWh
Electricity price bottom hours (~13:00-15:00 and 1:00-4:00)	~110-190 €/MWh
Electricity price weekend	~50-170 €/MWh
Weekend peak hours	~200-250 €/MWh
Weekend bottom hours	~0-25 €/MWh

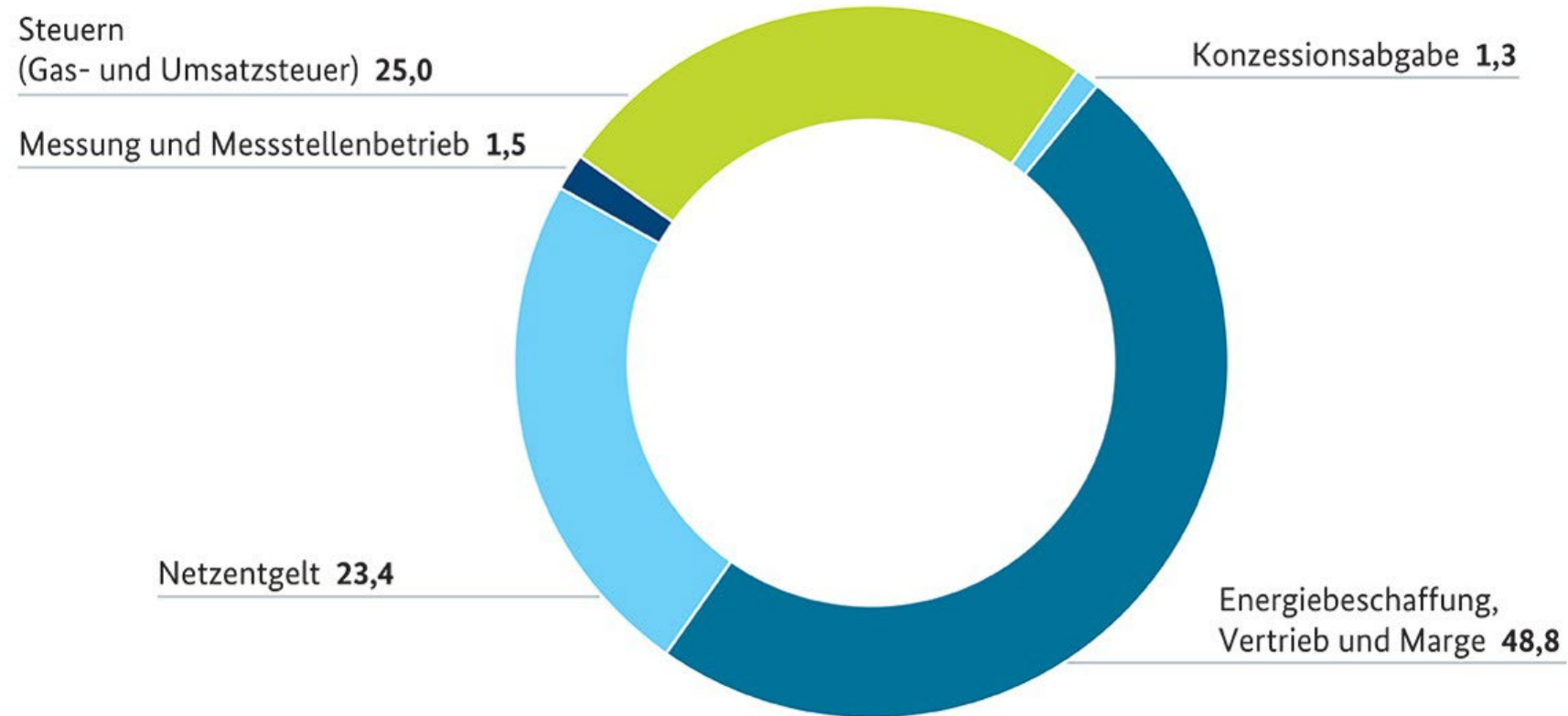
Steuern und Abgaben

Konzessionsabgabe	1.61 ct/kWh (2018, average)
Stromsteuer	2.05 ct/kWh (fixed price)
KWK-Umlage	0.254 ct/kWh (2021)
StromNEV Umlage	0.432 ct/kWh (2021)
Offshore Haftungsumlage	0.395 ct/kWh (2021)
Abgabe auf schaltbare Lasten	0.009 ct/kWh (2021)
Netznutzungsentgelte	
MwSt.	19%

