

Stellungnahme PV-Strom in Stadt und Landkreis Celle

Für THG-Null benötigen wir doppelt so viel Strom wie heute

- Im LK Celle decken derzeit **Erneuerbare Energien rechnerisch ca. 70% des Strombedarfs ab** (1% Wasserkraft, 7 % Photovoltaik, 32 % Windkraft, 39 % Biogas).
- Allerdings ist **Biogasstrom** wegen seiner hochsubventionierten Gestehungskosten (25 Cent/kWh) und dem umwelt- und klima-schädlichen Maisanbau (Nitratbelastung, THG-Lachgasemission, Pestizide und Feldberegnung) **über die nächsten ca. 15 Jahre ein Auslaufmodell**.
- In Zukunft müssen wir mit erneuerbarem Strom nicht nur den bislang fossil erzeugten Strom ersetzen, sondern **grüner Strom wird mit bis zu ca. 95% zum praktisch alleinigen Primär-Energieträger bis 2045**.
- Grüner Strom muss ja über die bisherigen Anwendungsgebiete hinaus die Energie sowohl für die Wärme (Wärmepumpen, Prozesswärme in Industrie und Gewerbe als auch für die private und öffentliche Mobilität liefern. **Selbst wenn wir den Energieverbrauch in Deutschland durch Einsparungen halbieren, werden wir deshalb langfristig die Stromerzeugung mehr als verdoppeln müssen**.
- Die von der Landesregierung vorgesehenen **0,47% an PV-Flächen müssen als Durchschnitt und nicht als exakte lokale Vorgabe** gesehen werden. In dichtbesiedelten oder landwirtschaftlich stark genutzten Flächen werden 0,47% wohl kaum verwirklicht sein.
- **So gesehen wäre es prinzipiell nicht falsch, wenn die 0,47 % Regelung im LK Celle überschritten würde**.
- **Ausbau von Freiflächen-PV und Dach-PV sind dabei kein entweder oder, sondern ein sowohl als auch**. Auch das viel geforderte „erstmal Dach-PV ausschöpfen dann Freiflächen“, kann unterm Strich leicht zur PV-Bremse einer zügigen Energiewende werden.
- **Auch die von der Bundesregierung geplante PV-Ausbau-Vorgabe 50 % Dach und Fassaden und 50% Freiflächen**, darf nicht zur Diskussion führen, zuerst das eine dann das andere, sondern beides sollte parallel vorangetrieben werden.

PV-Strom von Dach und Fassade ist gut aber nur eine Teillösung

- Wie ein Pilotversuch eines großen Fernstromnetzbetreibers gezeigt hat, können **PV-Dachanlagen** auf Wohngebäuden in **Kombination mit Batteriespeichern** zwar **rechnerisch bis zu 100% des lokalen Jahresbedarfs** an Strom abdecken.
- Aber real sind es jedoch nur ca. 50%, da im Sommer bis zu 50% des Stroms ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird, aber **im Winter ca. 50 % des Jahresstrombedarfs über das öffentliche Stromnetz zugeführt** werden müssen.
- Neben Herden, Wasch- und Spülmaschinen gibt es **in Zukunft immer mehr Wärmepumpen und E-Pkw zu versorgen**. Der im Sommer ins öffentliche Stromnetz eingespeiste Überschussstrom, wird also im Winter sozusagen „zurückgeholt“. (Was neben dem im Winter durchaus verfügbaren Windstrom, für Dunkelflauten neben großen zentralen Wasserstoffspeichern übrigens auch kleine lokale Wasserstoffspeicher sinnvoll macht).
- Trotzdem leistet der **ins Netz eingespeiste Dach-PV-Strom im Sommer einen wichtigen Beitrag zur Versorgung in dicht bebauten Ballungsgebieten** (hier reichen Dach- und Fassaden-PV-Strom i. d. R. nicht zur Eigenversorgung aus) und zur Versorgung von Gewerbe und Industrie.

