

Renewable Energys for Regions- Area Consumption and Land Use Competition

Presentation, Pristina, Kosovo, 04.2019

Hartmut Dumke

TU Wien, Institute for Spatial Planning,
Research Unit Regional Planning and Regional Development







Vienna University of Technology
Institute of Spatial Planning
Regional Planning and Regional Development

hartmut.dumke@tuwien.ac.at





+43-58801-280705



Presentation Structure

-  Motivation, Research questions
-  Results and result comparison
-  Conclusions
-  Further Research Needs

Area Consumption of Renewable Energies:

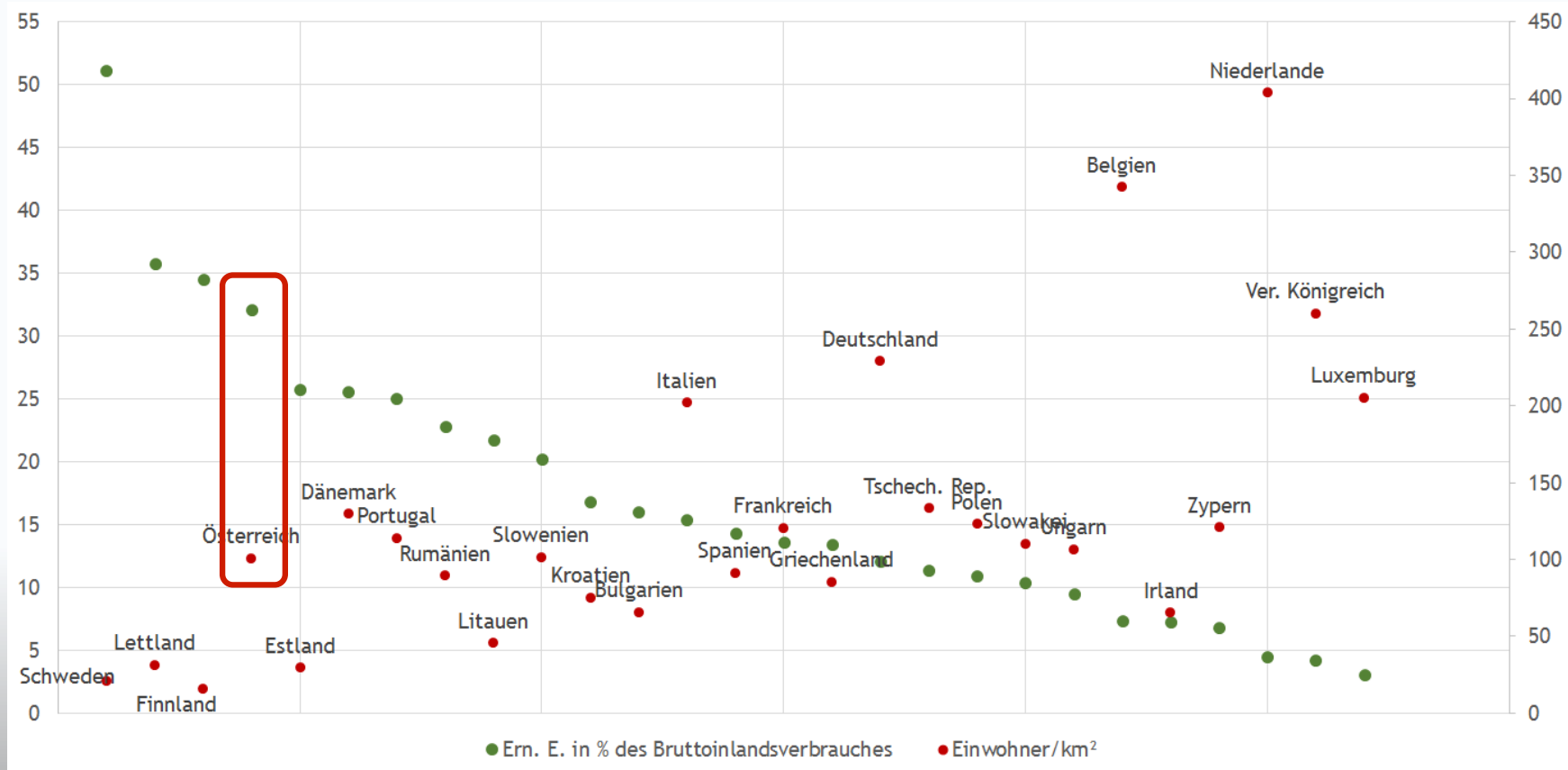
-  Geothermal Heat
-  Solar Energy
-  Wind Power
-  Biomass



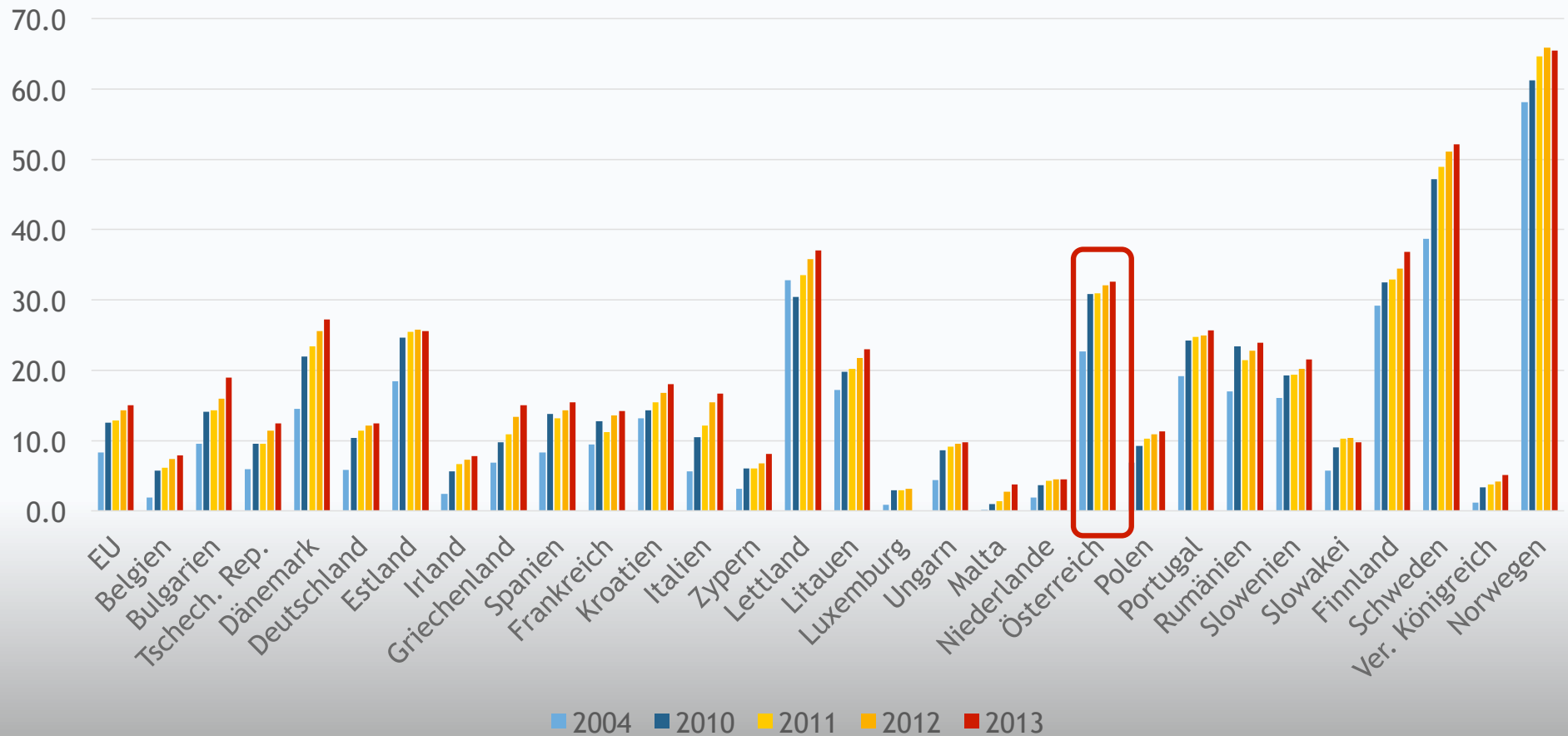
Research questions

- **Main question:** What is the area requirement ($\text{m}^2/\text{kWh}/\text{year}$) of selected renewable energies and what are the local energy yield variations? How can land use competition with non-energy land use types and the environmental impacts of renewable energy production be classified?
- **Secondary question:** How are the land requirements and competition of renewable energy production to be classified in “Integrated regional Spatial & Energy Planning”?

