

# 2. Energieausfallsicherheit

Kilian Demuth, Leonard Klee, Sven Kunze,  
Nils Mosis, Anna Schuster und Mats Volmer

Betreuung: Özlem Doğru

# Gliederung

1. Fragestellung und Ausgangslage
2. Datenauswertung und Dateninterpretation
3. Modellierung und Programmierung
  - 3.1. Modellierung der  $v_{\text{wind}}$ -Energie-Funktion
  - 3.2. GemeindeSim
4. Ergebnisse
  - 4.1. Energiegewährleistung
  - 4.2. Extremfallbetrachtung
  - 4.3. Regionale Zusammenschlüsse
5. Quellen

# 1. Fragestellungen und Ausgangslage

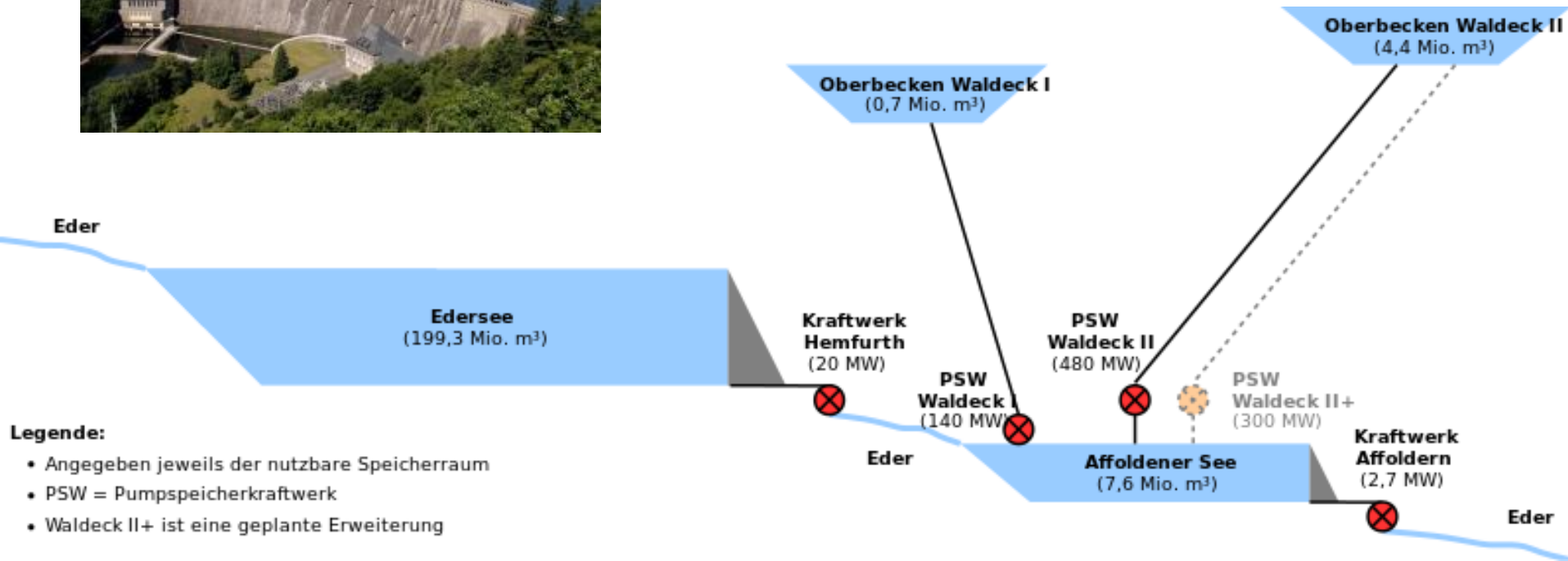


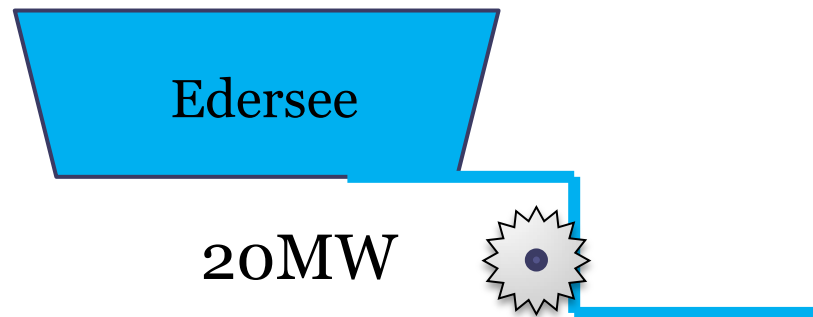
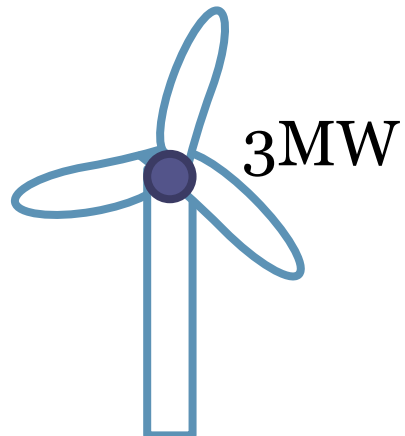
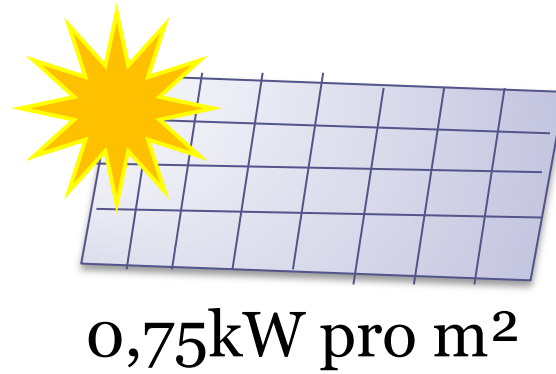
# Fragestellungen

1. Wie kann sich der Landkreis mithilfe von erneuerbaren Energien autark versorgen?
2. Wie verlässlich ist unser System?
3. Welche Vorteile bringt ein überregionaler Zusammenschluss?

