

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Klares Ziel ist die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern. Der Energieträger muss dabei in Zukunft v.a. der Strom sein.

Bei der Nutzung von Sonnenenergie, Windenergie und Bioenergien gibt es unterschiedliche Verfahren der Gewinnung, der Umwandlung, des Transports, der Speicherung und der Nutzung beim Endverbraucher.

Im Vortrag wird u.a. auf den Flächenbedarf, die Effizienz und die Umwelteinflüsse der unterschiedlichen Verfahren eingegangen.

Wo steht Bayern, was muss dringend getan werden?

5. Mai 2022

Referenten: Dr. Karl-Peter Frohmader, Heinz Horbaschek

Eine Kooperationsveranstaltung zwischen Bund Naturschutz Kreisgruppe Erlangen und dem EnergiewendeER(H)langen e.V.

Motivation und Zitate aus Arbeiten des BN-Landesarbeitskreis Energie und Klima LAKEK

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Grundsätzliches zur Bereitstellung von Energie für Wärme und Antrieb

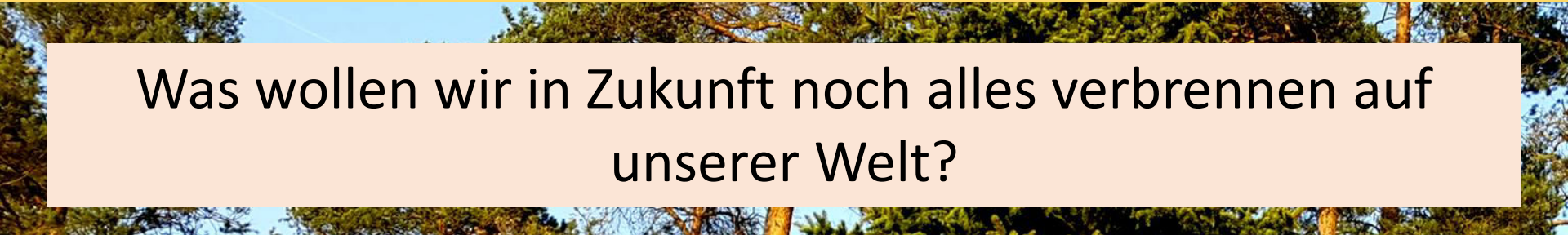
Zustand seit der Steinzeit:

Energiebereitstellung aus Brennstoffen mit Feuer als zwingendem Umwandlungsprozess

Einzige wesentliche Neuerung: 1769 Erfindung der Dampfmaschine. Aus Feuer kann jetzt mechanische Arbeit gewonnen werden.

Brennstoffe sind bis heute maßgeblich die Basis – und damit das Feuer der zwingende Umwandlungsprozess

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung



Was wollen wir in Zukunft noch alles verbrennen auf unserer Welt?

Fossile fallen weg, sie erzeugen CO_2 und sind endlich.

Holz – Nutzung heute schon überspannt und außerdem: Weder sauber, noch CO_2 frei, noch ökologisch, extrem ineffizient in der Flächennutzung.

Biogas – deutlich absteigend, die Gewinnung aus NawaRos keine Lösung: unökologisch, sehr ineffizient in der Flächennutzung

grundsätzlich bei Thermodynamik: Verbrennung hat große Irreversibilität, d.h. großer „Wertverlust“ (Entropieerzeugung)

Fazit:

Wir müssen das Feuerzeitalter verlassen!

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Alternativen für die Zukunft

Die sinnvollen EE liefern Strom direkt ohne weitere Umwandlungsprozesse!

Strom wird zur Basisenergie

Diese Basisenergie muss möglichst direkt genutzt werden.

Mechanische Arbeit aus Strom wie E- Antrieben aller Art

Wärme aus Strom – Umbau in der Industrie notwendig

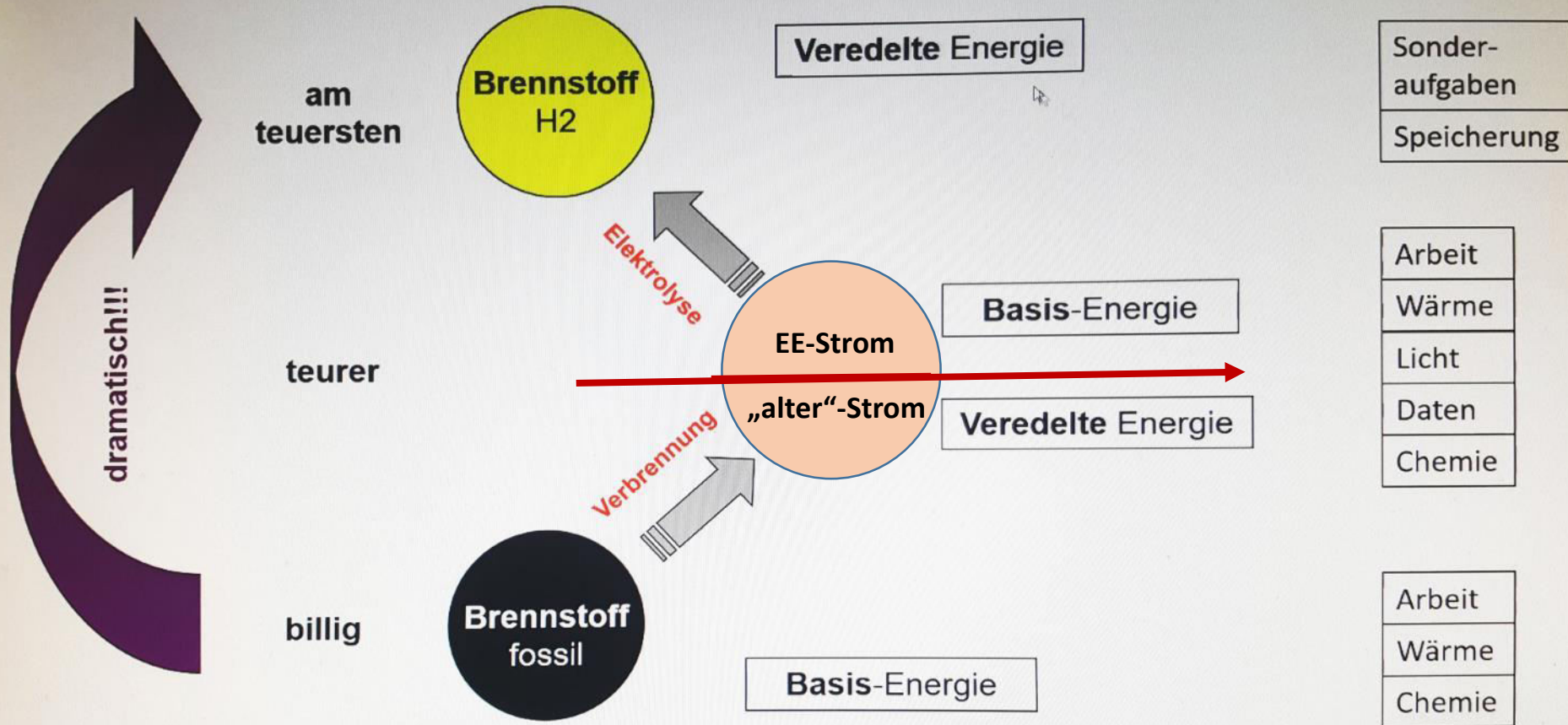
Der Umweg über Brennstoffe wie H₂, Synthetisches Methan, E-Fuels verursacht

- zusätzliche Verluste
- zusätzliche Anlagentechnik

Daher: Einsatz von Brennstoffen in der Zukunft nur, wenn es direkt mit Strom absolut nicht geht!

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Gesamtsituation Energieträger



Martin Schütze, Energiewende - Steinzeit

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Kriterien für zukünftige Techniken:

- **Ökonomische Effizienz**
- **CO₂ Bewertung, Potential zur CO₂ - Freiheit**
- **Technische Effizienz**
- **Flächeneffizienz**
- **Ökologische Aspekte**
- **Umweltschutz für Mensch und Tier**

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Biomasse und Energie

Abkehr von Öl und Gas klar

Ökonomische Effizienz der energetischen Nutzung von Holz:

- Fehlende Kompensation der übermäßigen Holzentnahme verursacht hohe Folgekosten durch reduzierte CO₂ –Speicherung im Waldboden
- Ernte erfolgt mit Einsatz von anderen, wertvolleren fossilen Energien
- Hohe Erntekosten in Deutschland führen zu immer größeren Importen
- Die Ablenkung durch das überbewertete Energieerzeugungspotential lenkt von sinnvollen Investitionen ab

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Biomasse und Energie

CO₂ Bewertung, Potential zur CO₂ - Reduktion:

- CO₂ -Neutralität ist ein Wunschdenken, global absolut nicht gegeben
- Verbrennung von humusbildenden Pflanzenteilen reduziert CO₂- Speicherung
- höchste CO₂ - Emission pro kWh von allen fossilen Energieträgern

Brennholz aus z.B. alten „Urwald“-Beständen in Rumänien u. vielen anderen Ländern ist die Regel, siehe auch nebenstehenden Greenpeace Artikel oder gleichlautende TV-Berichte

Waldzerstörung in Rumänien

KAHLSCHLAG FÜR PROFIT

In Rumänien verschwinden jede Stunde drei Hektar Wald – Teile der letzten verbliebenen Urwälder Europas.
Mitverantwortlich für den Kahlschlag ist eine österreichische Firma.



Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

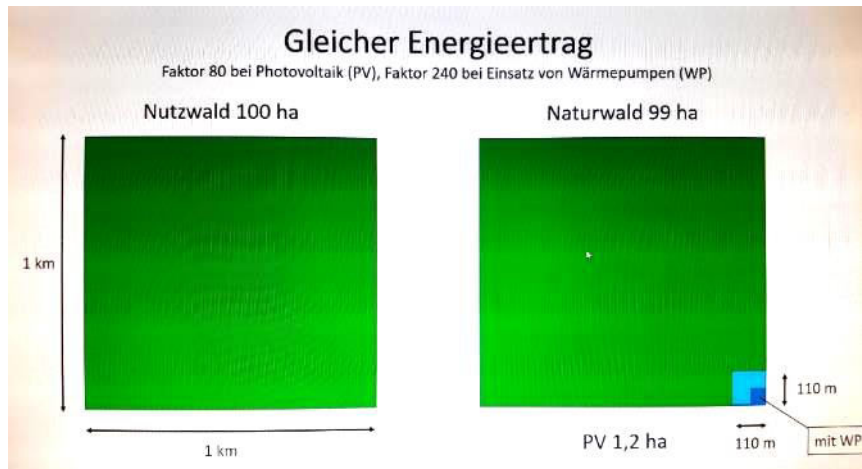
Biomasse und Energie

Technische Effizienz

- Ausnutzung des Energieinhaltes der Biomasse Holz bei Einzelöfen und z.T. bei Heizwerken unzureichend!
- Sehr schlechte Energienutzung bei feuchter Biomasse
- Effizienz nur bei Pellets Anlagen akzeptabel

Flächeneffizienz

- Sehr schlecht, wie im Folgendem detailliert dargestellt wird!



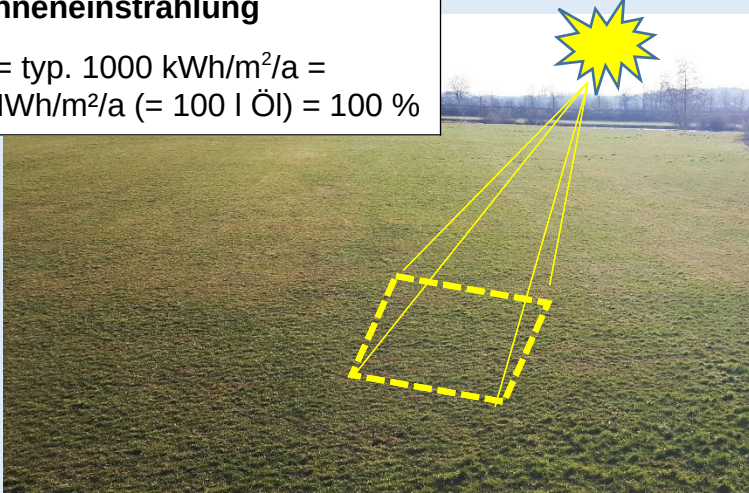
grundsätzlich gilt dabei

**Photovoltaik schlägt
Photosynthese haushoch!**

Regenerative Energiequellen und Verbraucher

Sonneneinstrahlung

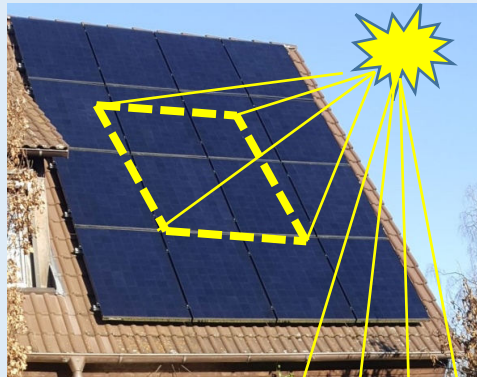
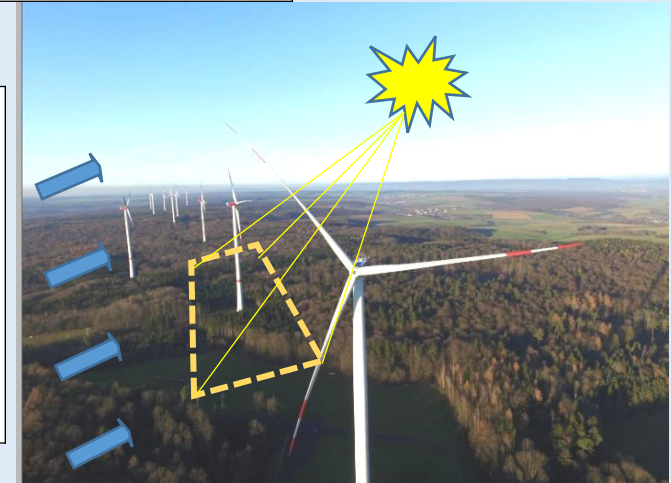
$E_s = \text{typ. } 1000 \text{ kWh/m}^2/\text{a} =$
 $1 \text{ MWh/m}^2/\text{a} (= 100 \text{ l } \ddot{\text{O}}\text{l}) = 100 \%$



Wind

$$\eta = E_w/E_s = 5\%$$

mit $E_w =$
 flächenspezifischer Wind-
 Stromertrag (bezogen auf
 die nötige Abstandsfläche
 der WEA) in $\text{kWh/m}^2/\text{a}$



PV- Dach

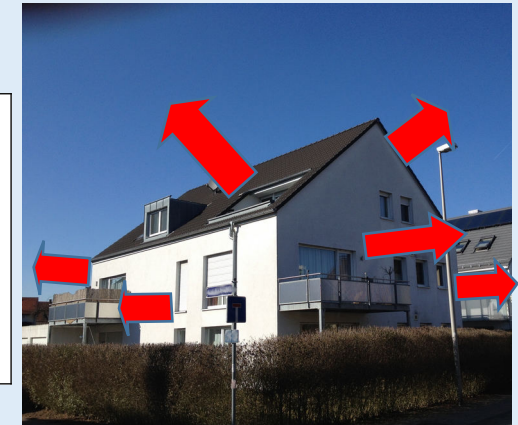
$$\eta = E_D/E_s = 17\%$$

mit $E_D =$
 flächenspezifischer PV-
 Stromertrag in $\text{kWh/m}^2/\text{a}$

Hauswärmeverluste

E_H/a typisch „in Öl“:

EFH = 200 bis >5000 l öl/a
 bzw. m^3 Erdgas/a =
 = 2000 bis >50.000 kWh/a



PV- Freifläche

$$\eta = E_F/E_s = 7\%$$

mit $E_F =$ flächenspezifischer
 PV-Stromertrag in $\text{kWh/m}^2/\text{a}$



mech. Antriebsenergie

e-Auto ($\eta = 75 \%$)

$E_A = 20 \text{ kWh}/100 \text{ km}$

Verbrenner ($\eta = 21,4 \%$)

7 l/100 km = 70 kWh/100 km

mechanische Antriebsenergie 15 kWh/100 km

Wirkungsgrade und Solarstrahlungs-Einfang-Flächenbedarf für Aktivitäten mit regenerativer Energie

1) Regenerative (PKW-)Mobilität („sun-to-wheel“)

	Wirkungsgrad %	Für 10.000 km/a	Ergänzende Nutzung
1.1) PV-Dach => Akku => E-Motor:	12,7	11,8 m ²	(U.U Kombi-WP-Kollektor)
1.2) PV-Freifläche => Akku => E-Motor:	5,3	29 m ²	auf > 95 % z.B. „Agri-PV“
1.3) Windpark => Akku => E-Motor:	3,8	40 m ²	auf > 90 % frei
1.4) PV-Freifläche => Elektroly. => Kompr. => Brennst.zelle => E-Motor:	2,4	64 m ²	auf > 95 % z.B. „Agri-PV“
1.5) PV-Freifläche => Elektroly. => LOHC => Kompr. => Brennst.zelle => E-Motor:	1,65	91 m ²	auf > 95 % z.B. „Agri-PV“
1.6) PV-Freifläche => Elektroly. => E-Fuel => Verbrennungs-Motor:	0,82	182 m ²	auf > 95 % z.B. „Agri-PV“
1.7) Biogas => „synthetisches Fuel“ => Verbrennungs-Motor:	0,11	1400 m ²	<u>Nichts</u> anderes möglich

2) Regeneratives Heizen („sun-to-heat“)

		Für 10.000 kWh/a (= 1000 l Öl/a!)	
2.1) PV-Dach => Akku => el. Wärmepumpe (WP)	45	22 m ²	(U.U. Kombi-WP-Kollektor)
2.2) Windpark => Akku => el. Direktheizung	4,2	239 m ²	auf > 95 % z.B. „Agri-PV“
2.3) Windpark => Elektroly. => Kompr.. => H ₂ -Brennwertheizung	3,1	319 m ²	auf > 90 % frei
2.4) PV-Freifläche => Elektroly. => CO ₂ -Einfang => CH ₄ -Herstell. => Gas-Brennw.-Heizung	2,8	358 m ²	auf > 90 % frei
2.5) Biogas => Gasheizung	0,44	2.273 m ²	<u>Nichts</u> anderes möglich
2.6) Biomasse (Holz) incl. „Ernteaufwand“ => Pelletherstellung => Pelletheizung	0,19	5.244 m ²	z.B. Windenergie-Anlagen
2.7) Biomasse (Holz) incl. „Ernteaufwand“ => Scheitholzheizung	0,15	6.858 m ²	z.B. Windenergie-Anlagen
2.8) Biomasse (Holz) incl. „Ernteaufwand“ => Kamin-Holzheizung	0,04	23.461 m ²	z.B. Windenergie-Anlagen

3) Speicherung regenerativen Stroms („sun-to-electricity“)

		Für 1.000 kWh/a (= 1MWh/a)	
3.1) PV-Freifläche => Akku	6,2 (88 %)	16 m ²	Riesige Li-Mengen nötig!
3.2) PV-Freifläche => Elektroly. => Kompr. => Kavernenspeicher im Salzstock => Brennstoffz.	2,6 (36,7 %)	39 m ²	Geeignete Salzstöcke?
3.3) PV-Freifläche => Elektroly. => LOHC => Kompr. => Brennstoffz.	2,0 (28,6 %)	50 m ²	Ähnlich (Groß-)Öltanklagern
3.4) PV-Freifläche => Hochtemp.Salzspeicher => Dampfkraftwerk =>	1,39 (27,8 %)	72 m ²	Speicherung nur für Tage!
3.5) PV-Freifläche => Pumpspeicherkraftwerk (z.B. mit Höhendifferenz 200m)	5,25 (75 %)	19 m ²	0,15 % d. Akku-kWh-Dichte!
3.6) Biogas => Druckspeichern in Untertage-Kavernen (wie Erdgas) => Gas-Kraftwerk	0,19	531 m ²	Riesige Anbauflächen nötig!