Population Densities and Shares from ren. Energies (2013)



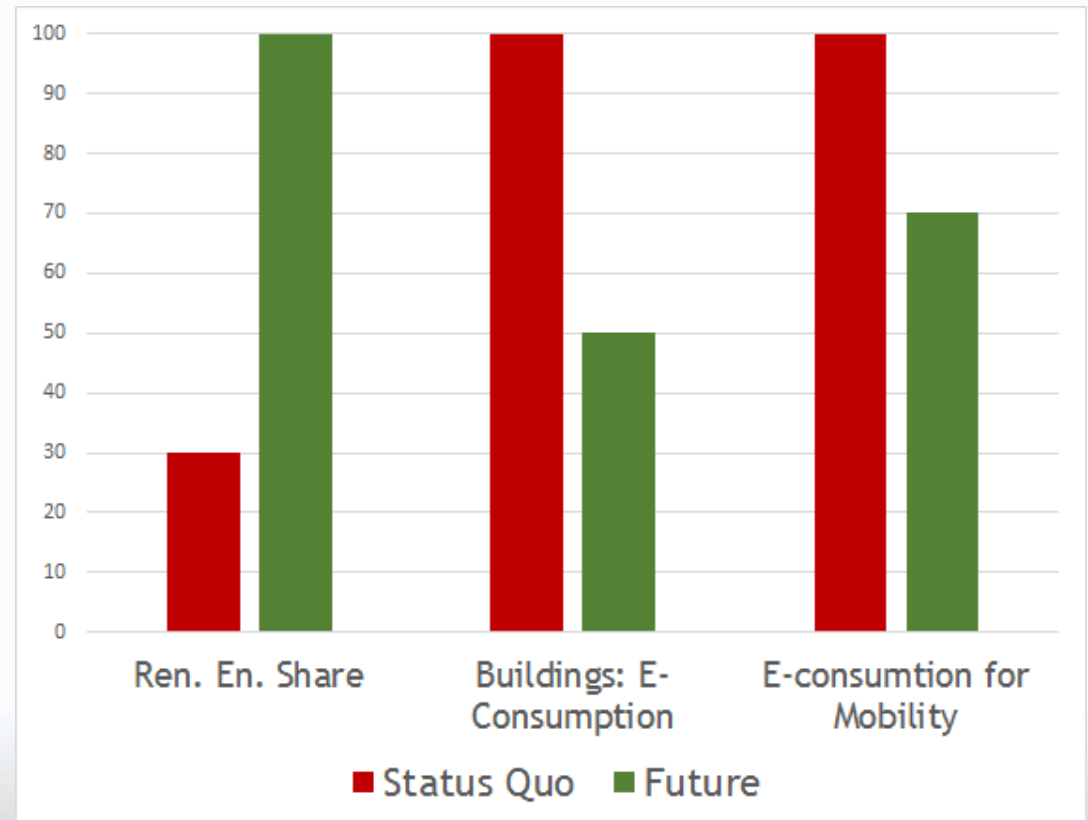
Contribution Shares from ren. Energies (2004 - 2013)



Integrated Spatial and Energy Planning??!

"Energieraumplanung" is the integral component of spatial planning that deals comprehensively with the spatial dimensions of energy consumption and energy supply."

Source: ÖROK Partnerschaft/Stöglehner 2014



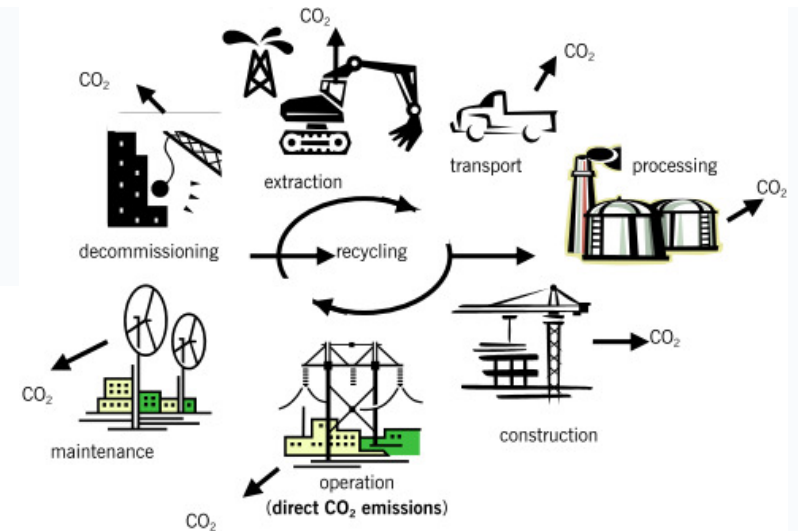
Methodology: The “Sustainable Process Index”

$$A_{\text{tot}} = A_R + A_E + A_I + A_S + A_P$$

$$A_R = A_{RR} + A_{RF} + A_{RN}$$

$$A_I = A_{ID} + A_{II}$$

$$A_{\text{tot}} = (A_{RR} + A_{RF} + A_{RN}) + A_E + (A_{ID} + A_{II}) + A_S + A_P$$







“The areas on the right hand side are the “partial areas” that refer to the impacts of the different productive aspects. A_R , the area required for the production of raw materials, is the sum (equ. 2) of the areas to provide renewable raw material (A_{RR}), fossil raw material (A_{RF}) and non-renewable raw material (A_{RN}). A_E is the area necessary to provide process energy including electricity. **A_I , the area to provide the installation for the process, is the sum (equ. 3) of the direct use of land area (A_{ID}) and the area for provision of buildings and process installations (A_{II}).** A_S is the area required for support of staff and A_P is the area for sustainable dissipation of emissions and waste products into the ecosphere.” Source: Narodoslawsky & Krotschek 1996



The „Catalogue“ of renewable energy plants: http://bit.ly/hd_esites



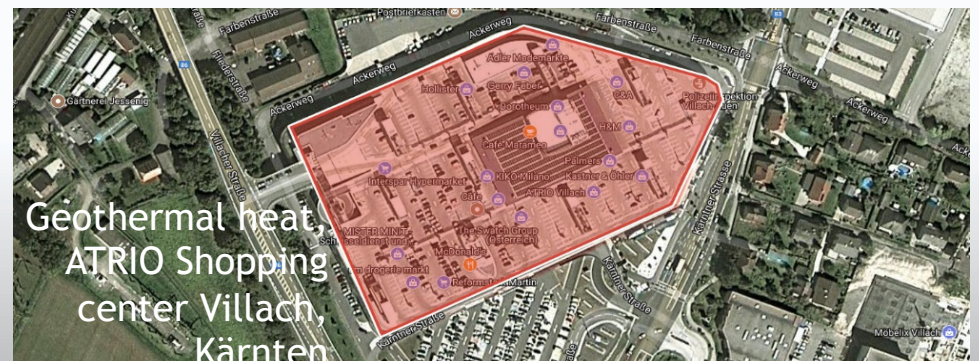
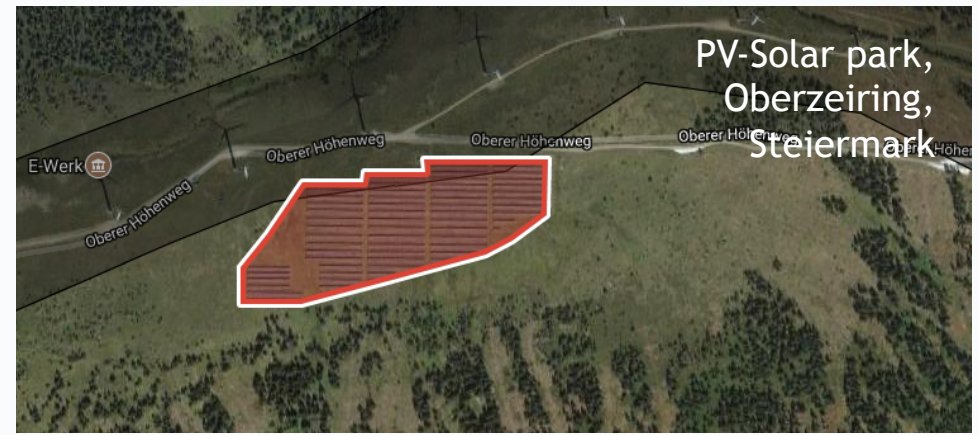
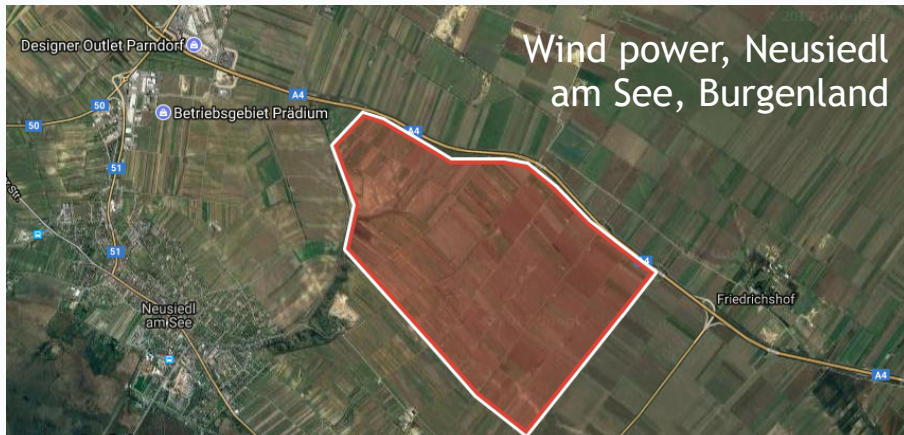
Area consumption=Horizontal Potential size

-  Geothermal Heat
-  Solar Energy
-  Wind Power
-  Biomass

| | |
|-----------------------|------------------------------------|
| e_flaeche_ha | <input type="text" value="150"/> |
| e_kwanlage_flaeche_ha | <input type="text"/> |
| p_el_mw | <input type="text" value="15"/> |
| e_el_mwha | <input type="text" value="15000"/> |
| p_th_mw | <input type="text"/> |
| e_th_mwha | <input type="text"/> |
| selektor_temp | <input type="text" value="7"/> |
| m2_kwh_el_a | 0.1 |
| m2_kwh_th_a | ***** |
| kwh_el_m2_a | 10 |
| kwh_th_m2_a | ***** |
| vollasth_a_el | 1000 |
| vollasth_a_th | ***** |