- Das heißt – mal abgesehen vom Strombedarf im Winter – wird während ca. 8 Monaten im Jahr der **PV-Strom in Kombination mit Windstrom einen wesentlichen Beitrag zur deutschen Stromversorgung** leisten müssen. **Dazu reichen Dachflächen allein nicht aus**, sondern es müssen tatsächlich auch große Freiflächenanlagen zugebaut werden.
- Die berechnete Frage ist allerdings wie viele, in welcher Form und auf welchen Flächen.

PV-Flächenanlagen als Biotop gestalten!

- Ein **PV-Freiflächenfeld** erreicht pro Hektar bei kompletter Abdeckung mit PV-Modulen den rechnerisch* bis zu **34-fachen Energieertrag** im Vergleich zu einem Maisfeld. Denn der Wirkungsgrad der Photosynthese liegt zwischen ca. 0,1 und 1% und moderne Solarzellen erreichen inzwischen ca. 24%. (* Je nach Dichte der Module auf Solarfeldern wird praktisch mindestens das 10-fache und meistens mehr als das 20-fache erreicht).
- Man kann sich allerdings darüber streiten, was das **Landschaftsbild** mehr verschandelt, trostlose Maismonokulturen oder trostlose PV-Felder?
- Selbst wenn man die PV-Module auf mehr als 2 m Höhe aufgeständert und in größeren Abständen setzt, kann der Energieertrag im Vergleich zu Mais bis zu 20-mal größer sein. **Unter und zwischen den Modulen können dann wertvolle Biotop mit hoher Artenvielfalt** angelegt werden, die nur mit ein- oder maximal 2-mal Mähen oder Beweiden pro Jahr gepflegt werden müssen.
- **Alternative dazu wäre auch die sog. AGRI-PV**: Hier wird zwischen oder unter den PV-Modulen, mit geeigneten Pflanzen, Obst- oder Ackerbau betrieben (in Bayern gibt es bereits mehrere Anlagen). Das heißt ohne Einbußen bei der Landwirtschaft wird zusätzlich Energie erzeugt. (* Inzwischen bestehen ernsthafte Planungen, den klimawandelempfindlichen Hopfenanbau in der Hallertau mit PV als Sonnenschutz (!) komplett auf AGRI-PV umzustellen).
- **Für AGRI-PV sollte man jedenfalls keinen der besseren Ackerböden** im LK Celle nutzen. Die hier am Einfachsten umzusetzende Alternative und auch für die Landwirte wirtschaftlich attraktive Methode ist die Umwidmung von ökologisch schädlichen Biogas-Maisfeldern in PV-Biotop.

Der Ausbau der PV-Stromerzeugung muss Nutzen für den Landkreis bringen

- **Der vor Ort erzeugte grüne Strom muss bevorzugt im Landkreis genutzt werden** und nur Überschüsse sollten über das öffentliche Stromnetz deutschlandweit verteilt werden.
- Technisch-physikalisch bedingt ist das Stromnetz allerdings in seiner Gesamtheit wie ein Teich, in den Alle einspeisen und aus dem sich Alle bedienen. Doch wenn „der Teich zu voll ist“ dann werden auch im Landkreis Celle Windräder abgestellt und PV-Anlagen abgeregelt. Stattdessen muss in Zukunft **dieser vor Ort erzeugte Überschussstrom auch lokal genutzt** werden.
- Zum Beispiel dient **Überschussstrom zur lokalen Erzeugung von Wasserstoff**, der dann gespeichert und **bei Strommangel zur lokalen Wiederverstromung** genutzt wird. Statt bei lokalem EE-Strommangel teuren Strom aus den Fernnetzen zu beziehen. Ein blindwütiger Ausbau von Photovoltaik und Windkraft, ohne solche „**Energieinsel-Lösungen**“ mit lokaler Wasserstoffzwischenlagerung einzuplanen, brächte wenig Nutzen für den Landkreis.
- Die andere Seite sind die **wirtschaftlichen Aspekte des PV-Freiflächen-Booms**. Was nützt es den Privatleuten aber auch dem Gewerbe im Landkreis, die zwischen 25 Cent/kWh und 40 Cent/kWh für den Strom bezahlen, wenn große Investoren mit Gestehungskosten von ca. 8 Cent/kWh (PV) und ca. 4 Cent/kWh (WEA) ein über Mindestvergütungen abgesichertes, gutes Geschäft am deutschen Strommarkt machen?