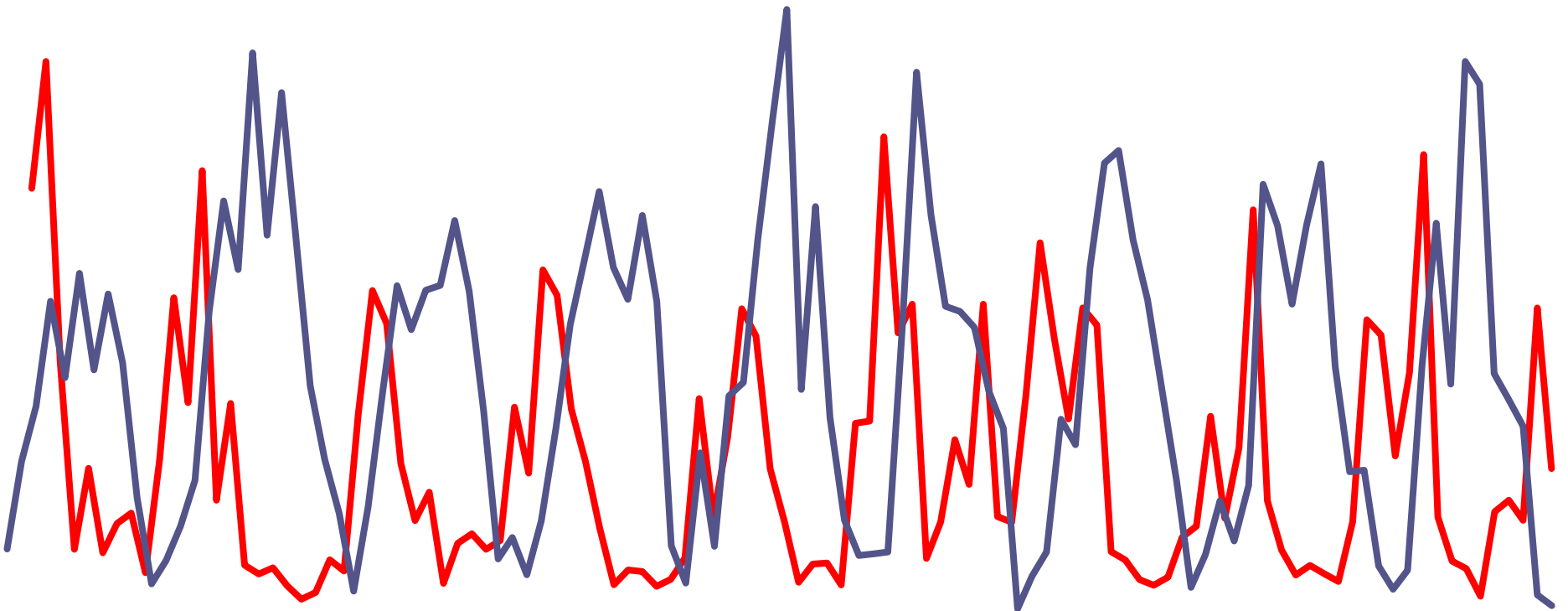
# Ausgesuchte Gemeinde: Edertal

Kreis Waldeck-Frankenberg  
(160.000 Einw.)