Netznutzungsentgelte

- Anschluss ans Niederspannungsnetz
 - Rohstoffpreis für die entnommene Energiemenge
 - Nachfragesatz für die maximal verbrauchte Leistung
 - Geregelt und auf den Websites der Betreiber veröffentlicht
 - > 10 GWh pro Jahr: 10-20 %
- Individuelle Netzentgelte
 - Bis zu 100% reduziert
 - Für Anschlüsse ans Mittelspannungsnetz
 - Für Energiespeicheranlagen

Gaspreis



Source: BMWK

Gaspreis

- Abhängig von der verbrauchten Menge → am höchsten für Haushalte, am niedrigsten für gasintensive Industrien

Gaspreise für die Industrie in €/kWh, inklusive Steuern und Abgaben	1. Semester 2020	2. Semester 2021
< 278 MWh	0,053	0,0649
278 – 2,778 MWh	0,0444	0,0533
2,778 – 27,778 MWh	0,0358	0,0465
27,778 – 277,778 MWh	0,0291	0,0474
277,778 – 1,111,111 MWh	0,0235	0,0563
> 1,111,111 MWh	0,0217	0,0683
Durchschnitt	0,0339	0,0561

Source: DeStatis

Gas prices

Bestandteile Gaspreis	
Gaspreis	~46 €/MWh
Netzentgelte	~0.32 ct/kWh für Industriekunden ~1.28 ct/kWh für kommerzielle Kunden ~1.59 ct/kWh für Haushaltskunden
MwSt.	19%
Konzessionsabgabe	0.08 ct/kWh (average, 0.03-0.93 ct/kWh)
Gassteuer	0.55 ct/kWh

Quellen Biomassepreise und -mengen

- <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/duenger/guelleinhaltsstoffe.htm>
- <https://www.biogaseffizienz.info/optimierung-und-sanierung/htk-festmist-nebenprodukte.php>
- <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/naehrstoffgehalte-organischer-duenger.pdf>
- https://www.lwk-niedersachsen.de/bezst-emsland/news/38733_Wie_viel_ist_die_G%C3%BClle_wert
- <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/duenger/guelleinhaltsstoffe.htm>
- <https://kostencheck.de/klaerschlammentsorgung-kosten>
- https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-24_texte_115-2019_biorest.pdf
- S. Bringezu, M. Banse, L. Ahmann, N. A. Bezama, E. Billig, R. Bischof, C. Blanke, A. Brosowski, S. Brüning, M. Borchers, M. Budzinski, K.-F. Cyffka, M. Distelkamp, V. Egenolf, M. Flaute, N. Geng, L. Gieseke, R. Graß, K. Hennenberg, T. Hering, S. Iost, D. Jochem, T. Krause, C. Lutz, A. Machmüller, B. Mahro, S. Majer, U. Mantau, K. Meisel, U. Moesenfechtel, A. Noke, T. Raussen, F. Richter, R. Schaldach, J. Schweinle, D. Thrän, M. Uglík, H. Weimar, F. Wimmer, S. Wydra, W. Zeug (2020): Pilotbericht zum Monitoring der deutschen Bioökonomie. Hrsg. vom Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel, Kassel, DOI: 10.17170/kobra-202005131255.

Quellen Strommarkt

- <https://www.smard.de/page/home/wiki-article/446/384>
- <https://strom-report.de/download/strompreis-zusammensetzung-2022/>
- <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/energieboerse-eex>
- <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/spotmarkt-epex-spot>

Quellen Gasmarkt

- <https://www.enbw.com/energie-entdecken/energiwirtschaft-und-politik/energiwirtschaft/gasmarkt.html>
- <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/gaspreise-bestandteile.html>