- Die 0,1 oder 0,2 Cent/kWh, die diese Investoren an die Kommunen abgeben, sind nur ein Taschengeld, gemessen an den ca. 8% Gewinn, den diese Investoren an ihre Aktionäre weitergeben oder evtl. im Ausland reinvestieren.
- Wenn die Wertschöpfung weitestgehend im Landkreis verbleiben soll, müssen die Investitionen in den Ausbau von PV- und Windkraft vorrangig von Bürger-Energiegenossenschaften und z. B. den Stadtwerken getätigt werden. (Ohne die Beteiligung von Großinvestoren – siehe auch Ausbau der Stromnetze – wird das allerdings nicht klappen).
- Ein weiteres Thema, da mit erheblichem Investitionsbedarf verbunden, ist der Ausbau und die Ertüchtigung des Niederspannungs- und Mittelspannungsnetzes bzw. der Übergabepunkte. Denn nur dann lässt sich regional bzw. lokal erzeugter PV-Strom sowohl überall lokal einspeisen als auch nutzen. Darüber hinaus ist dieser Stromnetzausbau auch für die Stromversorgung von Wärmepumpen und E-Pkw- und E-Lkw-Ladestationen unverzichtbar.
- Kurzum, sowohl für den Ausbau der Wind- und PV-Stromerzeugung, den Ausbau der Niederspannungs- und Mittelspannungsnetze, so wie den langfristigen Abbau der Erdgasnetze und ihren zumindest teilweisen Ersatz durch Wärmenetze brauchen wir eine „Kommunale Energieversorgung neuer Art“ in Stadt und LK Celle.

Quellen

Nachfolgend die wichtigsten Quellen, auf denen meine Aussagen hauptsächlich basieren. Der Übersichtlichkeit halber unterteilt in allgemeine Quellen zu den Erfordernissen der Energiewende und speziell zu Photovoltaik.

Speziell zu Photovoltaik

1. 50 Handlungsempfehlungen für einen schnelleren PV-Zubau, (2021); KEAN; <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/aktuelles/index/50-Handlungsempfehlungen-fuer-einen-schnelleren-PV-Zubau-1985>;
2. Agri-Photovoltaik - Chance für Landwirtschaft und Energiewende, Ein Leitfaden für Deutschland; (2022); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energie-wende.html>;
3. Agri-Photovoltaik: Doppelt ernten, Flyer; (2023); Fraunhofer ISE; https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/infomaterial/brochures/23_de_ISE_Flyer_Agri-PV_Doppelt_ernten.pdf;
4. Agri-Photovoltaik; (2023); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html>;
5. Agrophotovoltaik sorgt für Ernteplus in Oberbayern; (2020); Solarserver; <https://www.solarserver.de/2020/09/02/agrophotovoltaik-sorgt-fuer-ernteplus-in-oberbayern/>;
6. Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; (2023); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>;
7. APV Obstbau – Agri-Photovoltaik als Resilienzkonzept zur Anpassung an den Klimawandel im Obstbau; (2020), Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/apv-obstbau.html>;
8. Bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV); (2023), Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/energieeffiziente-gebaeude/gebaeudehuelle/bauwerkintegrierte-pv-bipv.html>;
9. Biodiversität in Solarparks - Interaktive Grafik; (2023); NABU; <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/energie/erneuerbare-energien-energie-wende/solarenergie/31385.html>;
10. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2022): Eckpunkte für einen naturverträglichen Ausbau der Solarenergie. Positionspapier. Bonn; <https://www.bfn.de/sites/default/files/2022-10/2022-eckpunkte-fuer-einen-naturvertraeglichen-ausbau-der-solarenergie-bfn.pdf>
11. Der naturverträgliche Ausbau der Photovoltaik - Nutzung von Solarenergie in urbanen und ländlichen Räumen, auf Dächern und in der Fläche; (2012), NABU; <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210421-nabu-infopapier-photovoltaik.pdf>;
12. Eckpunkte für einen naturverträglichen Ausbau der Solarenergie; (2022); Bundesamt für Naturschutz BfN; <https://www.bfn.de/pressemitteilungen/eckpunkte-fuer-einen-naturvertraeglichen-ausbau-der-solarenergie>;
13. Erste Agri-PV-Anlage in Hopfen eingeweiht; (2023); top agrar; <https://www.topagrar.com/energie/news/erste-agri-pv-anlage-in-hopfen-ingeweiht-13428309.html>;
14. Flächen für die Photovoltaik – Synergien für Landwirtschaft, Energiewirtschaft und Naturschutz; (16.08.2023); BMWK, BMUV, BMEL; https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Presse/pi-bmwk-bmuv-bmel-photovoltaik.pdf?__blob=publicationFile&v=5;
15. Integrierte Photovoltaik – Flächen für die Energiewende; (2023), Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik.html>;
16. Jan-Peter Meyn; Elektrizität vom Acker; (2021); Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; nicht mehr verfügbar.
17. Jonas Böhm; Vergleich der Flächenenergieerträge verschiedener erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlichen Flächen – für Strom, Wärme und Verkehr; (2023); in Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft;