„Bayern regenerativ“

Aktuell: Endenergiebedarf (2018): 400 TWh/a. El. Strom 74 TWh/a (18,5 %), regenerativ: 45,97 TWh/a (11,5 %).

TUM/ZAE-Studie: „100 % regenerative Energien für Bayern“ *

Prämissen: Etwa „**Halbierung**“ des bisherigen (End-)Energiebedarfs (auf ca. 200 TWh/a), gleichzeitig etwa „**Verdopplung**“ der **Stromproduktion** auf **165,25 TWh/a**. Vornehmlich aus PV und Wind.
Grund: Weil letztlich im „regenerativen Zeitalter“ fast alles „elektrisch“ wird.

Strom: Insgesamt aus **PV (68,4 TWh/a)**, **Wind (80,0 TWh/a)**, **Laufwasser (11,8 TWh/a)**, **KWK (5,0 TWh/a)**.
+ Andere Energien: (feste) **Biomasse (Holz)** (maximal 24,8 TWh/a Heizwert)**.

** Braucht den Ertrag aus bis zu 1 Mio. ha Wald (40 % der bayerischen Waldfläche)!. Soll wegen ihrer Begrenztheit und der geringen Wirkungsgrade der Kleinf Feuerungsanlagen nicht mehr auf „Gebäudeebene“ (bedeutet: für Heizungen) verwendet werden, sondern nur noch für Hochtemperatur-Industrieprozesse und Groß-KWK! =>

Problem bei thermischer Holznutzung: Begrenzte Holzmenge und sehr viel Feinstaub bei der Verbrennung!

Fall A): TUM/ZAE-Studie “Basis“-Scenario: Import (26,5 TWh/a) u. Export (27,8 TWh/a)
von/in Nachbarländer (Bundesländer, Österreich, Tschechien)

Batteriekapazität: 105,53 GWh (= nur 1/4 des mittleren Energie-Bedarfs pro Tag, reicht also nur ca. 8 h)

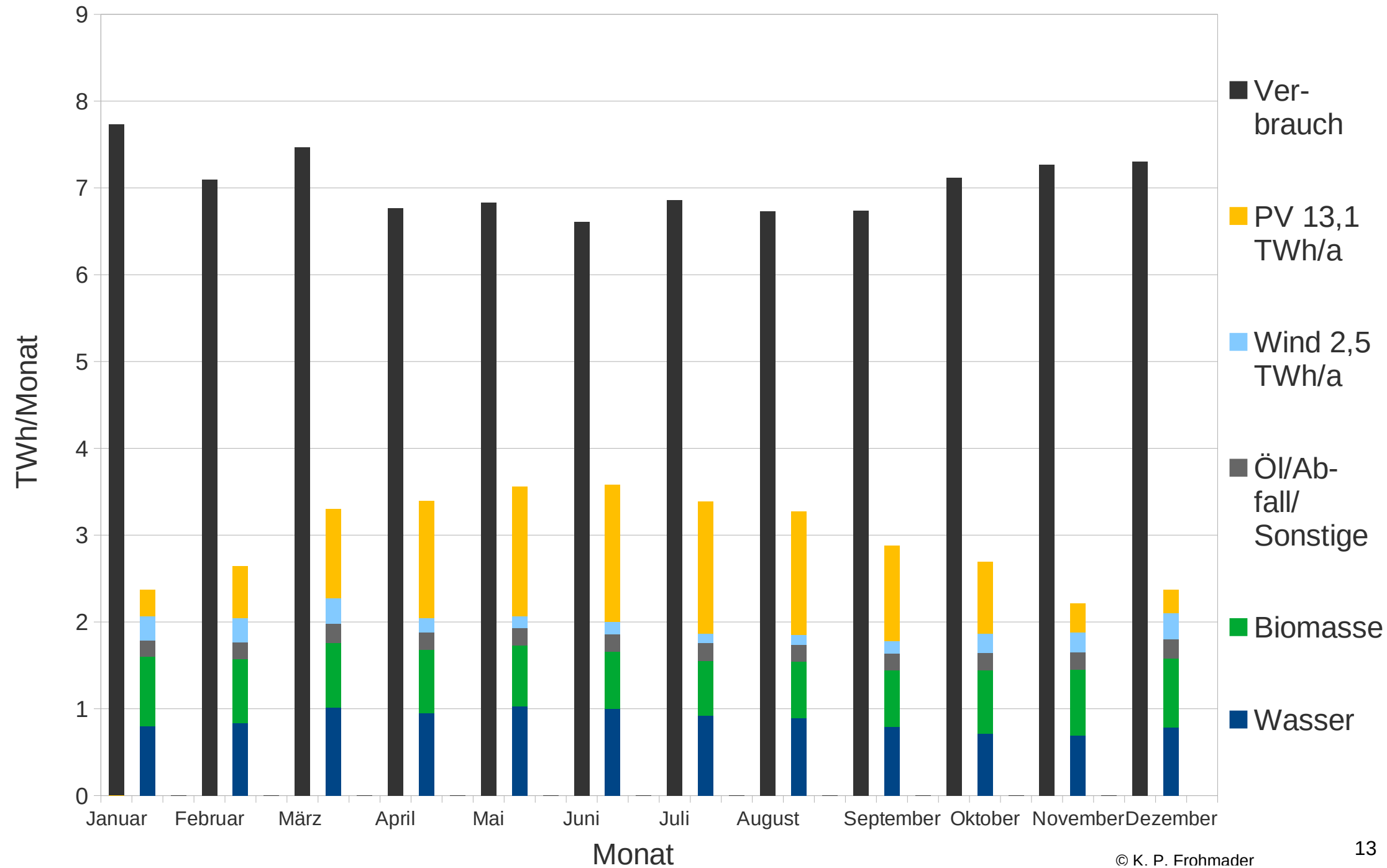
PV: 68,4 TWh/a – aktuelle PV-Erträge (2020) 13,1 TWh/a => zusätzlich **55,3 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests => (zusätzliche) **Freiflächen-Anlagen** => 79.000 ha (**1,12 % der Fläche By**).

Wind: 80 TWh/a – aktuelle Winderträge 4,6 TWh/a (2020) => zusätzlich **75,4 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests => Z.B. aus **6280 Windkraftanlagen** mit je 6 MW und 2000 Volllaststunden =>
=> Windkraftanlagen-Aufstellfläche **zusätzlich** => 152.650 ha (**2,16 % der Fläche By**).