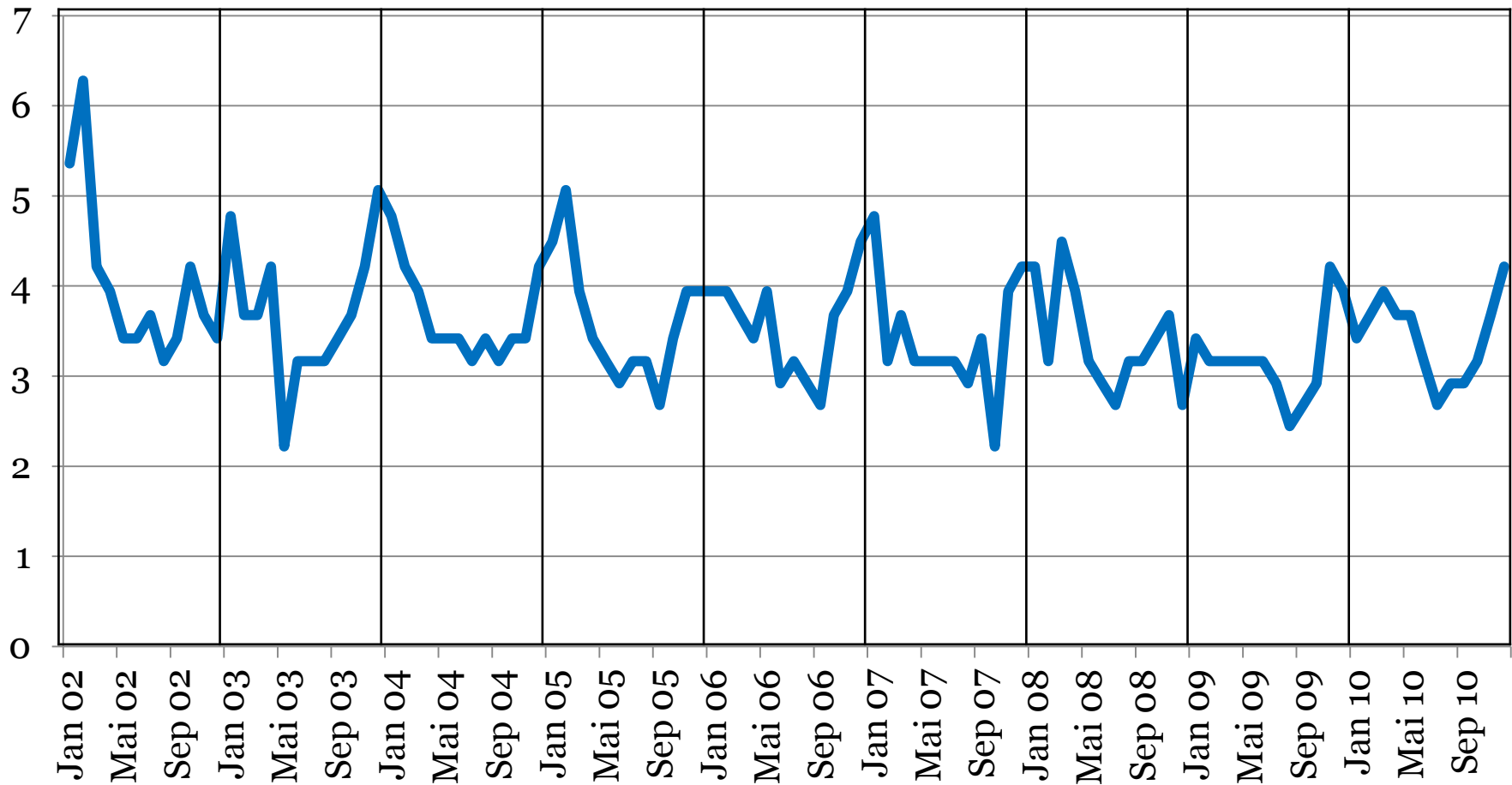


## 2. Datenauswertung und Dateninterpretation



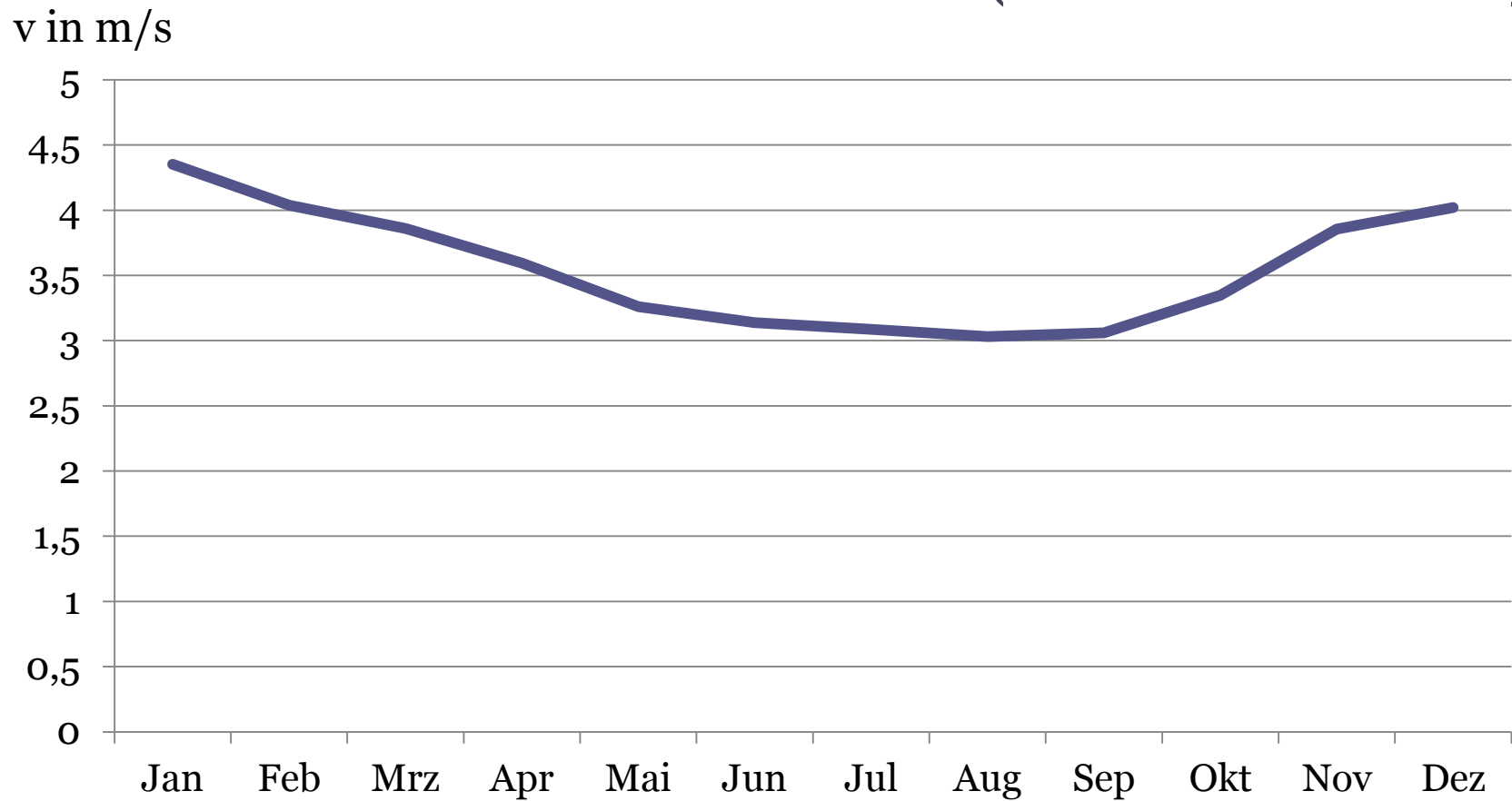
# Windgeschwindigkeit in 100m (2002-2010)