Band 101, Ausgabe 1;

https://www.thuenen.de/media/ti/Newsroom/Faktencheck/Energie_vom_Acker/emsbache_Boehm_462_UEB_2_17.3.14_h_mit_DECKBLATT.pdf;

18. Kerstin Wydra, Vera Vollmer, Sabine Schmidt, Susann Prichta, Rahel Kunze, Hubert Aulich; Potential der Agri-Photovoltaik in Thüringen; (2022); https://solarinput.de/wp-content/uploads/2022/05/APV-Studie_19052022_Final.pdf;
19. Kerstin Wydra; Agriphotovoltaik-doppelte Landnutzung, dreifacher Effekt; (2021); Fachhochschule Erfurt; https://www.vee-sachsen.de/sites/default/files/data/pdf/2021-02-24%20WebKonferenz%20Vortrag%20APV%20Prof.%20Dr.%20Kerstin%20Wydra%20short_short.pdf;
20. Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen; (2021); NABU und BSW — Bundesverband Solarwirtschaft; https://www.solarwirtschaft.de/wp-content/uploads/2021/04/210428_NABU-BSW-Papier-1.pdf;
21. Leitfaden Bauwerkintegrierte Photovoltaik; (2023); AKBW, HTWG, Fraunhofer ISE und ZSW; www.bipv-bw.de ;
22. Manuela Herms; Aufschwung für die Photovoltaik: Die Regelungen im neuen EEG; (2022), Prometheus; https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/downloads/SonstigeDokumente/220901_Klimaschutz-Niedersachsen_Osterpaket_PV.pdf;
23. Markus Zaplata, Matthias Stöfer; Metakurzstudie zu Solarparks und Vögeln des Offenlands; (2022), https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/220318_solarpark-vogelstudie_offenland.pdf;
24. Musterbegründung zur Festsetzung von PV-Anlagen in Bebauungsplänen; (2021), KEAN; <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/aktuelles/Musterbegruendung-zur-Festsetzung-von-PV-Anlagen-in-Bebauungsplaenen-1854>;
25. Neue Regeln für die Photovoltaik im Jahr 2023; (2023); KEAN; <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/Neue-Regeln-fuer-die-Photovoltaik-im-Jahr-2023-2682>;
26. Ökologische Stärken von Photovoltaikanlagen; (2023); WiTra-LB Kooperation von Fraunhofer IBP, Fraunhofer IAO und Uni Stuttgart; <https://ressourceneffizienz-und-klimaneutralitaet.de/wissenspool/photovoltaik/>;
27. Photovoltaik in der kommunalen Bauleitplanung; (2021); KEAN; https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/downloads/FaktenpapiereLeitfaeden/2021-03-17_PV-Kommunen_Faktenpapier-2.pdf;
28. Photovoltaik in Verkehrswegen; (2023); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/verkehrswege-photovoltaik-ripv.html>;
29. Photovoltaik-Strategie – Handlungsfelder und Maßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der Photovoltaik; (2023); Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK); V https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4;
30. Potenziale für Integrierte Photovoltaik berechnen; (2023); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/photovoltaik/photovoltaische-module-und-kraftwerke/photovoltaische-kraftwerke/potenzialstudien-freiflaechen-pv-integrierte-photovoltaik.html>;
31. PV und Steuern: Die Neuerungen auf einen Blick; (2023); KEAN; <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/PV-und-Steuern-Die-Neuerungen-auf-einen-Blick-3193>;
32. Solaranlagen: Chance für Naturschutz, Erfordernis für Klimaschutz; (2022), BUND, DUH, Germanwatch, NABU, Deutscher Naturschutzring, Greenpeace und WWF; https://www.germanwatch.org/sites/default/files/2022-09-28_solarpapier_stand_september22.pdf;
33. Solarenergie Positionspapier von BUND und NABU; (2021); <https://badenwuerttemberg.nabu.de/imperia/md/content/badenwuerttemberg/positionspapiere/2021-07-26-positionspapier-solarenergie-nabu-bund-bw.pdf>;
34. Solarpaket I beschlossen; (16.08.2023); Bundesregierung; <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/solarpaket-2213726>;
35. Solarparks naturverträglich ausbauen; (2022); NABU; <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/220330-nabu-positionspapier-solarenergie-solarparks-naturvertraeglicher-ausbau.pdf>;
36. Solarstrom von der Hauswand; (2021); Baunetz Wissen; <https://www.baunetzwissen.de/fassade/tipps/forschung/solarstrom-von-der-hauswand-7538365>;