The „catalogue“: Samples

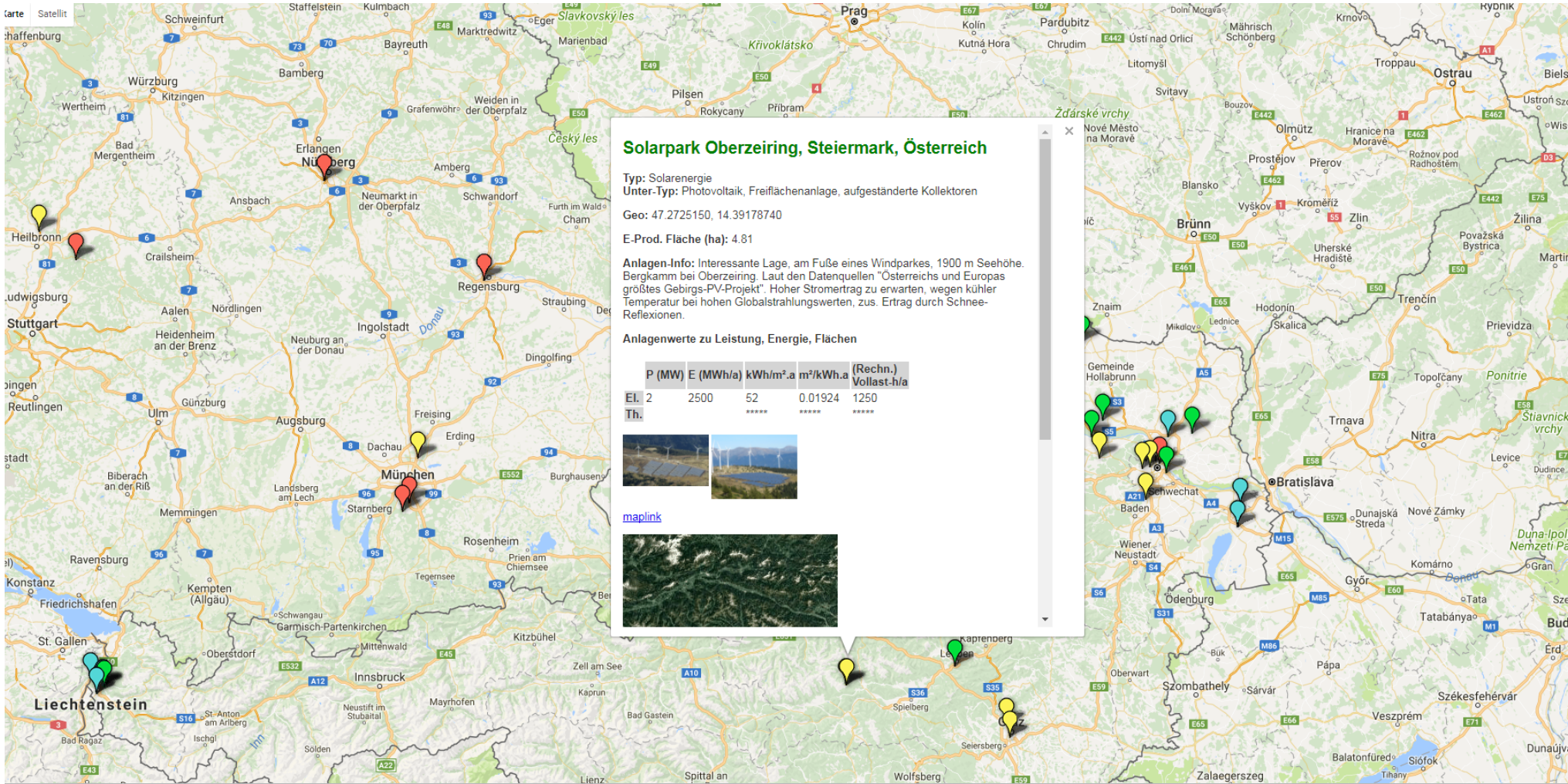










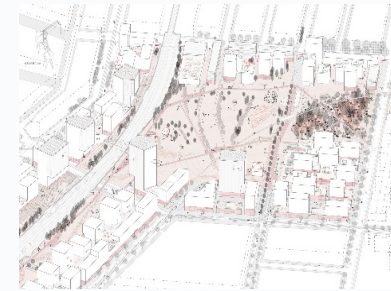
Geothermal Heat: Samples



**Agro-
thermal
heat**
(shallow
pipes)
1,5 ha
0,3 MW
600 MWh/a



**Shallow
Geo-
thermal**
(deep
probes)
2,8 ha
14 MW
1.220 MWh/
a



**Shallow
Geo-
thermal**
(deep
probes)
45 ha
6,2 MW
14.196
MWh/a



**Deep
geothermal**
(hydro-
thermal)
2.890 ha
2 MW
15.300
MWh/a



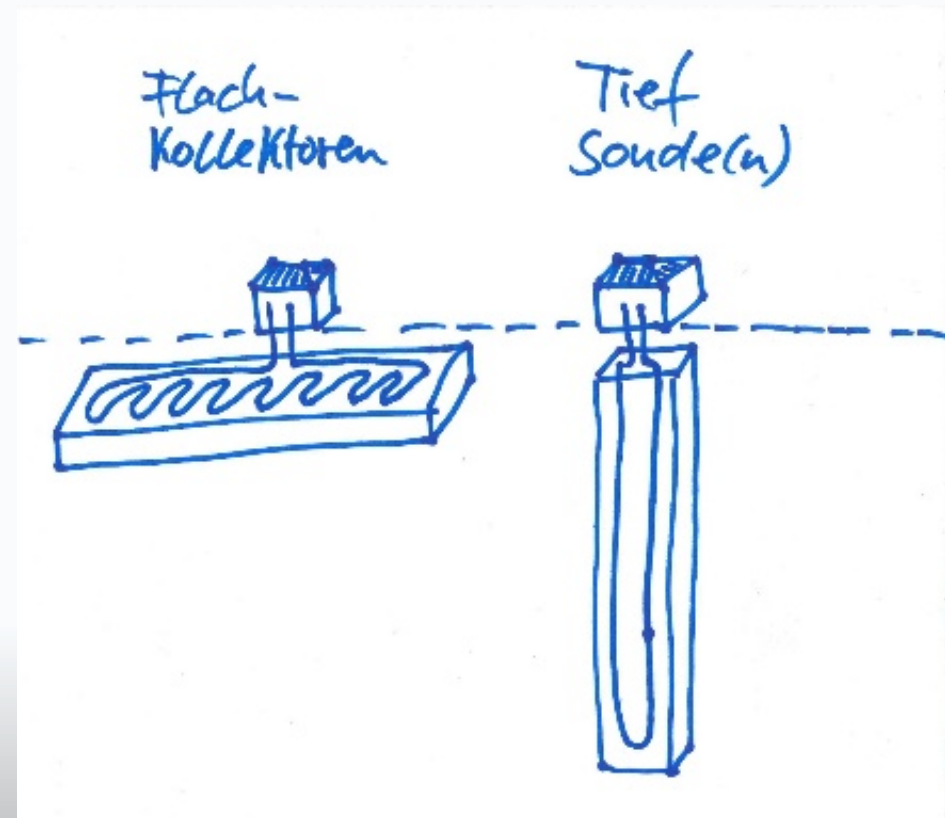
**Deep
geothermal**
(hydro-
thermal)
8.611 ha
9,4 MW
46.500
MWh/a



Geothermal heat: Findings on the research questions

Unsatisfactory response quality due to empirical uncertainties:

- Sources do not always document the E-surface, therefore it must be roughly estimated on the basis of the size of the plot.
- In the case of deep hydrothermal geothermal energy, area estimates are very questionable
- Records of good data quality show yield values of 30 to 70 kWh/m²/a
- Deep probe collector energy yields are more independent of position than shallow collector energy yields, and clearly more efficient per m² than the latter



Solar Energie: Samples



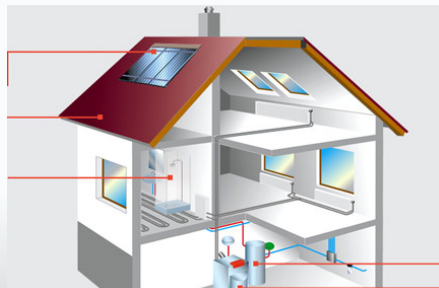
Very small PV unit
 (build. integrated)
 1,2 m²
 150 W
 1330 kWh/a



PV, facade integrated
 0,02 ha
 0,03 MW
 16 MWh/a



PV, large plant
 (elevated collectors)
 2,7 ha
 2 MW
 1.800 MWh/a



Small Solar thermal
 (flat collectors, full area, roof-integrated)
 10 m²
 2 MWh/a