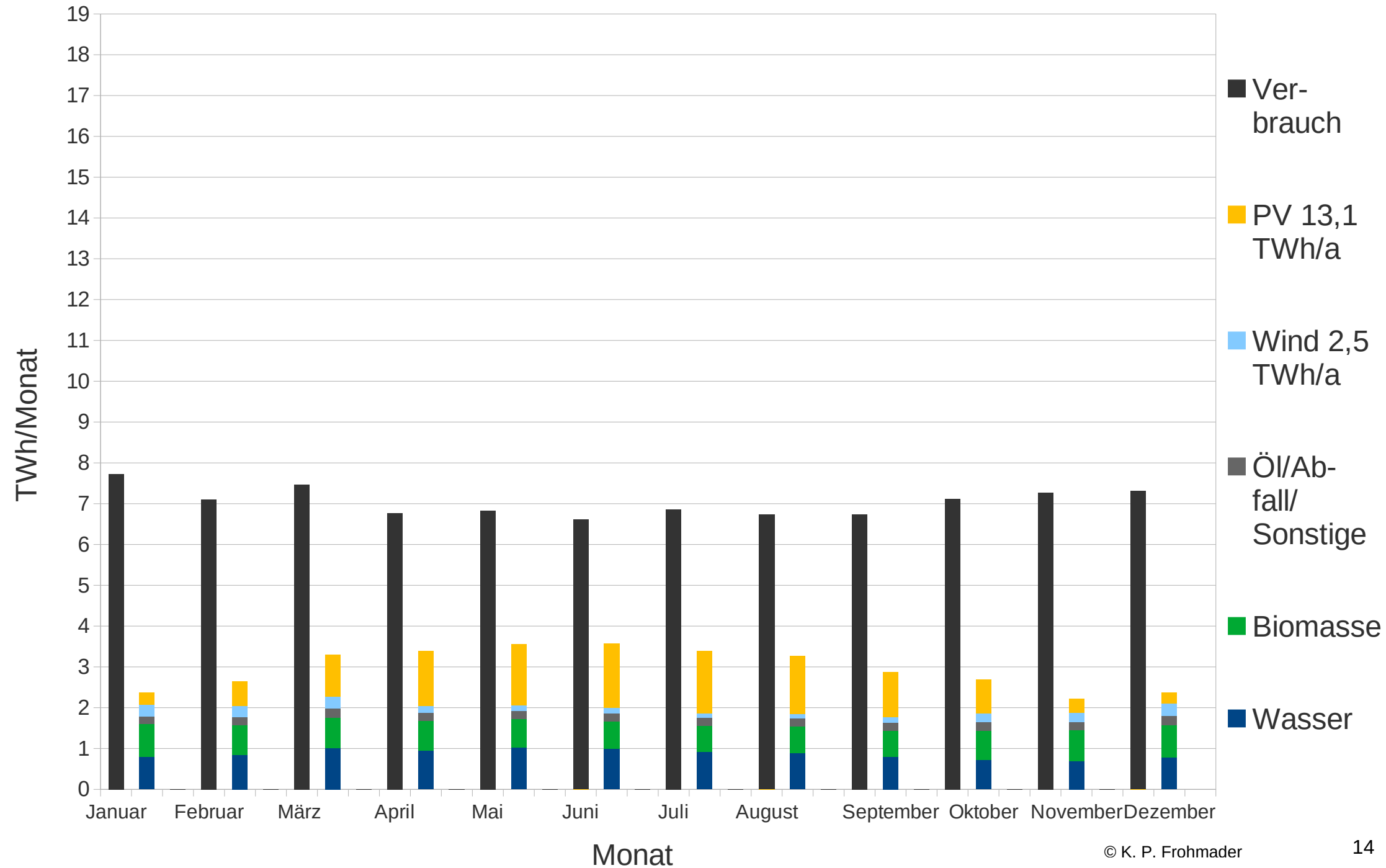
Insgesamt (zusätzlich): => 231.650 ha (**3,28 % der Fläche By**)

* TUM: Lehrstuhl für Energiesysteme der Technischen Universität München (LES), Boltzmannstraße 15, 85748 Garching;
ZAE: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) Walther-Meißner-Straße 6, 85748 Garching,
https://www.epe.ed.tum.de/fileadmin/w00bzo/es/pictures/Projekte/Systemstudien/100-_erneuerbare-Energien-fuer-Bayern_TUM_ZAE_2021.pdf

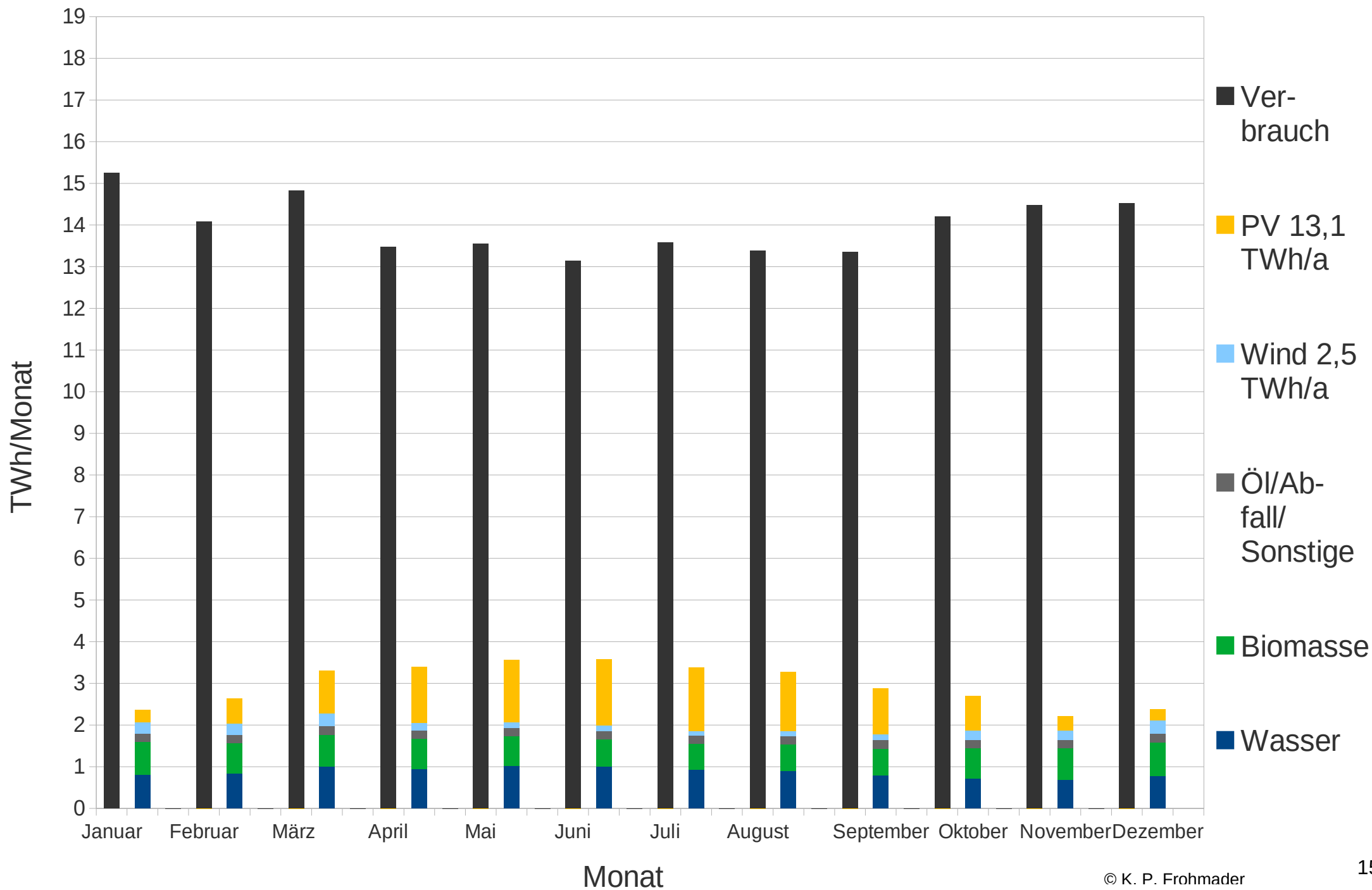
Strom in Bayern: Verbrauch heute und aktuelle regenerative Erzeugung



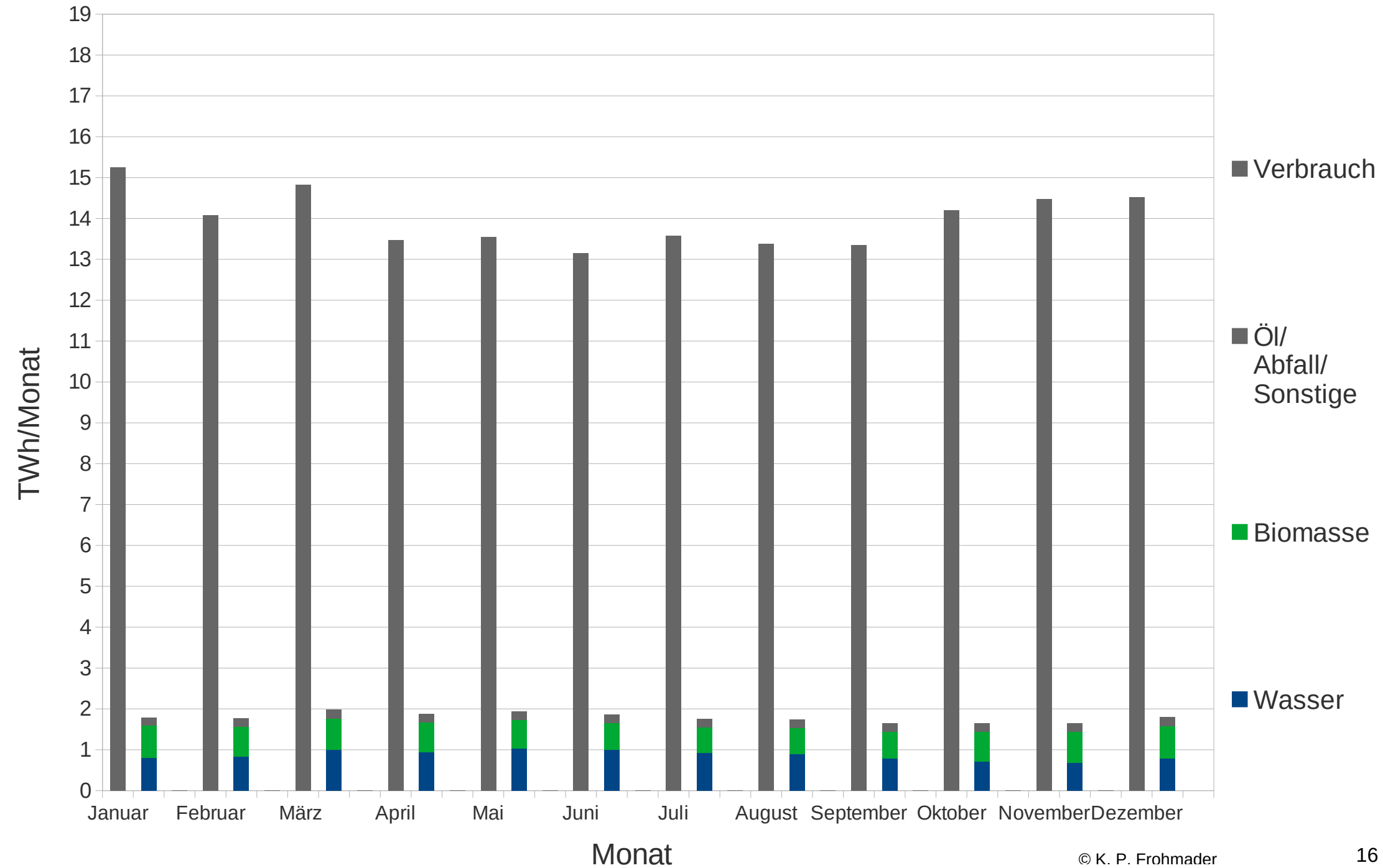
Strom in Bayern: Verbrauch heute, bis 2050 verdoppeln; aktuelle regenerative Erzeugung