37. Stellungnahme zur Solarstrategie; (2023); BUND;
https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/energiewende/BUND-Stellungnahme_zur_Solarstrategie_01.pdf;
38. Straßen-Überdachung produziert Solarenergie; (2023); Fraunhofer ISE;
https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/infomaterial/brochures/21_de_ISE_RIPV.pdf;
39. Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen; (2022); UBA;
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_umweltvertraegliche_standortsteuerung_von_solar-freiflaechenanlagen.pdf;
40. Urbane Photovoltaik; (2023); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/urbane-photovoltaik-upv.html>;
41. Wärmepumpe und Photovoltaik in Einfamilienhäusern; (2022); KEAN; https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/downloads/FaktenpapiereLeitfaeden/2022-07-13_WIN_Fakt_WP-PV.pdf?m=1657708411&;
42. ZSW: Photovoltaik kann fast vierzig Prozent des Strombedarfs typischer Bürogebäude decken; (2021); PV Magazine;
<https://www.pv-magazine.de/2021/02/17/zsw-photovoltaik-kann-fast-vierzig-prozent-des-strombedarfs-typischer-bueroegebaeude-decken/>;
43. Nancy M Haegel, Pierre Verlinden, Marta Victoria, Pietro Altermatt et al; Photovoltaics at multi-terawatt scale: Waiting is not an option; (2023); Science 6 Apr 2023, Vol 380, Issue 6640, pp. 39-42; doi: 10.1126/science.adf6957;
<https://www.science.org/stoken/author-tokens/ST-1121/full>;