Big Solar thermal
 (rooftop, elevated coll.)
 0,5 ha
 1,8 MW
 1.600 MWh/a

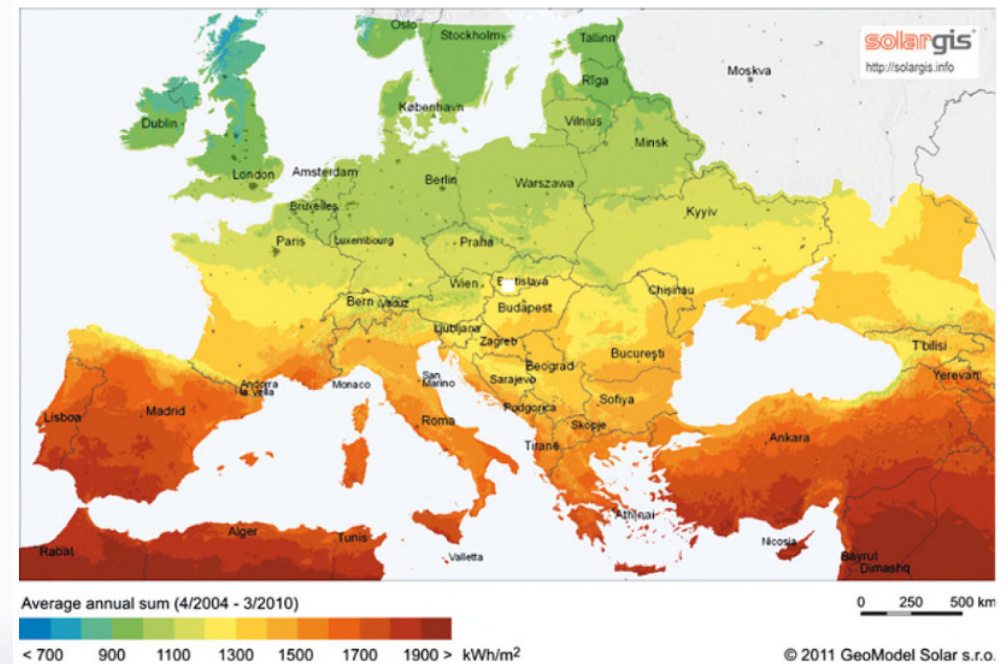


Huge solar thermal
 (open space, incl. storage lake)
 23 ha
 49 MW
 28.000 MWh/a

Solar Energy: Findings on the Research Questions

Good "response quality" for the following reasons:

- Energy potential areas are clearly visible and measurable (e.g. from aerial photographs)
- The location records often have a good to very good data quality.
- Even if this is not the case, very well validated modelling tools "help" to achieve realistic estimations
- The records with good data quality show values between 65 and 170 kWh/m²/a (photovoltaics) and 100 and 230 kWh/m²/a (photovoltaics)
- Differences in the North-South energy yield are surprisingly small. Example: Northern Scotland: North Africa approx. 1:2, within Austria average approx. 900-1,000 full-load hours



Wind Power: Samples



Single
(onshore,
plains)
25 ha
7,5 MW
15.000
MWh/a



Cluster
(onshore,
plains)
785 ha
79 MW
166.320
MWh/a



Row
(onshore,
alpine
ridge)
150 ha
15 MW
15.000
MWh/a



Row
(onshore,
plains)
11 ha
1,9 MW
3.716 MWh
a



Cluster
(off-, on-,
near-
shore)
5.700 ha
344 MW
937.800
MWh/a

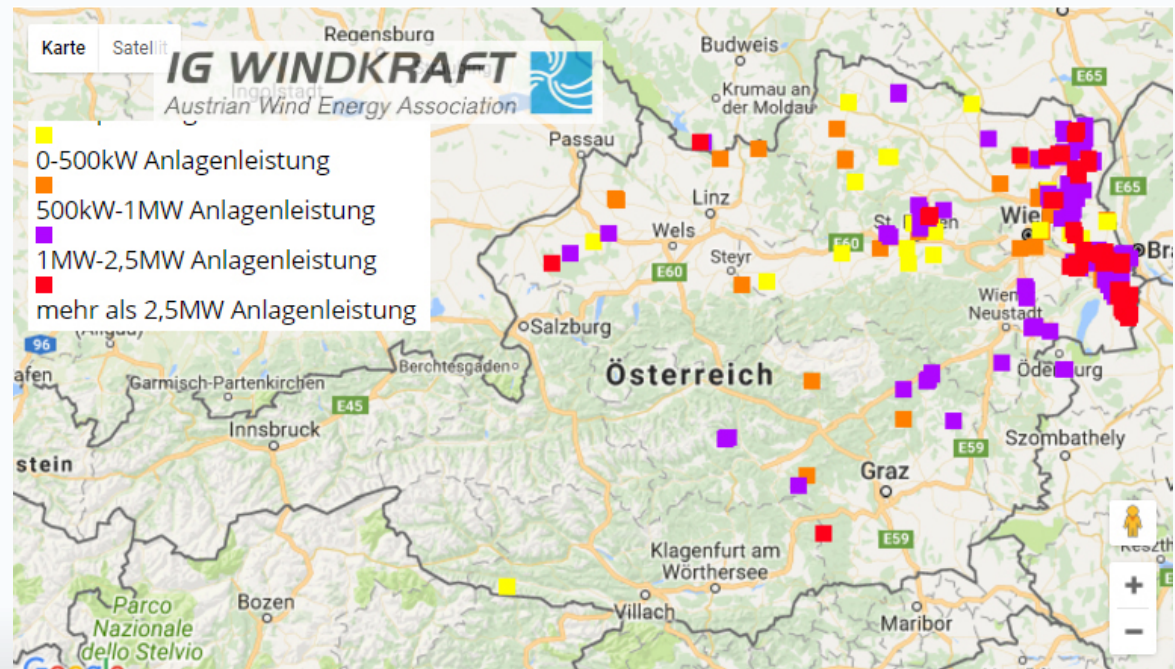


Cluster
(offshore)
24.700 ha
630 MW
2.500.000
MWh/a

Wind Power: Findings on the research questions

Good "response quality" for the following reasons:

- Energy potential areas are clearly visible and measurable (e.g. from aerial photographs).
- The location records often have good to very good data quality.
- Single or Row-shaped Turbine formations require significantly less space per electricity yield than clusters.
- Huge specific differences in electricity yield (10 to 129 kWh/m²/a), also with the full load hours (1,000 to over 4,000 h/a).
- Highest absolute, but lowest relative electricity yields for offshore plants.



Biomass: Samples



Wooden chips
(district heating)
568 ha
1,7 MW
10.000 MWh/a



Straw
(district heating)
600 ha
2,5 MW
8.333 MWh/a



Org. Ethanol
4.291 ha
x MW
177.600 MWh/a

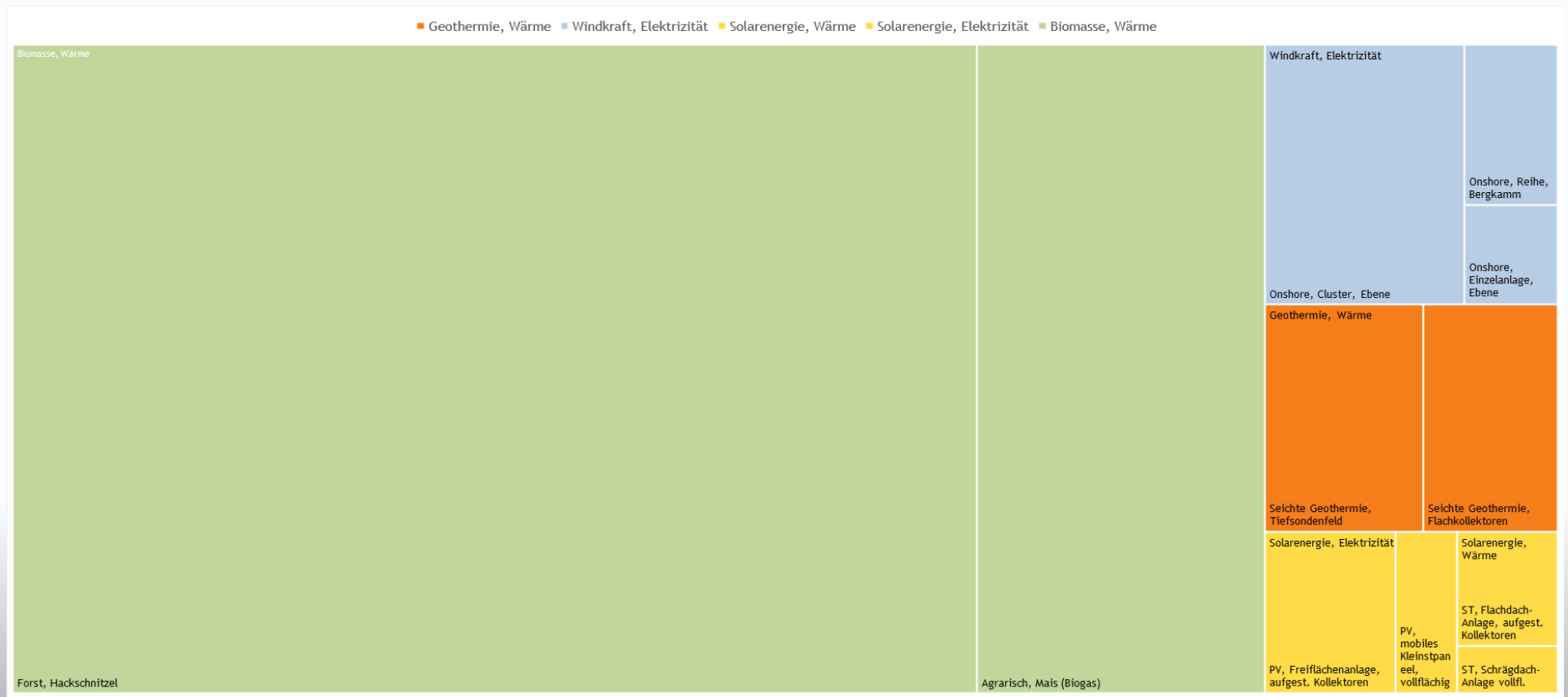
Biogas , Corn
(default, distr. heating)
100 ha
3 MW
5.900 MWh/a