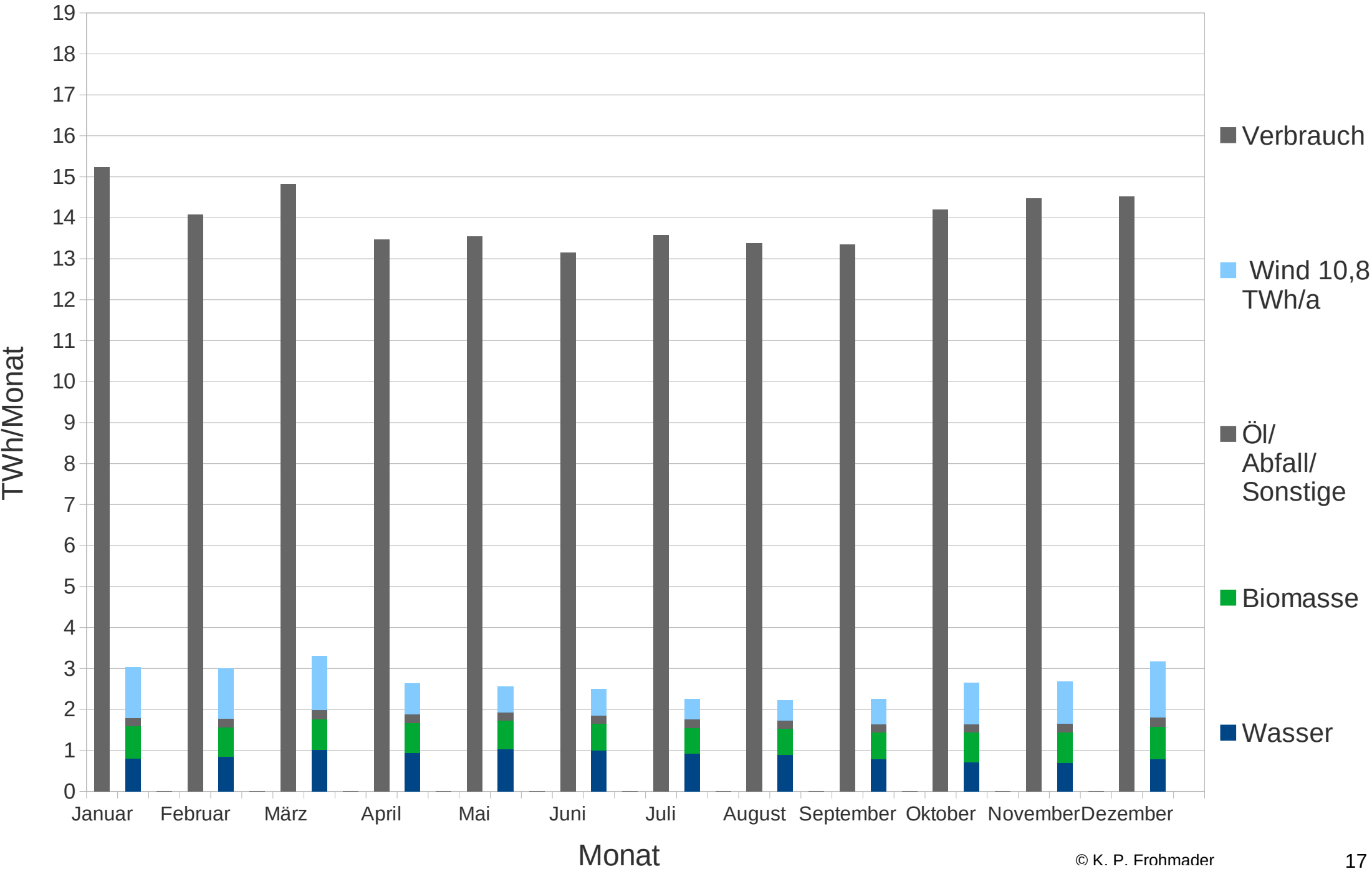
Strom in Bayern: Gesamter Endenergiebedarf muss gegenüber heute halbiert werden. Aber Strombedarf verdoppelt bis 2050, weil fast alles „elektrisch“ wird; aktuelle regenerative Erzeugung.



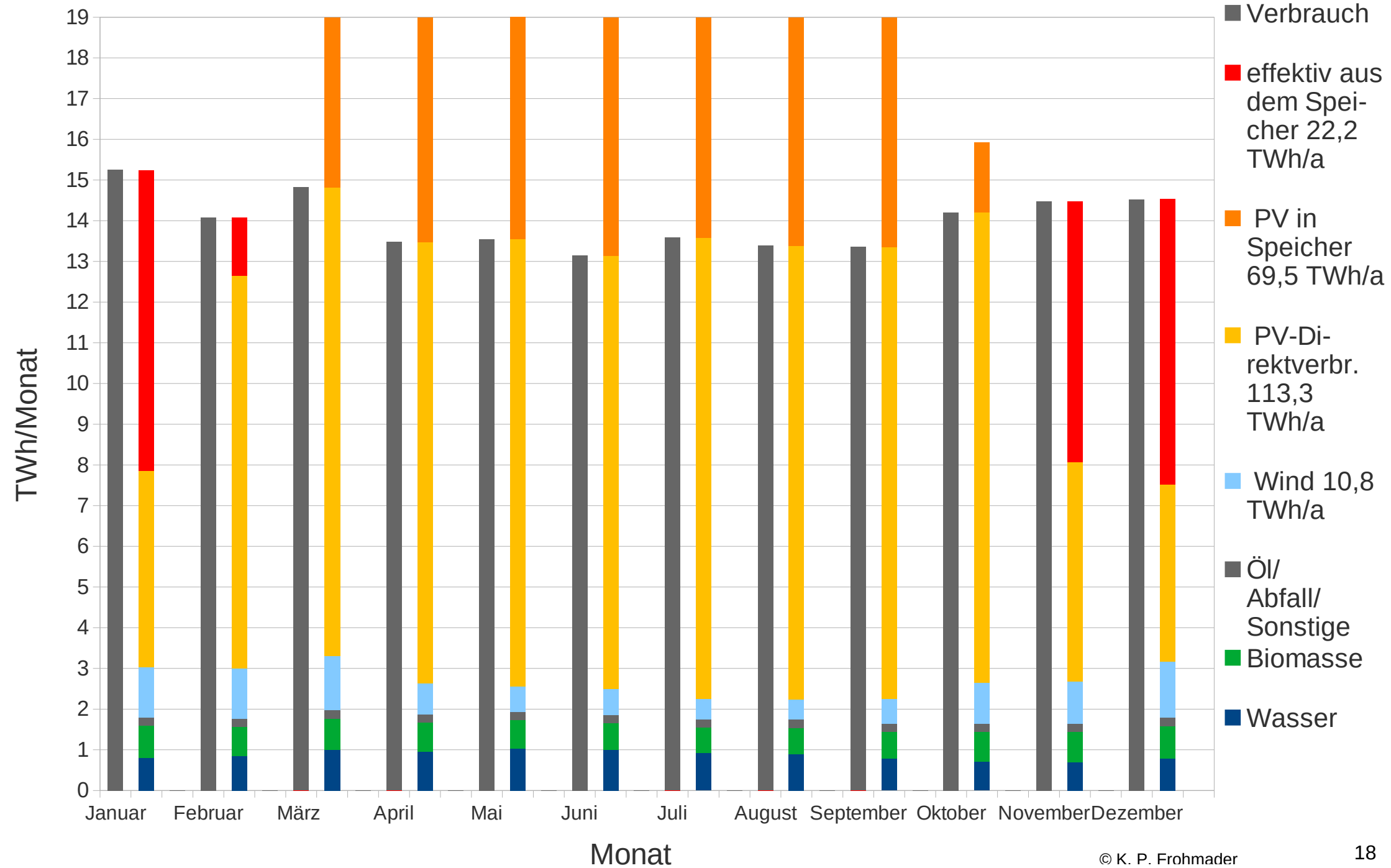
**Strom in Bayern: Verdopplung des Verbrauchs bis 2050, Ausstieg aus fossilen Energien.
Abdeckung lt. Söder: 500 + "x" (200) Windenergieanlagen, Rest PV. Benötigt viel Speicherung!**