v in m/s

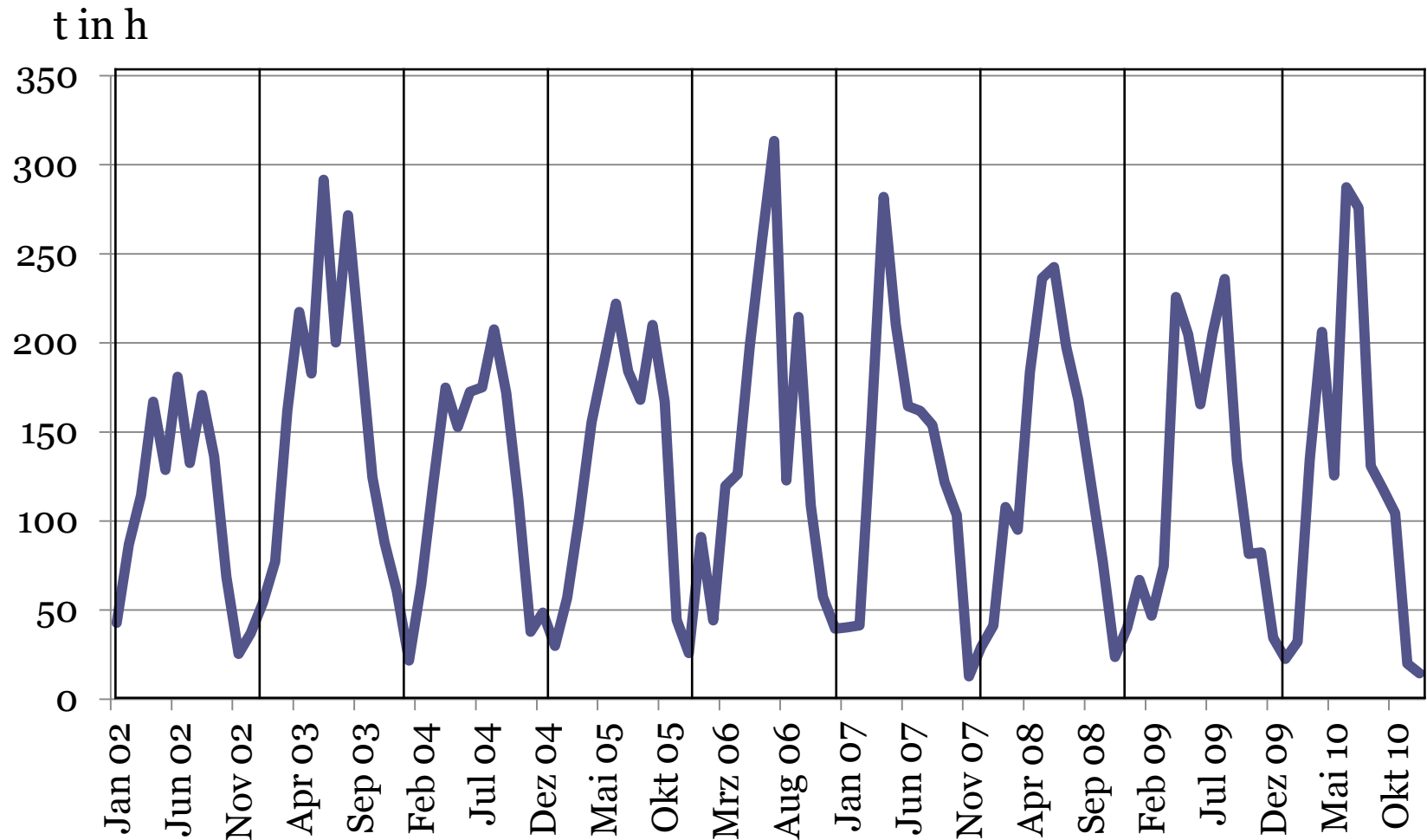




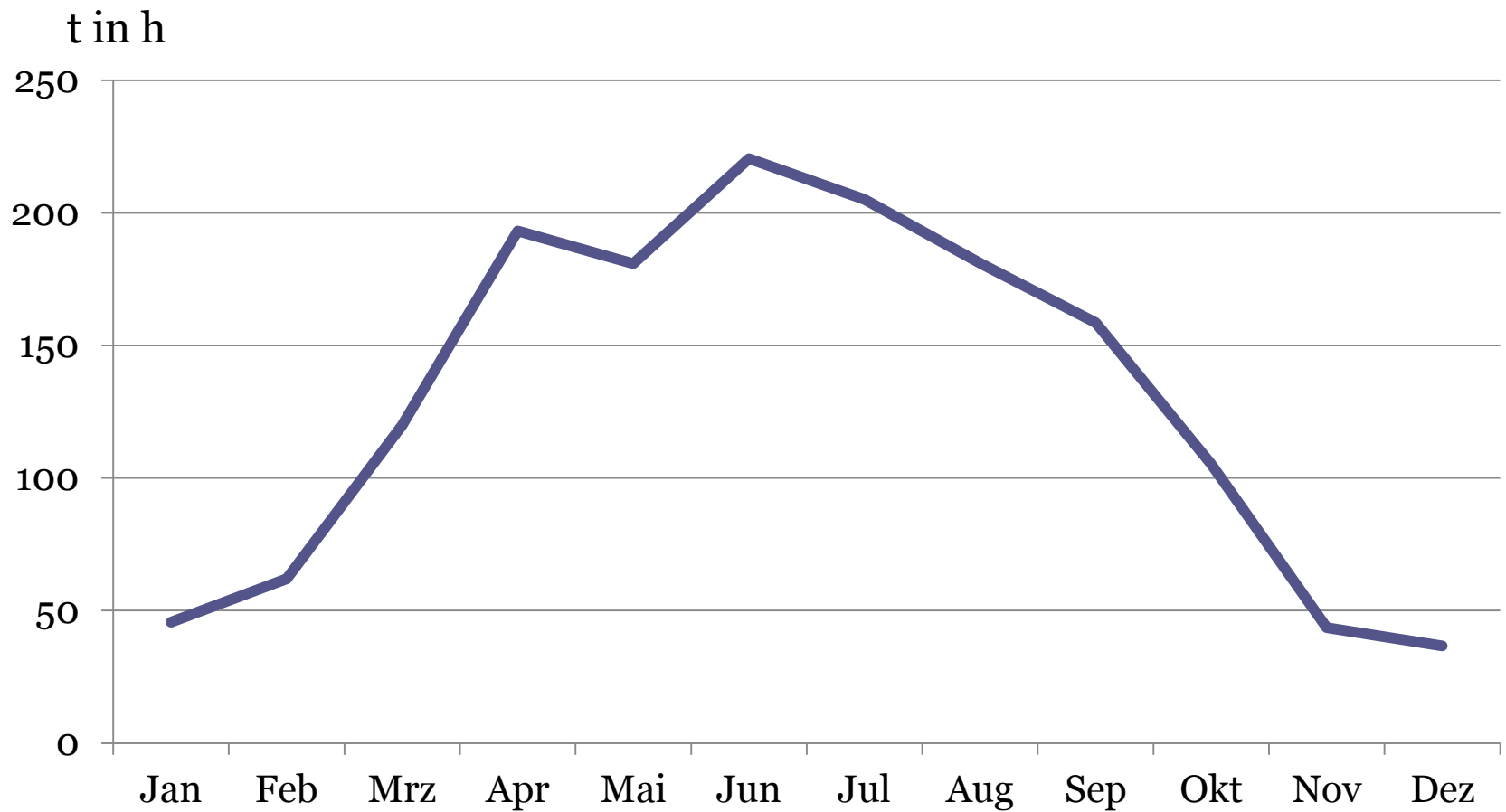
# Windgeschwindigkeit in 100m (Durchschnitt)