Poplar,
(short rotation, default, distr. heating)
100 ha
3 MW
7.040 MWh/a



Zukunft

m²/kWh/a: Treemap Comparison



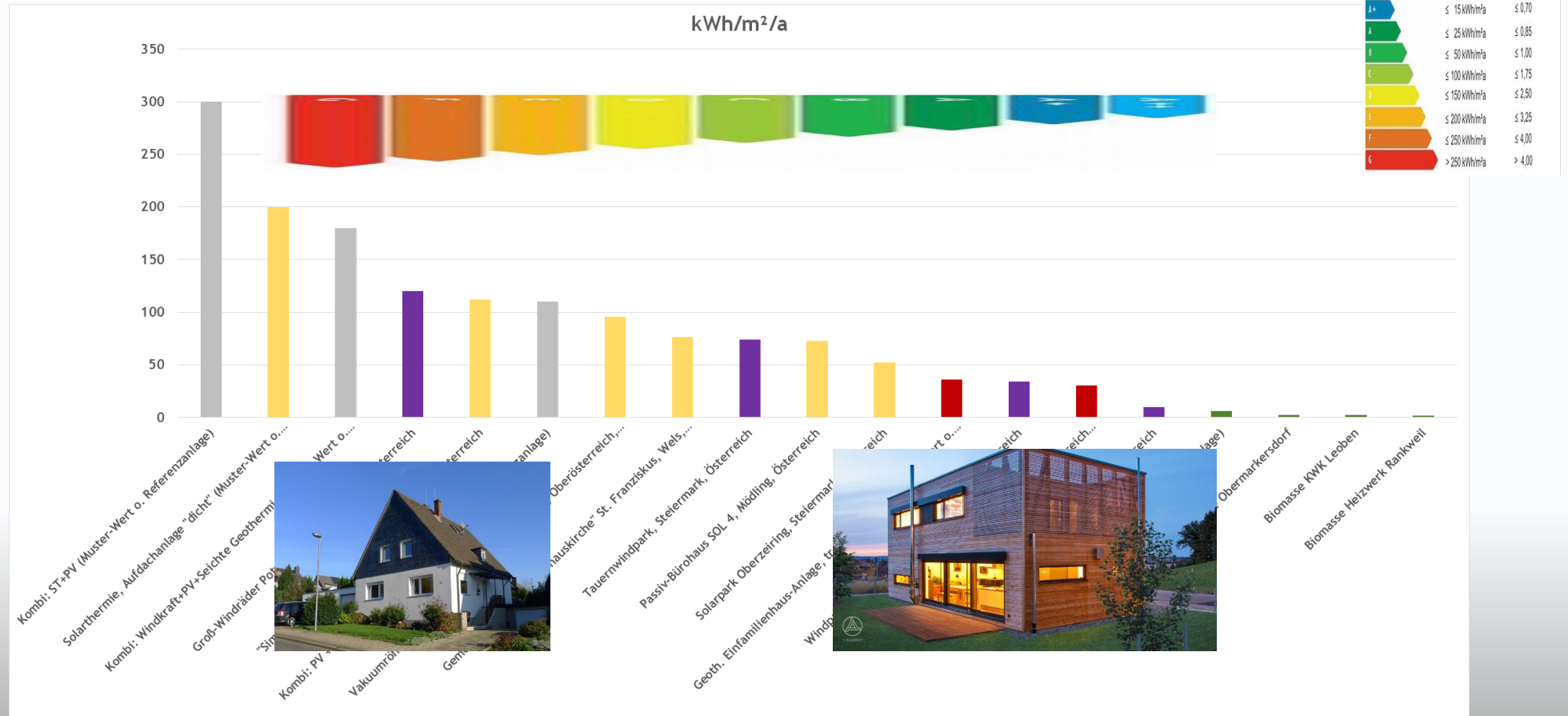
Zukunft

m²/kWh/a and kWh/m²/a: Efficiency Ranking

| Record, Lage | Typ | Unter-Typ | m ² /kWh/a | kWh/m ² /a |
|--|----------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| AT Musterrechnung, Kleinstanlage EFH | Solarenergie, Wärme | ST, Schrägdach-Anlage vollfl. | 0,0043 | 232 |
| Groß-Windräder Potzneusiedl, Burgenland | Windkraft, Elektrizität | Onshore, Einzelanlage, Ebene | 0,0083 | 120 |
| Wien | Solarenergie, Elektrizität | PV, mobiles Kleinspaneel, vollflächig | 0,0089 | 112 |
| Wels, Oberösterreich | Solarenergie, Wärme | ST, Flachdach-Anlage, aufgest. Kollektoren | 0,0105 | 96 |
| Tauernwindpark, Steiermark | Windkraft, Elektrizität | Onshore, Reihe, Bergkamm | 0,0135 | 74 |
| Oberzeiring, Steiermark | Solarenergie, Elektrizität | PV, Freiflächenanlage, aufgest. Kollektoren | 0,0192 | 52 |
| AT Musterrechnung (Lehmboden) | Geothermie, Wärme | Seichte Geothermie, Flachkollektoren | 0,0278 | 36 |
| Nordbahnhof-Areal, Wien (Projektplanung) | Geothermie, Wärme | Seichte Geothermie, Tiefsondenfeld | 0,0328 | 30 |
| Windpark Neusiedl a. See, Burgenland | Windkraft, Elektrizität | Onshore, Cluster, Ebene | 0,0472 | 21 |
| AT Musterrechnung | Biomasse, Wärme | Agrarisch, Mais (Biogas) | 0,1695 | 6 |
| Rankweil, Vorarlberg | Biomasse, Wärme | Forst, Hackschnitzel | 0,5680 | 2 |



Links between kWh/m²/a (E-consumption) and renewable E-generation



Vergleich: Flächeneffizienz, -konkurrenz, Umweltwirkungen

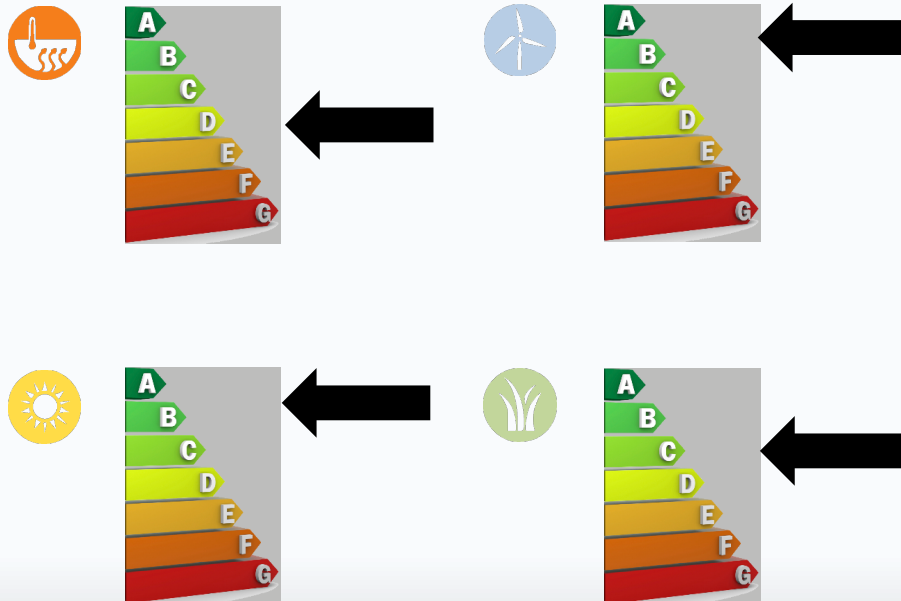
| Energieanlagentyp | m ² /kWh/a | Lageabhängigkeit d. Potenziale | Konkurrenzierung anderer Flächenfunktionen | Landschafts- oder Ortsbildeinfluss | CO ₂ | SO _x , NO _x , C _x H _y , CO, Staub |
|---|-----------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|-----------------|---|
| Geothermie, Wärme, Seichte Geothermie, Flach- oder Tiefkollektoren | mittel | gering | gering | gering | gering | gering |
| Windkraft, Elektrizität, Onshore, Cluster, Ebene | mittel | hoch | mittel | hoch | gering | gering |
| Windkraft, Elektrizität, Onshore, Einzelanlage, Ebene | gering | mittel | gering | gering | gering | gering |
| Windkraft, Elektrizität, Onshore, Reihe, Bergkamm | mittel | hoch | mittel | hoch | gering | gering |
| Solarenergie, Wärme, ST, Schrägdach-Anlage vollfl. | gering | gering | gering | mittel | gering | gering |
| Solarenergie, Wärme, ST, Flachdach-Anlage, aufgest. Kollektoren | gering | gering | mittel | gering | gering | gering |
| Solarenergie, Elektrizität, PV, mobiles Kleinstpaneel, vollflächig | gering | gering | gering | gering | gering | gering |
| Solarenergie, Elektrizität, PV, Freiflächenanlage, aufgest. Kollektoren | mittel | gering | mittel | hoch | gering | gering |
| Biomasse, Wärme, Agrarisch, Mais (Biogas) | hoch | mittel | hoch | gering | gering | mittel |
| Biomasse, Wärme, Forst, Hackschnitzel | hoch | mittel | gering | gering | gering | mittel |