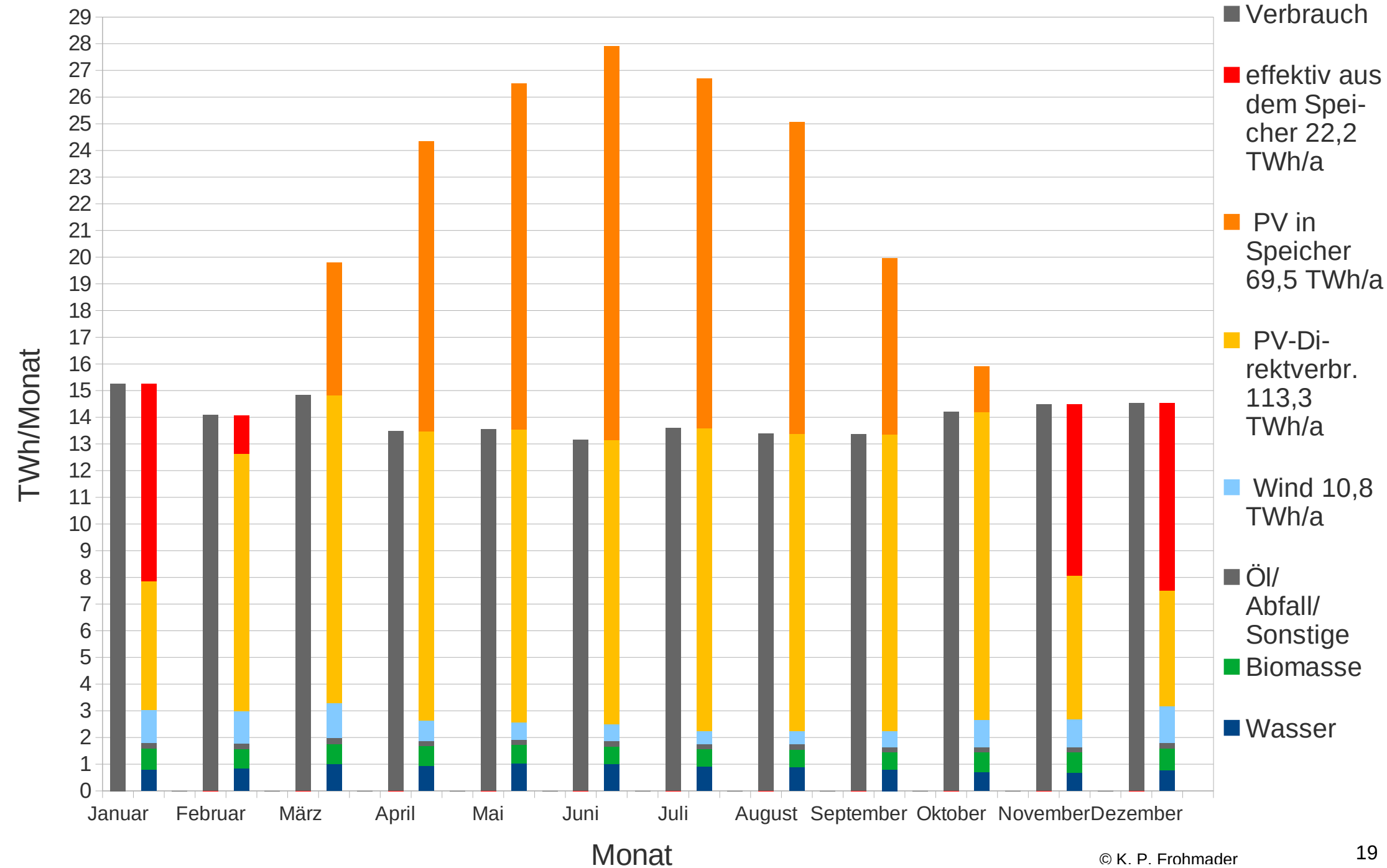
**Strom in Bayern: Verdopplung des Verbrauchs bis 2050, Ausstieg aus fossilen Energien.
Abdeckung lt. Söder: 500 + "x" (200) Windenergieanlagen, Rest PV. Benötigt viel Speicherung!**



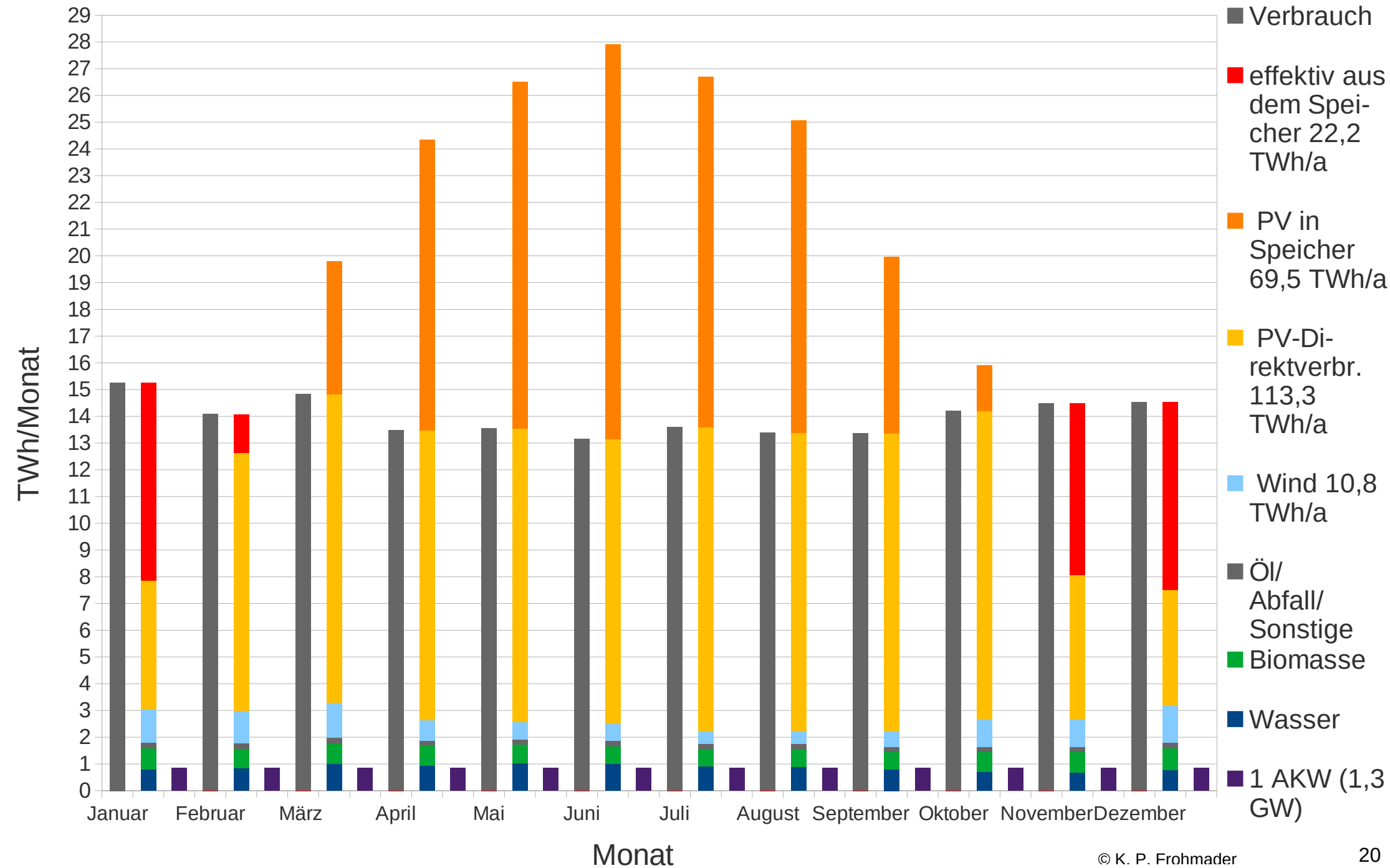
**Strom in Bayern: Verdopplung des Verbrauchs bis 2050, Ausstieg aus fossilen Energien.
Abdeckung lt. Söder: 500 + "x" (200) Windenergieanlagen, Rest PV. Benötigt viel Speicherung!**