Allgemein zur Energiewende

1. Agora Energiewende (2018): Stromnetze für 65 Prozent Erneuerbare bis 2030. Zwölf Maßnahmen für den synchronen Ausbau von Netzen und Erneuerbaren Energien; https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Stromnetze_fuer_Erneuerbare_Energien/Agora-Energiewende_Synchronisierung_Netze-EE_Netzausbau_WEB.pdf
2. Agora Energiewende (2023): Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2022. Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2023; AGORA <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/die-energiewende-in-deutschland-stand-der-dinge-2022/>
3. AGORA et al.; Klimaneutrales Deutschland – In drei Schritten zu null Treibhausgasen bis 2050 über ein Zwischenziel von -65% im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals; (2020); <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-bis-2050-deep-dive-stromsektor/>
4. Ariadne Report; Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich; Kopernikus-Projekt Ariadne (2021); PIK Hrsg.; <https://doi.org/10.48485/pik.2021.006>
5. Aurora: Deutschland braucht für „kalte Dunkelflauten“ bis zu 10 Gigawatt flexible Kraftwerksleistung bis 2050; (2021); <https://www.pv-magazine.de/2021/03/17/aurora-deutschland-braucht-fuer-kalte-dunkelflauten-bis-zu-10-gigawatt-flexible-kraftwerksleistung-bis-2050/>
6. Autor:innengruppe Energiesuffizienz (2022) Energiesparen als Schlüssel zur Energiesicherheit - Suffizienz als Strategie; <https://zenodo.org/record/6419202>
7. Bausteine für eine klimaneutrale Wärmeversorgung; VDI-Thesen und Handlungsfelder; (2021); VDI;
<https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/bausteine-fuer-eine-klimaneutrale-waermeversorgung>
8. Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung; (2020); Wuppertal Institut und DIW Econ im Auftrag des Landesverband Erneuerbare Energien NRW;
<https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/LEE-H2-Studie.pdf>
9. Clausen et al.; Wärmewende beschleunigen, Gasverbrauch reduzieren. Ein Kurzimpuls; (2022); Diskussionsbeiträge der Scientists for Future 10, <https://zenodo.org/record/6363715/export/hx>;
10. Clausen, J., Huber, M. & Ehrhardt, H. (2023). Bordesholm und das grüne Gas. Berlin: Borderstep Institut;
https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2023/08/H2A_Bordesholm_20230808.pdf;
11. Clausen, J.; Beucker, S.; Verbreitung radikaler Systeminnovationen – Fallbeispiel Wärmeversorgung Dänemark; (2019); Borderstep Institut. Berlin;
https://www.researchgate.net/publication/333893654_Verbreitung_radikaler_Systeminnovationen_Fallbeispiel_Waermeversorgung_Danemark

12. Clausen, Jens; Huber, Michael; Linow, Sven; Gerhards, Christoph; Ehrhardt, Helge; Seifert, Thomas (2022). Wasserstoff in der Energiewende – unverzichtbar, aber keine Universallösung. Policy Paper der Scientist for Future. Berlin; <https://info-de.scientists4future.org/wasserstoff-in-der-energiewende>;
13. dena; Leitstudie Integrierte Energiewende – Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050; (2018); https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf
14. dena-Studie Systemsicherheit 2050 – Systemdienstleistungen und Aspekte der Stabilität im zukünftigen Stromsystem; (2020); dena; https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2020/dena_Systemsicherheit_2050_LANG_WEB.pdf
15. Deutsche Energie-Agentur dena (Hrsg.), dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität; (2021); https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2022/03/211005_EWI-Gutachterbericht_dena-Leitstudie-Aufbruch-Klimaneutralitaet.pdf
16. Dezentrale Energieversorgung versus Netzausbau; ifo-Studie im Auftrag der IHK für München und Oberbayern; (2019), https://www.ifo.de/DocDL/ifo-Studie_Dezentrale%20Energieversorgung-vs-Netzausbau_IHK_Impulse.pdf;
17. E.ON Integrierter Geschäftsbericht 2022; (2023); <https://www.eon.com/de/investor-relations/finanzpublikationen/geschaeftsbericht.html>;
18. E.ON nimmt mehr Geld für Stromnetze in die Hand; (15.03.2023); tagesschau; <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/eon-strom-netze-energie-wende-aktie-101.html>;
19. Enercity; Jahresabschluss und Lagebericht für das Geschäftsjahr 2022; (2023); <https://www.enercity.de/assets/cms/enercity-de/Unternehmen/Wertpapiere-und-Finanzen/Veroeffentlichungspflichten/2022/Jahresabschluss-2022.pdf>;
20. Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050; (2020); Prognos Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie; https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klimagutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=8
21. Erneuerbare Energien in Zahlen; (2022); UBA; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>
22. Fraunhofer ISE; Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; (2022); <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>
23. Gesteuerungskosten von Strom im Vergleich; (2022); WD Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag; <https://www.bundestag.de/resource/blob/887090/1867659c1d4edcc0e32cb093ab073767/WD-5-005-22-pdf-data.pdf>
24. H2 vor Ort: Der Gasnetzgebietstransformationsplan Ergebnisbericht 2022; DVGW; https://www.h2vorort.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Publikationen/Ergebnisbericht_2022_des_GTP_A3.pdf
25. Klafka, Peter; Clausen, Jens; Ehrhardt, Helge, Huber, Michael; Seifert Thomas (2023). Haben Gasnetze eine Zukunft? Kommunale Wärmeversorger stehen vor großen Umstellungen. Policy Paper der Scientist for Future. Berlin; <https://info-de.scientists4future.org/haben-gasnetze-eine-zukunft/>;
26. Langfristszenarien 3 – Wissenschaftliche Analysen zur Dekarbonisierung Deutschlands; (2022); Fraunhofer ISI mit IFEU, consentec sowie Lehrstuhl für Energie- und Ressourcenmanagement der TU Berlin; <https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-de/projektteam/>
27. Matthias von Bechtolsheim; Wasserstoff – Strategie erforderlich; (2020), Zusammenfassung einer Studie von Arthur D-Little; <https://www.adlittle.com/de-de/HydrogenStrategy>;
28. Nationaler Wasserstoffrat NWR; Eckpunktepapier zur Überarbeitung der Nationalen Wasserstoffstrategie, (2022); https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-06-20_NWR-Eckpunktepapier_Ueberarbeitung_NWS.pdf
29. Nationaler Wasserstoffrat NWR; Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland; (2023); https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01_Grundlagenpapier_H2-Bedarfe.pdf
30. Netzentwicklungsplan 2037/2045 (2023); <https://www.netzentwicklungsplan.de/de/netzentwicklungsplaene/netzentwicklungsplan-20372045-2023>
31. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut; Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann; (2021); Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora

Verkehrswende; https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf

32. Sicherstellung der Stromversorgung bei Dunkelflauten; (2019); WD Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag; <https://www.bundestag.de/resource/blob/627898/b65deea51fdb399e4b64f1182465658d/WD-5-167-18-pdf-data.pdf>
33. TrafoSW – Transformation von Stadtwerken als wichtige Säule der Energiewende; (2020); Fraunhofer Umsicht; https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/referenzen/trafosw/TrafoSW_03ET1518A_Abschlussbericht_UMSICHT.pdf
34. Volker Stockinger; Wärme, Kälte und Strom im Quartier; Ökologisches Wirtschaften - Fachzeitschrift, 33(3), 25–27. <https://doi.org/10.14512/OEW340325>; <https://www.oekologisches-wirtschaften.de/index.php/oew/article/view/1702>
35. von Maydell, Karsten, Schmidt, Dietrich, Gils, Hans, Horst, Juri, Stryi-Hipp, Gerhard, Fichtner, Wolf; Lokale und regionale Sektorenkopplung in Regionen, Städten und Quartieren; (2018); DLR, Fraunhofer IEE, IZES; https://www.fvee.de/wp-content/uploads/2022/01/th2018_07_01.pdf;
36. WEGE ZU EINEM KLIMANEUTRALEN ENERGIESYSTEM - Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen, Anhang zur Studie; (2021); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Anhang-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem.pdf>;
37. WEGE ZU EINEM KLIMANEUTRALEN ENERGIESYSTEM – Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen; (2020); Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>,
38. WEGE ZU EINEM KLIMANEUTRALEN ENERGIESYSTEM 2050 – Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen, Update unter einer Zielvorgabe von 65% CO₂-Reduktion in 2030 und 100% in 2050; (2020), Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem-Update-Klimaneutralitaet-2045.pdf>;
39. Worüber keiner reden will: Der bevorstehende Abschied vom Gasnetz; (04.11.21); AGORA; <https://www.agora-energiewende.de/blog/worueber-keiner-reden-will-der-bevorstehende-abschied-vom-gasnetz/>
- 40.