Comparison: „overbuilt“ landuse and entire potential area

| Name der Energieanlage, Art, Lage Flächengrößen | Situation im Raum (Satellitenbild) | Name der Energieanlage, Art, Lage Flächengrößen | Situation im Raum (Satellitenbild) |
|--|--|---|---|
| Windpark Neusiedl Mastfundament u. Wartungsflächen, Zufahrtswege 4,4 ha Windparkfläche 785 ha Direkt: Potenzial=1:178 |  | Solarpark Oberzeiring, Steiermark Kollektorenflächen 2,1 ha Gesamte Solarparkfläche 4,8 ha Direkt: Potenzial=1:2,3 |  |
| Biomasse-KW Rankweil, Vorarlberg Kraftwerksgelände inkl. Hackschnitzel- Speicheranlagen 0,74 ha Waldfläche 568 ha Direkt: Potenzial=1:792 |  | Geothermie ATRIO Shopping center Villach, Kärnten Techn. Anlagenbauteile (Speicher, Steuerung) Fläche: k.A. Potenzialertragsfläche d. Erdreiches = Fundamentfläche 2,86 ha |  |
| Solarthermieanlage Messe Wels, Oberösterreich Kollektorenflächen 0,8 ha Gesamtfl. des Flachdaches 1,57 ha Direkt: Potenzial=1:1,96 |  | ZUSÄTZLICHE Flächeninanspruchnahmen: Windkraft, Geothermie, Solarenergie: keine Biomassen: Kraftwerksgelände, Lager, Speicher, Umwandlungsanlagen | |

Conclusion: Response Quality (m²/kWh/a) on the Research question



| | m ² /kWh/a |
|--|-----------------------|
| (Berchtold-Domig et al. 2015): | |
| E-Ertrag Holz, normaler Wald netto | 0,680 |
| Kurzumtrieb Pappel | 0,317 |
| Windkraft (ab 4 WKA, Annahme 8,6 ha je Anlage) | 0,014 |
| PV-Freifläche bzw. PV-Dachfläche (Annahme 60% Flächenverlust wegen Schattenwurf) | 0,023 |
| Grünland Gülle - Biogas | 4,155 |
| Energiemais - Biogas | 0,395 |
| (Stanzer, G. et al 2010): | |
| Kurzumtrieb, Pappeln | 0,142 |
| Biogas, Mais | 0,169 |
| Forst, Wald-Hackschnitzel | 0,568 |
| (Kaltschmitt et al. 2009, S. 182): | |
| Stroh | 0,639 |
| (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung 2010, S. 9): | |
| Biomasse-Anbau | 0,490 |
| Biomasse-Reststoffe | 0,740 |
| Geothermie | 0,020 |
| Windenergie | 0,070 |
| Photovoltaik | 0,060 |
| Solarthermie | 0,030 |
| Umgebungswärme | 0,030 |
| Erdwärmesonden | 0,110 |
| Abwasserwärme | 0,530 |
| Österr. Katalog-Records (Durchschnitte): | |
| Seichte Geothermie, Tief- oder Flachkollektoren | 0,025 |
| Windkraft, Cluster | 0,04 |
| Photovoltaik, Freiflächen- oder Dachanlage, aufgest. Kollektoren | 0,02 |
| Solarthermie, Freiflächen- oder Dachanlage, aufgest. Kollektoren | 0,01 |

Conclusion: Further development of the „catalogue“

- more samples needed
- Biomass and geothermal heat: requires more fundamental research on the (local) energy yield differences AND the assumptions out of the literature benchmarks
- Manifold options as open decision support tool are possible ...
- ... e.g., as open access database map for researchers
- ... and publications to reflect on its future properties.

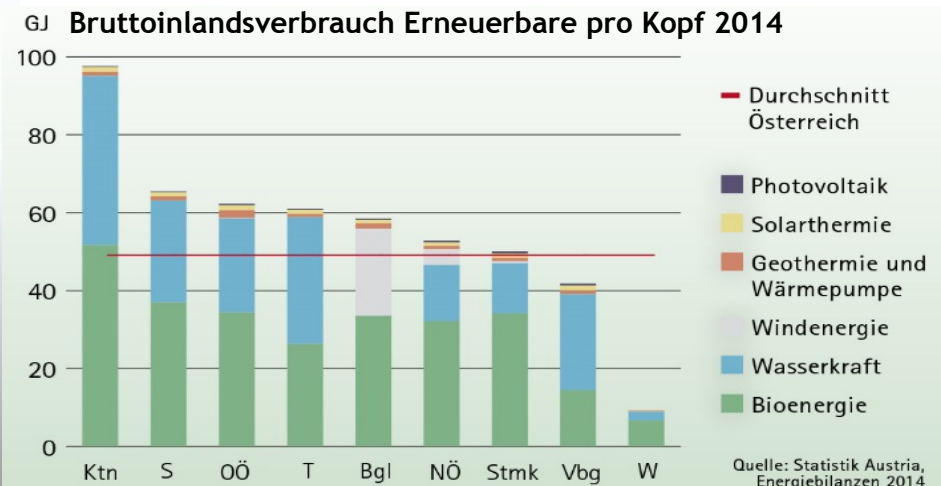
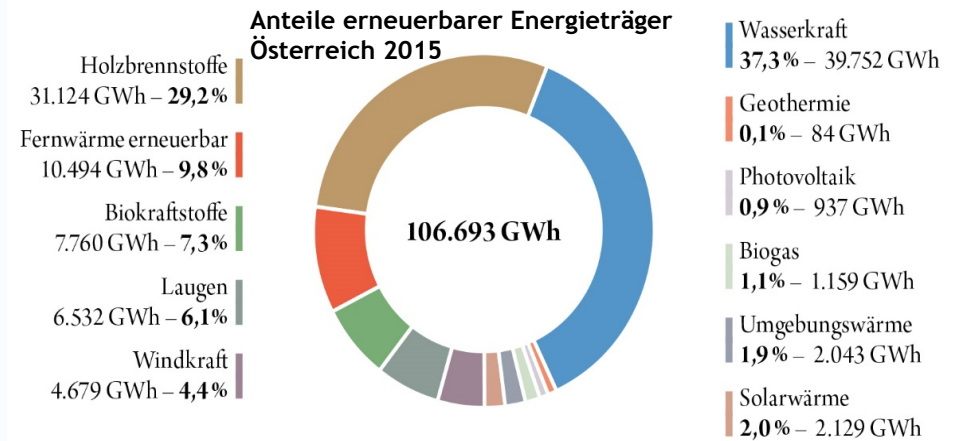


| | | Biomasse | | | | | | | Geothermie | | | |
|-------------------------------|---|--|-----------------|--------------------------|--|--|---------------------------|--|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--|
| | | Nachw. Forstwirtschaft, Hackbschnittel-Restnutzung | Hot-Kurzantrieb | Agri-sche Biomasse, Mais | Agri-sche Biomasse, Getreide und -schutt | Agri-sche Biomasse, Wirtschaftsdünger (Gülle aus Viehwirtschaft) | Agri-sche Biomasse, Stroh | Agri-sche Biomasse, nicht essb. Energie-korn | Tiefe hydro-thermale Geothermie | Seichte Geothermie (Tief-sonden) | Seichte Geothermie (Flachkollektoren) | |
| Kat.: Hoch-Gut | Räumliche Lagehomogenität der Potenzialflächen | gering | mittel | mittel | mittel | mittel | gering | gering | gering | sehr hoch | sehr hoch | |
| | Energieertrags-effizienz pro Fläche | gering | mittel | mittel | gering | gering | gering | mittel | gering | mittel | gering | |
| | Regelenergie-Fähigkeit der nachfrageorientierten Produktion (ohne Speicher) | sehr hoch | sehr hoch | sehr hoch | sehr hoch | sehr hoch | sehr hoch | sehr hoch | hoch | hoch | hoch | |
| | "Stufenlose" Skalierbarkeit der E-Produktionsanlagen-größen | gering | gering | gering | gering | gering | gering | gering | gering | hoch | hoch | |
| Kat.: Hoch-Schlecht | BROI [1] | gering | mittel | mittel | gering | gering | gering | mittel | sehr hoch | hoch | hoch | |
| | Flächenkonkurrenz zu anderen Nutzungen als der Energieertragsfunktion | keine | sehr hoch | sehr hoch | keine | keine | keine | keine | keine | gering | mittel | |
| | CO2 Emissionen der Energieerzeugung | keine | keine | keine | keine | keine | keine | keine | keine | keine | keine | |
| | Feinstaub-Emissionen der Energieerzeugung | gering | gering | gering | gering | gering | gering | gering | keine | keine | keine | |
| Systemgrenzen-aspekte | SOx Emissionen der Energieerzeugung | gering | gering | gering | gering | gering | gering | gering | keine | keine | keine | |
| | Visuelle Umwelt-Veränderung durch die Produktionsanlage | mittel | mittel | mittel | mittel | mittel | mittel | mittel | gering | keine | keine | |
| | Verfügungsanteil innerhalb der Angebots- und Nachfrage-Systemgrenze; Ratinggewicht: 3 | gering | gering | gering | gering | gering | gering | gering | gering | mittel | mittel | |
| | Lageunabhängiger E-Träger-Score | 25 | 32 | 32 | 25 | 25 | 25 | 26 | 27 | 30 | 28 | |
| Lageabhängiger E-Träger-Score | 30 | 32 | 32 | 31 | 31 | 30 | 31 | 33 | 35 | 35 | | |
| TOTAL | 35 | 34 | 34 | 36 | 36 | 35 | 37 | 40 | 48 | 46 | | |



Conclusion: *Additional* E-Potentials in AT?

- Clearly „underused“: geothermal heat and solar energy
- Serial implementation of huge energy plants, but with integrated spatial energy planning?
- **Almost exploited**: wind power, Biomass
- Additional biomass potentials only by system boundary research
- Wind Power: Repowering, redensification, national concept
- **Multi-Layer-Energy-Generation!**



Conclusions: *Between* urban and rural areas ...