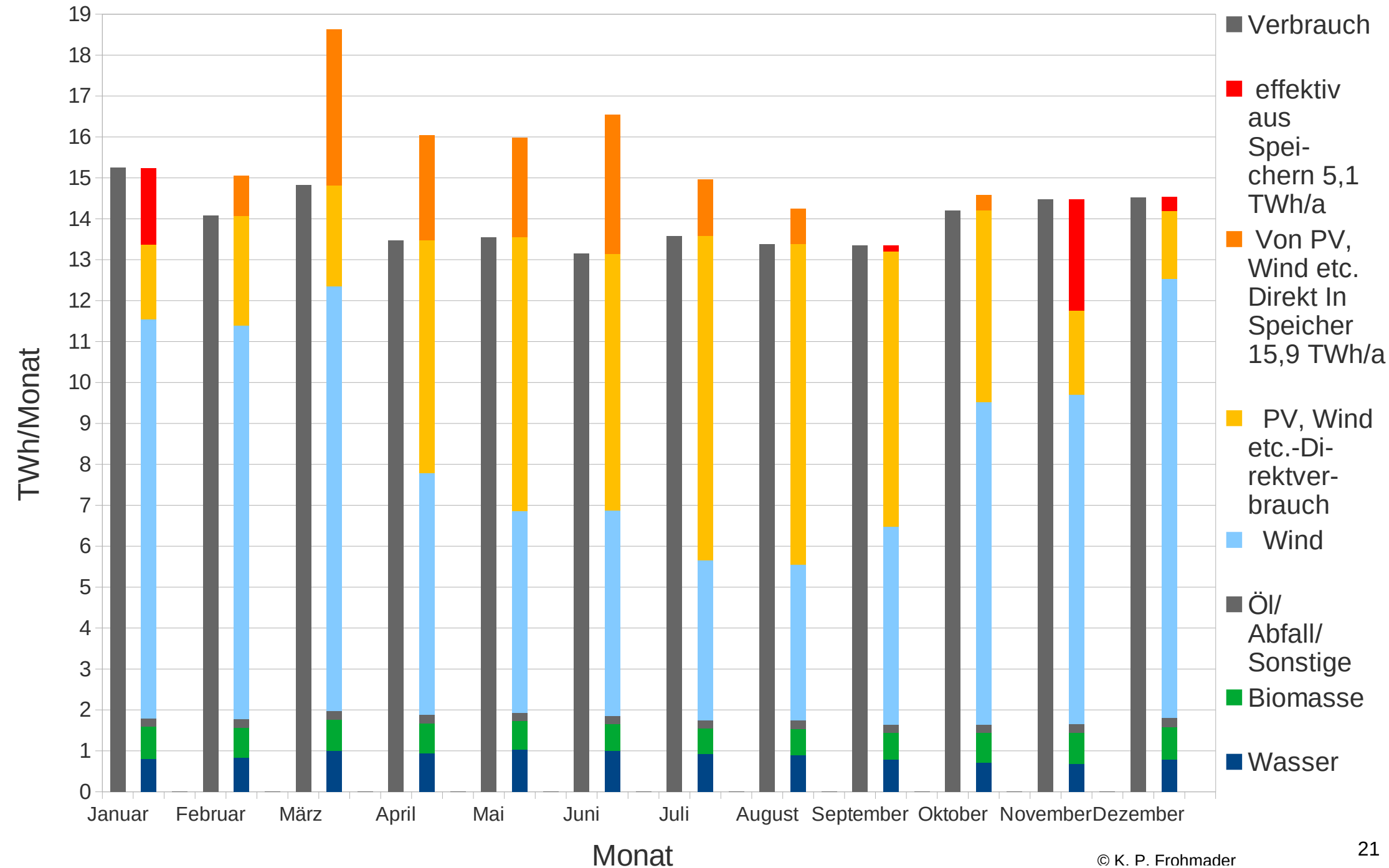
Strom in Bayern: Verdopplung des Verbrauchs bis 2050, Ausstieg aus fossilen Energien. Abdeckung lt. Söder: 500 + "x" (200) Windenergieanlagen, Rest PV. Benötigt viel Speicherung!



**Strom in Bayern: Verdopplung des Verbrauchs bis 2050, Ausstieg aus fossilen Energien.
Abdeckung lt. Söder: 500 + "x" (200) Windenergieanlagen, Rest PV. Benötigt viel Speicherung!**



**Strom in Bayern: Verdopplung des Verbrauchs bis 2050, Ausstieg aus fossilen Energien.
Abdeckung für TUM/ZAE-Studie: 72,3 TWh/a PV (72 GWp) und 84,8 TWh/a Wind (42,4 GW).**



(Fortsetzung) „Bayern regenerativ“

Fall B Auf Basis der „TUM/ZAE-Studie“): „Inselsystem“: Kein Import/Export von/in Nachbarländer mehr.
Aber Speicherung des Saison-Ausgleichs (= Langzeitspeicherung):

Ausspeicherung: 5,1 TWh, entspr. 12 Tage „Dunkelflaute“ (Pumpspeicher 0,1%, Akku 9,9 %, H2-Kavernen 20 %, LOHC 65 %, Hoch-Temp.-Salz 5 %). Verluste 10,8 TWh/a => **Gesamtbedarf 158,7 TWh/a**.

PV: 72,8 TWh/a – aktuelle PV-Erträge (2020) 13,1 TWh/a => Aus PV zusätzlich **59,7 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests => (zusätzliche) **Freiflächen-Anlagen** => 85.300 ha (**1,21 % der Fläche By**).

Wind: 85,9 TWh/a – aktuelle Winderträge 4,6 TWh/a (2020) => Aus Wind zusätzlich **81,3 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests => z.B. aus **6780 Windkraftanlagen** mit je 6 MW und 2000 Volllaststunden =>
Windkraftanlagen-Aufstellfläche **zusätzlich** => 162.570 ha (**2,30 % der Fläche By**).

Insgesamt (zusätzlich): => 247.860 ha (**3,51 % der Fläche By**) + 48 x Speicher Fall A)

Fall C: „Söder-Vorschlag“): „Inselsystem“: Kein Import/Export von/in Nachbarländer mehr.
500 + „x“ (200) WEA, Rest PV + hohe notwendige saisonale Strom-Speicher-Kapazität:

Ausspeicherung: 22,2 TWh, entspr. 55 Tage „Dunkelflaute“ (Pumpspeicher 0,1%, Akku 9,9 %, H2-Kavernen 20 %, LOHC 65 %, Hoch-Temp.-Salz 5 %). Verluste 46,8 TWh/a => **Gesamtbedarf 195,2 TWh/a**.

PV: 182,8 TWh/a – aktuelle PV-Erträge 13,1 TWh/a (2020) => Aus PV zusätzlich **165,2 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests => (zusätzliche) **Freiflächen-Anlagen** => 242.450 ha (**3,44 % der Fläche By**).

Wind: 13,0 TWh/a – aktuelle Winderträge 4,6 TWh/a (2020) => Aus Wind zusätzlich **8,4 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests z.B. aus **700 Windkraftanlagen** mit je 6 MW und 2000 Volllaststunden =>
Windkraftanlagen-Aufstellfläche **zusätzlich** => 16.110 ha (**0,22 % der Fläche By**).

Insgesamt (zusätzlich): => 258.010 ha (**3,66 % der Fläche By**) + 210 x Speicher Fall A)

Notwendige Speicherung für den „Söder-Vorschlag“:

Insgesamt ist einzuspeichern: 69 TWh/a: (Mit nachstehender Speicherstrategie: => 46,8 TWh/a Verluste.)

10 % in (Li-)Akkus (in Gebäuden) 2,5 TWh/a => 9,9 ha (10 m Bauhöhe!)

20 % in H₂-(Salz-)Kavernen (bis 175 bar Speicherdruck) 12,1 TWh/a => 20,2 Mio m³ (Volumen)

65 % in LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier) in Tanks 50,5 TWh/a => 18,0 Mio m³ (Tankvolumen)

4,87 % in Hochtemp-Salzspeichern (in wärmeisolierten Tanks) 3,9 TWh/a => 11,7 Mio m³ (Tankvolumen)

0,13 % in Pumpspeicherwerken (max. Kapazität in Deutschland!) 0,038 TWh/a => 173 ha (10 m Beckentiefe!)

Zum Vergleich:

D 2021-01-01: Zugelassene e-Autos 618.500 (je ca. 50 kWh-Akku): Gesamte (Li-)Akku-Speicher-Kapazität: 0,031 TWh (1,2 %)

BY Anfang 2022 PKW 8.228.614 (als e-Autos mit je 50 kWh-Akku): Gesamte (Li-)Akku-Speicher-Kapazität: 0,41 TWh (16,5 %)

Z.Zt. in ganz D: H₂-Kavernen-Speicher-Kapazität (nur Salzstöcke sind geeignet! => liegen vor allem in Nord-D!): nur 33 TWh
https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2021-10-29_NWR-Grundlagenpapier_Wasserstoffspeicher.pdf

Fall D Basis „TUM/ZAE-Studie“: „Inselsystem“: Kein Import/Export von/in Nachbarländer mehr.
Aber Speicherung etwa in Höhe des in der Studie vorgesehenen Strom-Import/Exports:

Ausspeicherung: 26,8 TWh, entspr. 66 Tage „Dunkelflaute“ (Pumpspeicher 0,1%, Akku 9,9 %, H₂-Kavernen 20 %, LOHC 65 %, Hoch-Temp.-Salz 5 %). Verluste 56,9 TWh/a => **Gesamtbedarf 205,3 TWh/a**.

PV: 93,6 TWh/a – aktuelle PV-Erträge 13,1 TWh/a (2020) => Aus PV zusätzlich **80,5 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests => (zusätzliche) **Freiflächen-Anlagen** => 115.000 ha (**1,63 % der Fläche By**).

Wind: 111,7 TWh/a – aktuelle Winderträge 4,6 TWh/a (2020) => Aus Wind zusätzlich **107,1 TWh/a nötig**.
Abdeckung dieses Rests z.B. aus **8926 Windkraftanlagen** mit je 6 MW und 2000 Volllaststunden =>
Windkraftanlagen-Aufstellfläche **zusätzlich** => 214.230 ha (**3,04 % der Fläche By**).

Insgesamt (zusätzlich): => 329.230 ha (**4,67 % der Fläche By**) + 254 x Speicher Fall A)

Konsequenzen aus den regenerativen Energiequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten, Priorisierung nach der Komplexität der Umwandlungsketten und der resultierenden Effizienz

1. Reduzierung des Energiebedarfs für Strom, Wärme und Mobilität.

(Gemäß TUM-Studie, insbesondere S. 11 Tabelle 3: Auf im Mittel die Hälfte (siehe auch Purper und Neumann, BN, 2017))

2. PV-Ertrag massiv ausbauen, vornehmlich auf

(Schräg-)Dächern (z.B. ca. 10.000 ha, möglichst viel, da höchste Flächen-Erträge!

„Nutzung“ aller geeigneten (Schräg-)Dächer ermöglichen!),

Flachdächern (z.B. ca. 10.000 ha, bessere Ausrichtung möglich, aber geringerer Flächenenertrag wegen notwendiger Abstände) und

dem Freifeld auf mehr als ca. 1,2 % der Fläche Bayerns. Ertrags-Verhalten ähnlich wie Flachdächer.