# Sonnenstunden (2002-2010)

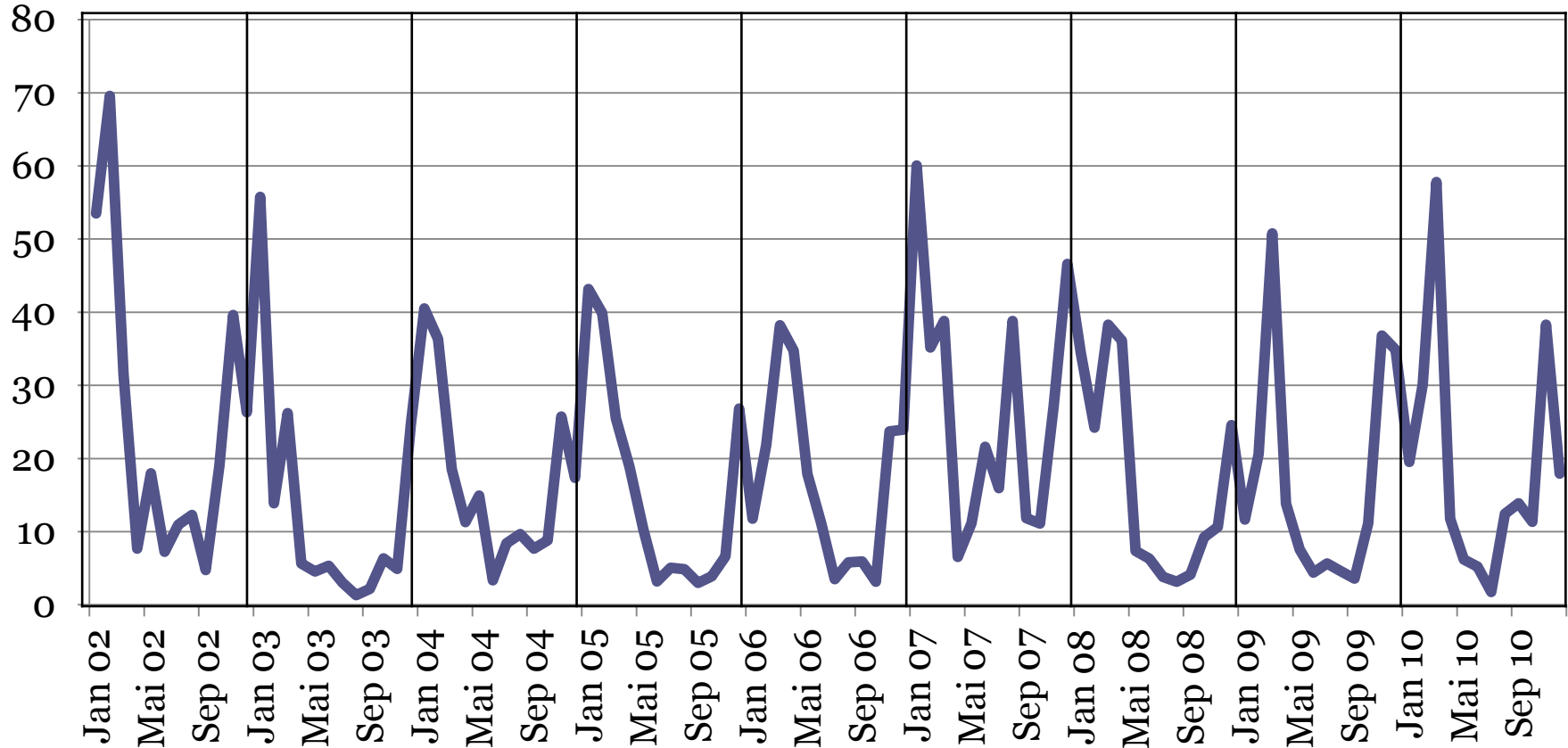


# Sonnenstunden (Durchschnitt)



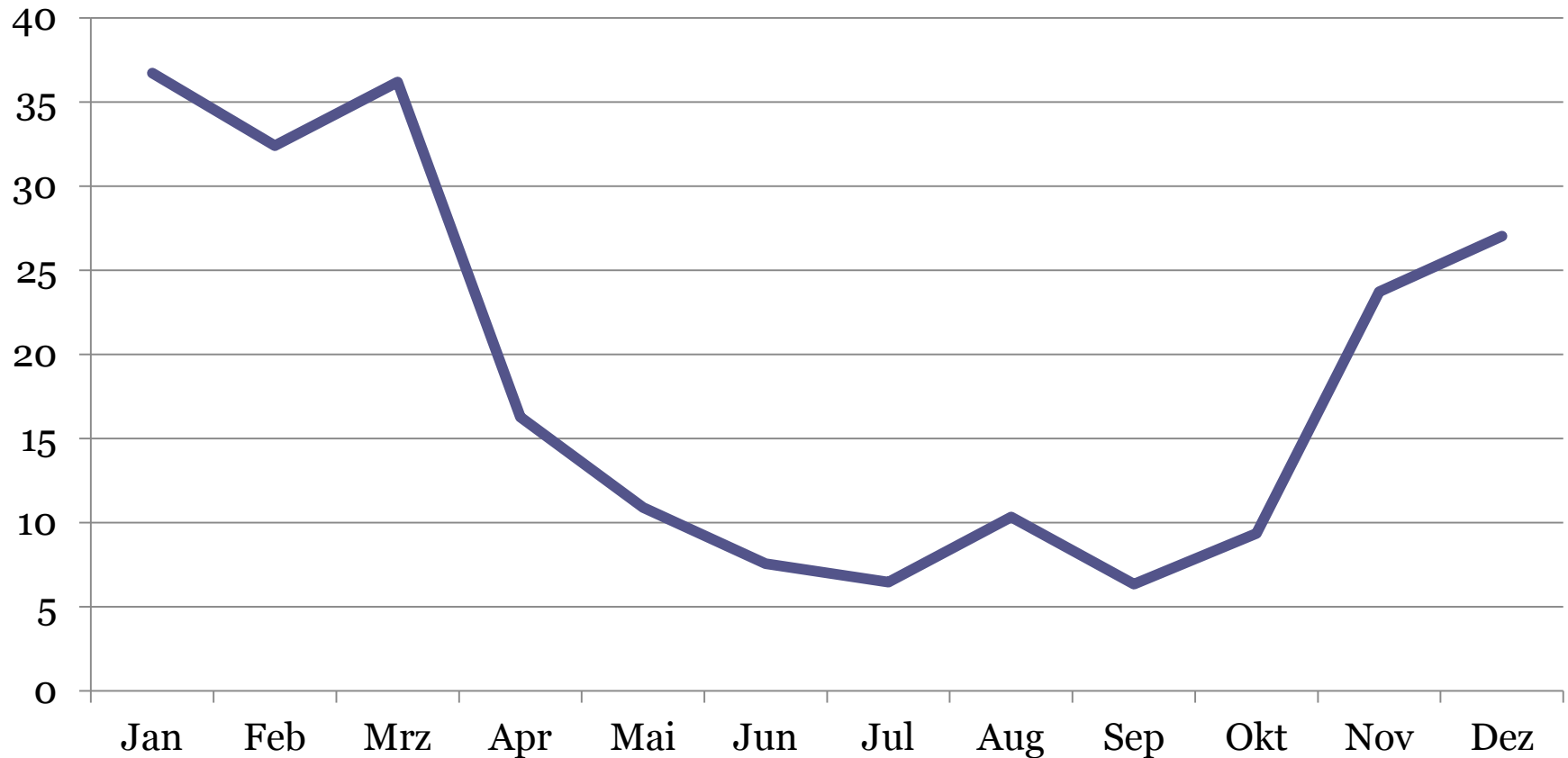
# Zufluss der Eder in den Edersee (2002-2010)