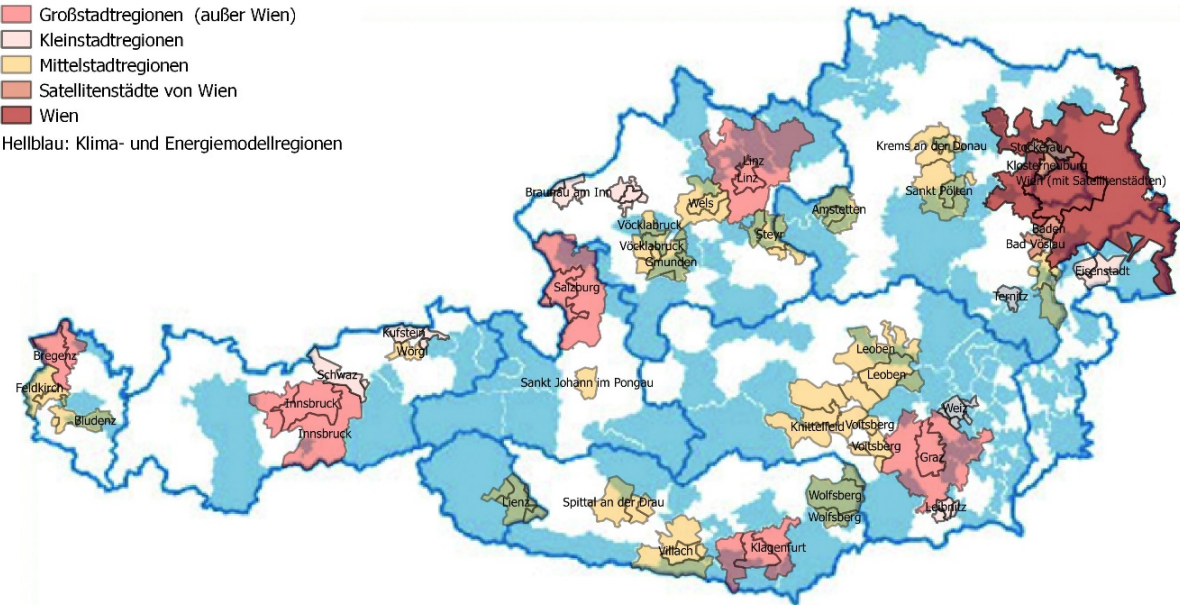
- define new energy alliances
- explain the *successes* of regional decision-making processes in terms of social science AND energy technology in a repeatable way
- Establish regional energy spatial plans

Stadtregionen und KEM-Regionen

Stadtregionen-Typen

- Großstadtregionen (außer Wien)
- Kleinstadtregionen
- Mittelstadtregionen
- Satellitenstädte von Wien
- Wien

Hellblau: Klima- und Energiemodellregionen



Quellen:
Stadtregions-Typologie und Abgrenzung: Statistik Austria 2016
Klima- und Energiemodellregionen: Klima- und Energiefonds 2016
QGIS-Bearbeitung: ERP_hoch3 Team



Create integrated regional & spatial energy plans!

But take care for responsibility and roles of leadership or „just“ cooperation

Rollen in der Kooperation zu Produkten des regionalen Energieraumplanes:

X Federführung und Hauptverantwortung

(X) Kontrolle, Mitarbeit

| Kooperationsprodukt | Land | Region | Gemeinden |
|--|----------|----------|-----------|
| Potenzialkarten: Biomassen und Biogas, Windkraft, Solarthermie, Photovoltaik, Wasserkraft, Abwärme, Geothermie | <u>X</u> | (X) | (X) |
| Status quo des Energiesystems: Kraftwerke (Leistungen und Energiemengen pro Jahr), Lage und Zustand von Netzen | <u>X</u> | (X) | |
| Potenzialstudie „virtuelles regionales Kraftwerk“ | <u>X</u> | (X) | |
| Regionaler Energieraumplan, mit IST- und SOLL -Inhalten zu Energiebedarfen, Anteil der erneuerbaren Energieversorgung und Mobilitätsaspekten | | <u>X</u> | (X) |
| Detail-Potenzialkarten: Geothermie, Solarenergie, HWB-Einsparungen, Thermische Sanierungen, Nachverdichtungen | | (X) | <u>X</u> |
| Kooperationsvertrag zur Priorisierung der Umsetzungs- und Maßnahmenschritte inkl. „Wartungsdesign“ des regionalen Energieraumplanes | (X) | <u>X</u> | (X) |
| Bewertung der Auswirkungen des regionalen Energieraumplans auf die Energiestrategie des Bundeslandes und auf Ziele internationaler Klimaschutz-Vereinbarungen | <u>X</u> | | |



Now: Discussion & questions!

- Which spatial-energy related planning policies are active in Kosovo?
- What is their steering mechanism and their binding quality- and on which level (national, regional, municipalities, settlements)?
- What do the (UBT) planning and energy experts think of *improving* the policies in the future?
- Is there a strong awareness for “energy” (also compared to other “daily life” topics) among non-experts and in the civil society?



Thanks!

Hartmut Dumke, Dipl.-Ing. Dr. Techn.

*TU Wien, Institute for Spatial Planning, Research Unit Regional Planning
and Regional Development*

A-1090 Wien, Augasse 2-6, 2nd floor, section B

t: +431-58801-280705, + 43-6991-9230-252

e: hartmut.dumke@tuwien.ac.at

<https://region.tuwien.ac.at>



Sources

- [4, 5]: Eurostat (2013): Anteil an erneuerbaren Energien in den EU-Mitgliedstaaten, 2013. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6734517/8-10032015-AP-DE.pdf/18a48a8b-84cd-4960-9d25-e97c94b4a4b5>, zuletzt geprüft am 02.01.2014.
- [7]: Department für Raumplanung (2013): ENUR - Energie im urbanen Raum. TU Wien. Online verfügbar unter <http://enur.project.tuwien.ac.at/>, zuletzt geprüft am 25.01.2014.
- [8]: Narodoslawsky, Michael; Krotscheck, Christian (2013): The Sustainable Process Index. Online verfügbar unter <http://spionweb.tugraz.at/en/spi>, zuletzt geprüft am 25.06.2015.
- [17]: Mertens, K. (2015): Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis: Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=EDZHCgAAQBAJ.20>: ig windkraft 2017b
- [29]: Berchtold-Domig, Markus; Geitner, Clemens; Hastik, Richard; Meusbürger, Phillip; Steurer, Peter (2015): Musterhektar. Online verfügbar unter http://www.recharge-green.eu/wp-content/uploads/2012/12/15-03-11_recharge-green_Musterhektare-booklet150.pdf, zuletzt geprüft am 01.07.2017; Stanzer, G. et al (2010): RegioEnergy. Online verfügbar unter http://regioenergy.oir.at/sites/regioenergy.oir.at/files/uploads/pdf/REGIO-Energy_Endbericht_201013_korr_Strom_Waerme.pdf, zuletzt geprüft am 25.09.2013; , Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H. (2009): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren: Springer. Online verfügbar unter <https://books.google.at/books?id=QpMM93jkficC>; , Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2010): Genügend Raum für den Ausbau erneuerbarer Energien? Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BerichteKompakt/2010/DL_13_2010.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt aktualisiert am 12.07.2013, zuletzt geprüft am 10.06.2016.
- [31]: Biermayer, Peter (2016): Erneuerbare Energie in Zahlen 2016. Entwicklung in Österreich Datenbasis 2015. Hg. v. BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. TU Wien; e-think. Online verfügbar unter file:///C:/Users/dumke/browser_downloads/Erneuerbare%20Energie%20in%20Zahlen%202016%20auf%20datenbasis%202015.pdf, zuletzt geprüft am 04.10.2017; Pfmeter, Christoph; Kahr, Stefanie; Liptay, Peter (Hg.) (2016): Bioenergie Atlas Österreich. Österreichischer Biomasse-Verband; Österreich. Wien: Österreichischer Biomasse-Verband (Klimaaktiv), zuletzt geprüft am 17.03.2017.
- [32]: Klima- und Energiefonds (2017): Klima- und Energiemodellregionen, Online verfügbar unter <https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/>, zuletzt geprüft am 01.03.2017
- Alle anderen Folien: Eigene Darstellung, Daten, Grafiken



Geothermie: Flächenkonkurrenzen

Konkurrenzgrad:

| | | | | |
|-------|--------|-------------|--------|------|
| keine | gering | indifferent | mittel | hoch |
|-------|--------|-------------|--------|------|

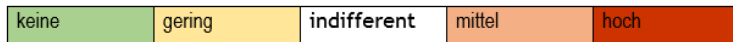
Indifferent = Der Konkurrenzgrad kann verschiedene Ausprägungen (von „kein“ bis „hoch“) einnehmen

| Ern. Energieart und Endenergieform | Wohnfunktion | Orts- und Landschaftsbildfunktion | Naherholungsfunktion | Großräumige Tourismusfunktion | Sachgüter- und Dienstleistungsfunktion | Nahrungsmittelproduktion | Andere erneuerbare Energieproduktion |
|---|---|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|--|---|--------------------------------------|
| Seichte Geothermie, Flachkollektoren, Wärme | Kollektorenflächen: Überbaubarkeit kritisch | keine | keine | keine | Oberirdische Kraftwerksbauteile | gering (Ertragsminderung durch Wärmeentzug möglich) | keine |
| Seichte Geothermie, Tiefsonden, Wärme | Gebäudeintegriert/ unter Gebäuden | keine | keine | keine | Oberirdische Kraftwerksbauteile | keine | keine |
| Tiefe hydrothermale Geothermie, Wärme | Kraftwerksgelände | Oberirdische Kraftwerksbauteile | keine | keine | Kraftwerksgelände | keine | |