Muss den Großteil des zusätzlich nötigen PV-Stroms liefern! Doppelnutzung z.B. mit „Agri-PV“ möglich.

3. Windkraft-Ertrag, von heute 4,6 TWh/a auf 84,8 TWh/a ausbauen! Erfordert mind. 2,3 % der Fläche Bayerns. Die kann aber auch zu über 90 % „doppelgenutzt“ werden! Z.B. mit Landwirtschaft oder Wald.

4. Biomasse-Ertrag nicht ausweiten. Lt. TUM-Studie ist das vorhandene Biomassepotential für industrielle Hochtemperatur-Prozesse zu reservieren! Kein Verheizen mehr in Kleinanlagen (Pellets, Scheitholz-, Kaminöfen etc.). Dies wird in der Studie ausdrücklich festgestellt!

5. Speicherungssysteme für regenerative Energie (Strom und Wärme):

Strom: Dach-PV-Anlagen möglichst alle mit „Tagesspeichern“ ausrüsten oder/und E-Autos müssen „Rückspeicherfähigkeit“ haben! Zusätzlich Akku-„Groß“Speicher, Wasserstoffspeicherung in (Salz-)Kavernen, LOHC-(Speicher-) Technik, ggf. Thermische Hochtemperatur-(Salz-)Speicher mit nachgeschalteter Dampfturbine.

Wärme: Über Wasserstoff, Niedertemperatur-Speicher und ggf über gespeicherten Strom erzeugen (WP) .

Alle obigen Punkte müssen schnellstens weiterentwickelt und massiv ausgebaut werden!

!Erinnerung an Probleme der (festen) Biomasse (Holz): Menge begrenzt und Feinstaub bei ihrer Verbrennung!

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

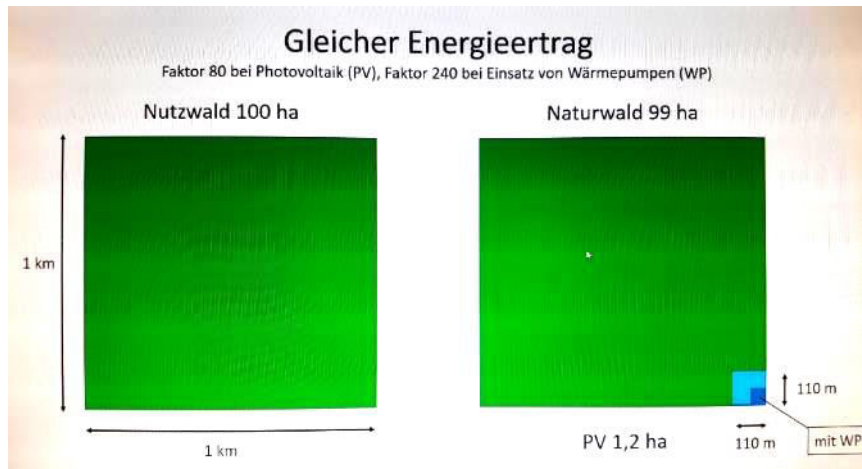
Biomasse und Energie

Technische Effizienz

- Ausnutzung des Energieinhaltes der Biomasse Holz bei Einzelöfen und z.T. bei Heizwerken unzureichend!
- Sehr schlechte Energienutzung bei feuchter Biomasse
- Effizienz nur bei Pellets Anlagen akzeptabel

Flächeneffizienz

- Sehr schlecht, wie detailliert dargestellt wurde!



grundsätzlich gilt dabei

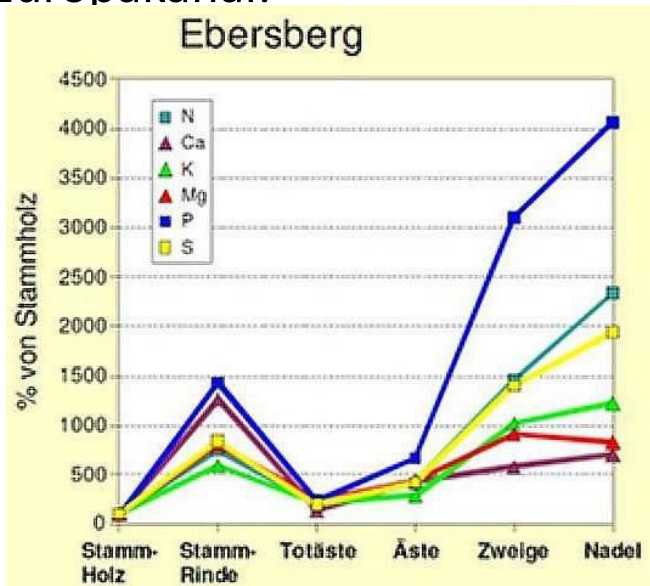
**Photovoltaik schlägt
Photosynthese haushoch!**

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Biomasse und Energie

Ökologische Aspekte

- Verbrennen setzt kurzfristig große Mengen an CO₂ frei
- Kaum noch Altbestände des Waldes, zusätzlicher Wald nötig
- Energiewaldschaffung ist abwegig
- zum Teil weite Transportwege, Harvester zerstören *Waldboden*...
- Durch Verbrennen von Wurzelwerk und Astwerk werden dem Waldboden wichtige Nährstoffe entzogen, z.B. Pelletsherstellung u. Hackschnitzel Heizwerk Klinik am Europakanal:



ch-Studie: Asche zurück in den Wald!



Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Biomasse und Energie

Umweltaspekte

- Holz ist ein komplexer Naturstoff und erzeugt bei der Verbrennung eine Vielzahl von verschiedenen, schädlichen Emissionen
- Emissionen bei Holzheizungen werden heruntergespielt
- Feste Brennstoffe können prinzipiell nur unzureichend verbrannt werden
- Die CO₂ Neutralität ist ein Wunschdenken, (zur Verbesserung der Klimabilanz?) siehe auch EEA (Europäische Umwelt Agentur) von 2011
- Die Verbrennung bei manuell beschickten Anlagen ist inkonstant und nicht zu überwachen
- Durch Holzheizungen entsteht bereits mehr Feinstaub als vom gesamten Verkehr aus den Auspuffen
- Belästigung der Nachbarschaft
- Die Grenzen für die Rußemissionen sind viel zu hoch, es wird nur die Masse des Feinstaubs bewertet, nicht die Anzahl der Partikel!
(Pellets emittieren 500 x mehr Feinstaub als Öl- und 3000 x mehr als Gasheizungen)
- Holzheizungen haben eine große Anzahl extrem kleiner Partikel, die besonders gesundheitsgefährdend sind! (Studie UNI Rostock) usw.
- Selbst bei geförderten Biomassenheizungen wird die Effizienz nicht kontrolliert

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Biomasse und Energie

Reaktionen u. Konsequenzen bei der energetischen Nutzung von Biomasse

und der 40.000 Toten/a in D durch Feinstaub

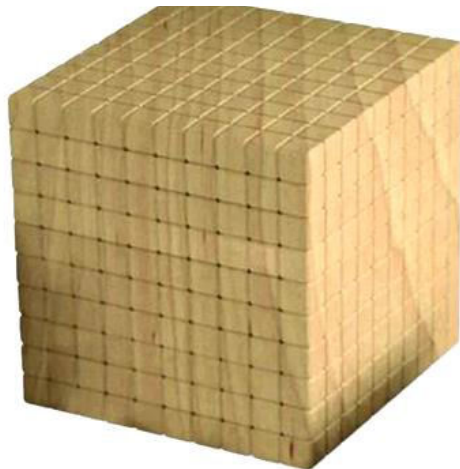
- Klare Aussagen verschiedener Institutionen zu den Holzheizungen:
- „vermeiden“: Umweltbundesamt, Leopoldina, DUH, Studien v. UNIs, **z.B. Rostock, TUM; WWF** usw.
- Partikelzahl muss gemessen werden (wie bei Autos ab Euro 5)
- Grenzwerte müssen erheblich gesenkt werden, siehe WHO
- Kommunen müssen Holzheizungen verbieten und aufklären
- Kontrolle der Emissionen von Öfen im Betrieb unabdingbar
- Weitere Verbreitung von Holzheizungen muss gestoppt werden
- Die Förderungen von Biomasse-Heizungen muss gestrichen werden
- Bestehende Heizungen müssen mit Filtern ausgerüstet werden
- Blauer Engel ist weitgehend wirkungslos

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

Biomasse und Energie



1 Partikel mit $2,5 \mu\text{m}^3$



gleiche Masse aber

1000 Partikel
mit $0,25 \mu\text{m}^3$



Defizite bei den Kontrollen:

Messungen und Vorschriften beziehen sich nur auf die **Masse** des Feinstaubs nicht auf die Anzahl der Partikel.

aber:

kleine Partikel sind ungleich gefährlicher (gehen in Alveolen !)
Und Holzverbrennung erzeugt im Wesentlichen sehr kleine Partikel!

Neue Empfehlung der WHO für PM 2,5:

5 μg statt bisher 10 μg

EU-Grenzwert aber 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$!

aber immer noch nicht die Partikel Anzahl!

Die Politik muss für eine nachhaltige,
umweltfreundliche
Energiebereitstellung und
den Schutz der Gesundheit ihrer
Bürger konsequent aktiv werden!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

heinz.horbaschek@gmx.de

Bewertung der Nutzung unterschiedlicher regenerativer Energien für Stromerzeugung, Mobilität und Heizung