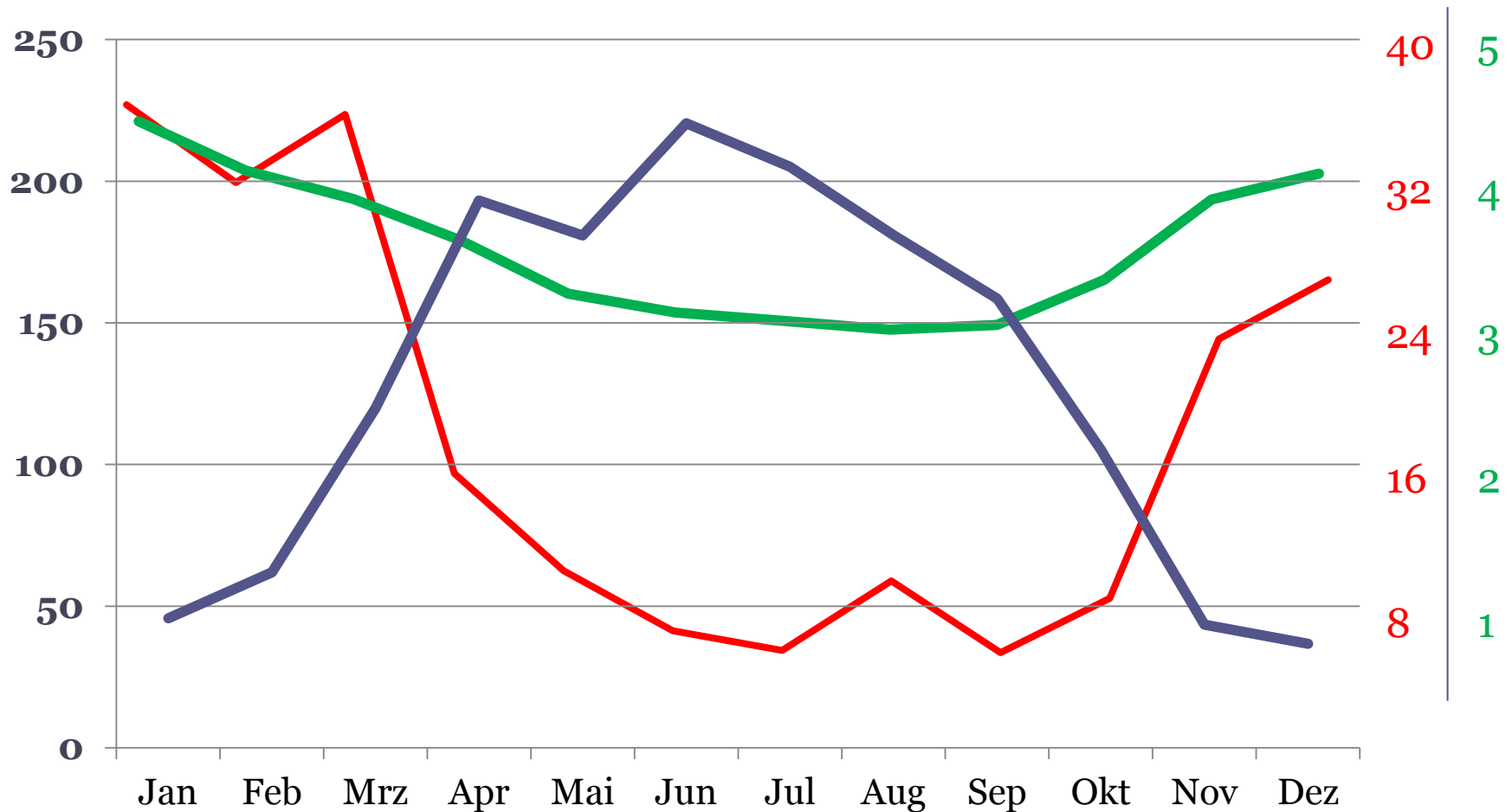
Zufluss  
in m<sup>3</sup>/s



# Zufluss der Eder in den Edersee (Durchschnitt)

Zufluss  
in  $\text{m}^3/\text{s}$





Grün = Windgeschwindigkeit (100m) in m/s

Rot = Zufluss in m³/s

Blau = Sonnenschein in h

# 3. Modellierungen und Programmierungen



# Windgeschwindigkeit-Energie-Funktion

E in MWh

Logistisches Wachstum

$$f(x) = \frac{G}{1 + e^{-k * G * x} \left( \frac{G}{f(0)} - 1 \right)} \quad \rightarrow \quad E(v) = \frac{3}{1 + e^{-0,75 * (v-9)}}$$