Solarenergie: Flächenkonkurrenzen

Konkurrenzgrad:



Indifferent = Der Konkurrenzgrad kann verschiedene Ausprägungen (von „keine“ bis „hoch“) einnehmen

| Ern. Energieart und Endenergieform | Wohnfunktion | Orts- und Landschaftsbildfunktion | Naherholungsfunktion | Großräumige Tourismusfunktion | Sachgüter- und Dienstleistungsfunktion | Nahrungsmittelproduktion | Andere erneuerbare Energieproduktion |
|---|--------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| Gebäudeintegrierte Photovoltaik oder Solarthermie | keine | Ortsbildbeeinflussung abhängig von Sichtbarkeit der Kollektoren | keine | keine | keine | keine (weil nicht auf Lebensmittel-Ertragsböden) | keine |
| Photovoltaik- oder Solarthermiekraftwerke, Freiland, aufgeständerte Kollektoren | keine (weil nicht auf Bauland) | deutliche visuelle Veränderung des Landschaftsbildes | Nach Größe der Anlage kann Konkurrenz entstehen | Nach Größe der Anlage kann Konkurrenz entstehen | keine (weil nicht auf Betriebsgebieten) | Ertragsminderung bis Verlust der Funktion | abhängig davon, mit was kombiniert wird (zu Windkraft und Biomasse: Konkurrenz, zu Geothermie: keine Konkurrenz) |



Windkraft: Flächenkonkurrenzen

Konkurrenzgrad:

| | | | | |
|-------|--------|-------------|--------|------|
| keine | gering | indifferent | mittel | hoch |
|-------|--------|-------------|--------|------|

Indifferent = Der Konkurrenzgrad kann verschiedene Ausprägungen (von „kein“ bis „hoch“) einnehmen

| Ern. Energieart und Endenergieform | Wohnfunktion | Orts- und Landschaftsbildfunktion | Naherholungsfunktion | Großräumige Tourismusfunktion | Sachgüter- und Dienstleistungsfunktion | Nahrungsmittelproduktion | Andere erneuerbare Energieproduktion |
|---|--------------------------------|--|----------------------|--|---|--|--|
| Windpark, Cluster im Frei- und Grünland | keine (weil nicht auf Bauland) | starke visuelle Veränderung des Landschaftsbildes | keine | abhängig von Tourismus-Qualität und Entfernung zwischen Funktion und Windpark | keine (weil nicht auf Betriebsgebieten) | gering (nur auf versiegelten Anteilen) | gering (nur auf versiegelten Anteilen) |
| Windpark, Reihe im Frei- und Grünland | keine (weil nicht auf Bauland) | deutliche visuelle Veränderung des Landschaftsbildes | keine | Abhängig von Tourismus-Qualität und Entfernung zwischen Funktion und WKA-Reihe | keine (weil nicht auf Betriebsgebieten) | gering (nur auf versiegelten Anteilen) | gering (nur auf versiegelten Anteilen) |
| Einzel-Windkraftanlage im Frei- und Grünland | keine (weil nicht auf Bauland) | geringe visuelle Veränderung des Landschaftsbildes | keine | keine | keine (weil nicht auf Betriebsgebieten) | gering (nur auf versiegelten Anteilen) | gering (nur auf versiegelten Anteilen) |
| Windkraftanlagen in Industriegebieten oder an Straßen | keine (weil nicht auf Bauland) | keine | keine | keine | gering (nur auf versiegelten Anteilen) | keine | keine |



Biomasse: Flächenkonkurrenzen

Konkurrenzgrad:

| | | | | |
|-------|--------|-------------|--------|------|
| keine | gering | indifferent | mittel | hoch |
|-------|--------|-------------|--------|------|

Indifferent = Der Konkurrenzgrad kann verschiedene Ausprägungen (von „kein“ bis „hoch“) einnehmen







| Ern. Energieart und Endenergieform | Wohnfunktion | Orts- und Landschaftsbildfunktion | Naherholungsfunktion | Großräumige Tourismusfunktion | Sachgüter- und Dienstleistungsfunktion | Nahrungsmittelproduktion | Andere erneuerbare Energieproduktion |
|--|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|---|--|
| Forst, Hackschnitzel, Wärme | Keine, Nicht lageident | Keine funktionale Beeinflussung | Gering ("Ausräumung") | Keine funktionale Beeinflussung | Keine, bei aussch. Verwertung minderw. Anteile | Keine (weil nicht lageident) | Bei Kombination mit Windkraft |
| Kurzumtrieb, Agrarisch, Pappeln, Wärme | Keine, Nicht lageident | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine, Nicht lageident | hoch | Bei Kombination mit Windkraft u/o Solarenergie |
| Agrarisch, Bioethanol, Treibstoff (Annahme: Rohstoff Weizen und Zuckerrüben) | Keine, Nicht lageident | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine, Nicht lageident | hoch | Bei Kombination mit Windkraft u/o Solarenergie |
| Agrarisch, Stroh, Wärme | Keine, Nicht lageident | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Stroh ist auch als Streu oder Tierfutter einsetzbar | Stroh ist auch als Streu oder Tierfutter einsetzbar | Bei Kombination mit Windkraft u/o Solarenergie |
| Agrarisch, Mais (Biogas), Wärme | Keine, Nicht lageident | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine funktionale Beeinflussung | Keine, Nicht lageident | hoch | Bei Kombination mit Windkraft u/o Solarenergie |

Conclusions: „Positioning“ of the catalogue

| „Steuerungshebel“ der Stadt- und Raumplanung | Steuerungsebenen | | |
|--|---|---|---|
| | Gemeinde | Region | Bundesland |
| Eigenschaften des „Gebäudeparks“ | Instrument: Baugenehmigung Aktivität: Bauberatung | Aktivität: Bewusstseinsbildung | Instrument: Wohnbauförderung, Bauordnung |
| Siedlungsstruktur, Funktionsmix, Dichte | Instrument: Quartiersentwicklungskonzept (Dichte, Erdgeschoßnutzungen, zentrale und dezentrale Versorgungs-Infrastrukturen) Instrument: Energie-Layer im örtlichen Entwicklungskonzept | Aktivität: Interkommunale Abstimmungen zu Betriebsstandort-Entscheidungen | Instrument: Betriebsstandorte-Reglements in Raumordnungsgesetzen |
| Erneuerbare Energiepotenziale | Empirische Erkenntnisse aus dem „Katalog der Flächenbedarfe erneuerbarer Energieanlagen“: | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • m²/kWh/a • Flächenkonkurrenzen & Umweltwirkungen | | |
| | Instrument: Energie-Layer im örtlichen Entwicklungskonzept Aktivität: IST und SOLL für Quartiere und Landschaftseinheiten definieren | Instrument: Energie-Layer im regionalen Entwicklungskonzept Aktivität: Flächenmanagement und Gemeindetypisierung | Instrument: Vorrang- und Ausschluss Zonen (überörtliches Sachkonzept) Aktivität: Grundlagenforschung, Potenzialkartierungen, open Data |
| Mobilitätsinfrastruktur | Instrument: Kommunales Mobilitätskonzept (Lokaler ÖV, Mikro ÖV, Rad- und Fussverkehrsangebote incl. Walkability & Bikeability ¹), Energie-Layer im örtlichen Entwicklungskonzept | Aktivität: Interkommunale Abstimmungen zum Regional- und Alltags-ÖV, und zu gemeindeübergreifenden Radwegen | |
| Mobilitätsmanagement | Instrument: Kommunales Mobilitätskonzept | Aktivität: Bewusstseinsbildung | Instrumente: Tarifgestaltung, Stellplatzverordnungen |
| Energiestrategien | Instrument: E5 (überall), EKKO (Bgld), EGEM (OÖ), 2000 W Gemeinde, ... | Instrument: E5 für Regionen | Instrument: Energiestrategie des Bundeslandes |



Energieraumplanung im „regionalen Steuerungsvakuum“

| | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|--|
| Beschluebene Bundesland | Raumordnungs- gesetz | Landeskonzepte (Energie- Zukunft, Mobili- tt, Klimaschutz) | Frderungen: Wohnbau, Sanierungen, Produktion erneuerbarer Energien | | | |
| Beschluebene Region, Themen- u. Gemeinde- bergreifend | | Regionale E-konzepte, Smart regions, Mobilitts- konzepte | | | | Etablierungs v. Regionalentwick- lungsmanage- ments, u. Inter- essensverbnden |
| Beschluebene Stadt, Gemeinde | Flchenwid- mungs- u. Bebauungs- plne, rtl. Entwickl.konzept | Kommunale Energieleitbilder, -konzepte, -de- klarationen | PPP Vertrge, Bodenfonds | Investoren- Wettbewerbe, Nutzungsvertr- ge, Grund- stcksaufschlie- ung | Master- und Stadtentwick- lungsplne, Wr- menetzbetrieb, (erneuerbare) E-produktion | Etablierung von Beratungsste- llen, Gebiets- betreuungen, Mobilitts- zentralen |
| <i>Wirkungsebene und -art</i> | Regulativ  | Kommunikativ, Bewutseinsbildend  | Finanzierend  | Marktaktivierend  | Standortent- wickelnd  | Prozesse steuernd  |