5

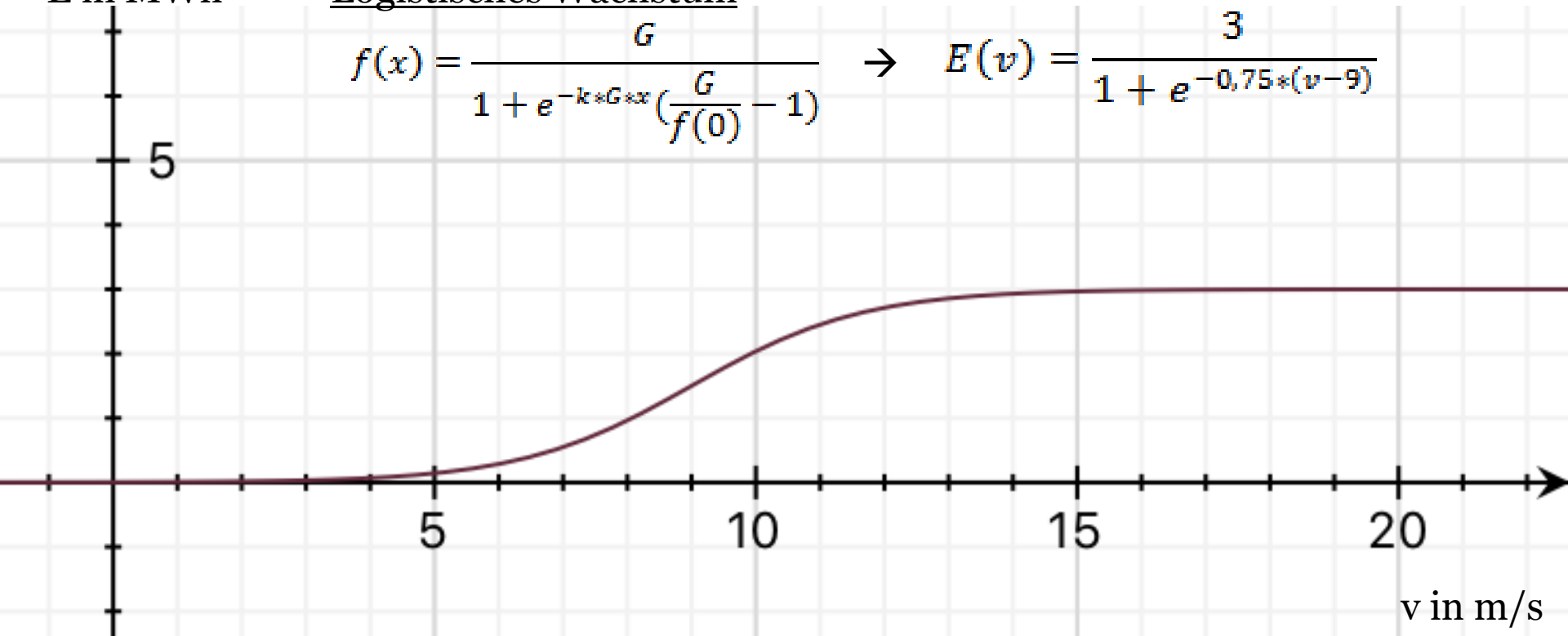
5

10

15

20

v in m/s





# GemeindeSim (Energiebilanz-Simulation)

- **Parameter**

1. Fläche aller Solaranlagen
2. Anzahl der Windräder
3. Kapazität der PSW (Energie)

# GemeindeSim (Energiebilanz-Simulation)

- **Datensätze**

1. Zufluss Edersee 2002-2010 monatlich
2. Sonnenstunden und Windgeschwindigkeiten 2002-2010 täglich
3. Monatlicher Stromverbrauch pro Kopf und Einwohner in Deutschland

# GemeindeSim (Energiebilanz-Simulation)

- **Ausgabe**

1. Tage mit Defiziten innerhalb der 9 Jahre
2. Gesamtüberschuss an Energie
3. Wasserstand Edersee
4. Gespeicherte Energie der Pumpspeicherwerke
5. Durchschnittliche Energie geteilt durch garantierte Energie (Prozent)

# GemeindeSim (Energiebilanz-Simulation)

- **Funktionsweise**

1. Berechnung der produzierten Energie durch Photovoltaik und Windkraft
  2. Differenz zwischen Verbrauch und bereitgestellter Energie
  3. Kompensierung durch Edersee und Pumpspeicherwerk
- Optimierung der Anzahl der Windräder und der Fläche der Solaranlagen durch systematisches Anpassen der Parameter

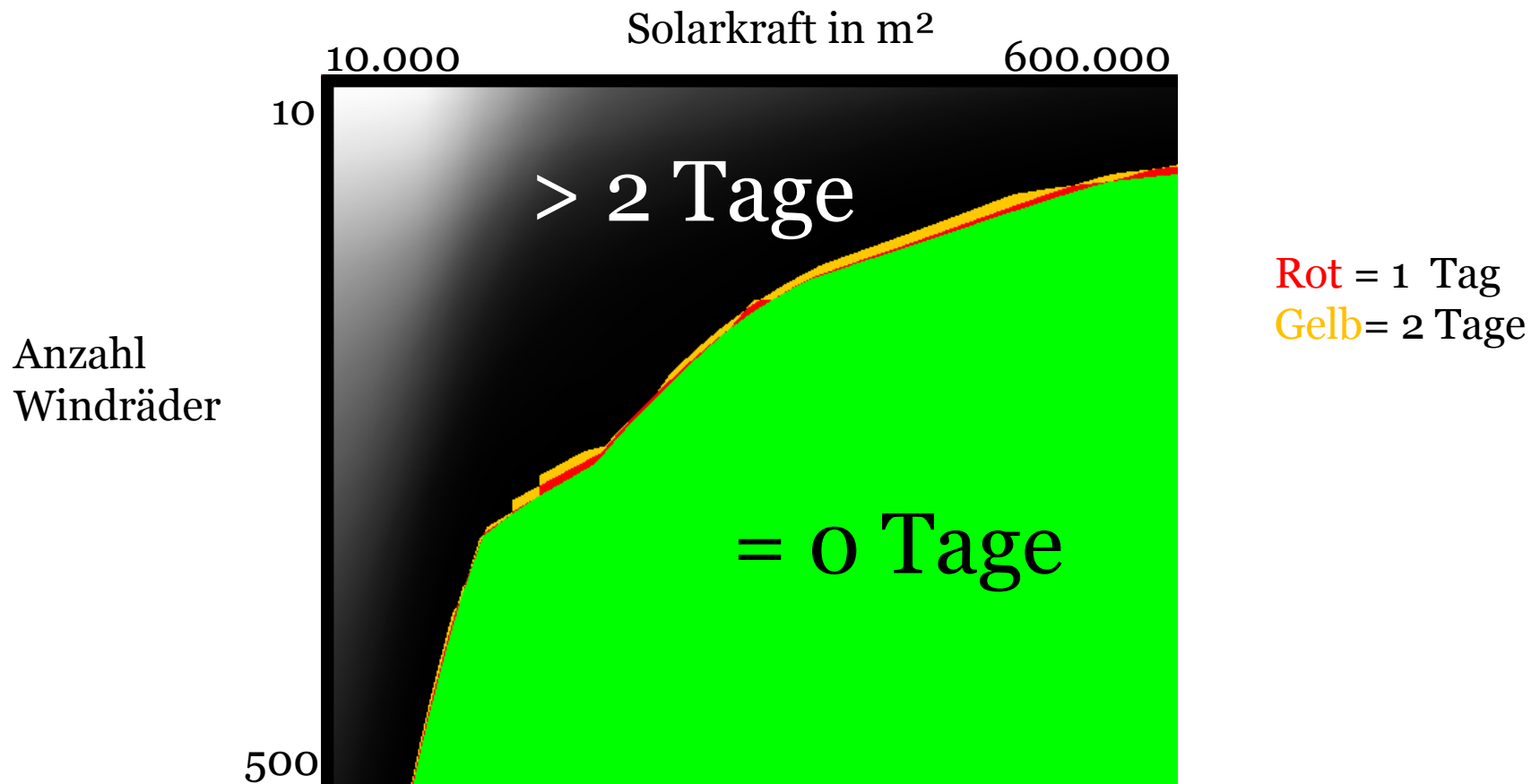
## 4. Ergebnisse



# 4.1. Energiegewährleistung

	Ereignis 1	Ereignis 2	Ereignis 3
Windräder	400	320	200
Solaranlagen	140.000 m <sup>2</sup>	120.000 m <sup>2</sup>	120.000 m <sup>2</sup>
PSW-Kapazität	6200 MWh	9200 MWh	45.200 MWh
Verhältnis Energieproduktion - Energieverbrauch	211%	178%	128%

# Optimierung der Kraftwerksverhältnisse



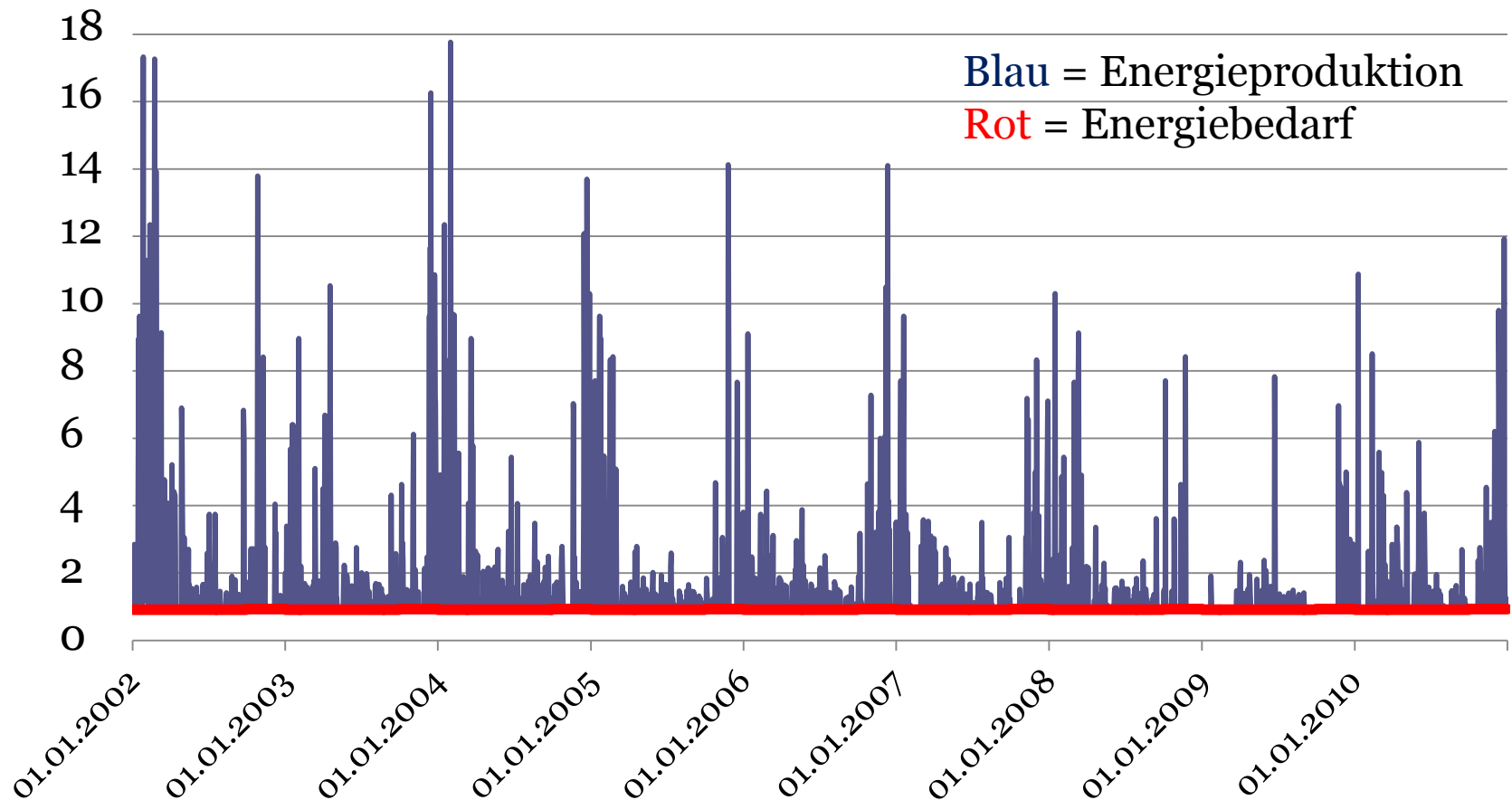
# 4.1. Energiegewährleistung

	Ereignis 1	Ereignis 2	Ereignis 3
Windräder	400	320	200
Solaranlagen	140.000 m <sup>2</sup>	120.000 m <sup>2</sup>	120.000 m <sup>2</sup>
PSW-Kapazität	6200 MWh	9200 MWh	45.200 MWh
Verhältnis Energieproduktion - Energieverbrauch	211%	178%	128%



# Energiebedarf - Energieproduktion (Ereignis 2)

E in GWh



# 4.1. Energiegewährleistung

	<b>Ereignis 1</b>	<b>Ereignis 2</b>	<b>Ereignis 3</b>
Windräder	400	320	200
Solaranlagen	140.000 m <sup>2</sup>	120.000 m <sup>2</sup>	120.000 m <sup>2</sup>
PSW-Kapazität	6200 MWh	9200 MWh	45.200 MWh
Verhältnis Energieproduktion - Energieverbrauch	211%	178%	128%

## 4.2. Extremfallbetrachtung

- Flauten: Ca. 170 Tage in 9 Jahren
  - $P(F) = 6\%$
  - Bisher max. 3 Tage hintereinander
  - $P_F(F) = 21,2\%$
  - Kompensierbar durch PSW und Edersee

## 4.2. Extremfallbetrachtung

- Pumpspeicherkraftwerke leer + Flaute:
  - Der Edersee hat den höchsten Pegel.
  - Max. Abflussbilanz:  $34 \text{ m}^3/\text{s}$
  - Edersee nach 68 Tagen leer
  - Energiebedarf :  $56,64 \text{ GWh}$
  - Energieproduktion:  $32,64 \text{ GWh}$
  - Energiedefizit:  $24 \text{ GWh}$  bzw.  $42,37\%$ .

## 4.2. Extremfallbetrachtung

- Flaute+Maximaler Energiebedarf: 115 MW
- PSW mit mind. 15 % der max. Leistung
- Bei max. Pegel der PSW-Becken wird ein Energiedefizit 66 Stunden lang vermieden.
  
- Auch Tagesspitzen kompensierbar

## 4.3. Regionale Zusammenschlüsse

- Eine Unabhängigkeit vom Stromnetz ist möglich
- Schwierigkeit: Energieversorgung ohne große Energieüberschüsse
- Zusammenschluss mit anderen Regionen ist sinnvoll, um einen Energieüberschuss zu kompensieren

# 5. Quellen

- DWD (<http://www.dwd.de/>; 17.10.2016)
- <https://upload.wikimedia.org/> (18.10.2016)
- [http://www.wasserbau.tu-darmstadt.de/media/fachgebiet\\_wasserbau/daten\\_pdf/exkursionen/startseite\\_2/PSW\\_Waldeck\\_I.pdf](http://www.wasserbau.tu-darmstadt.de/media/fachgebiet_wasserbau/daten_pdf/exkursionen/startseite_2/PSW_Waldeck_I.pdf) (18.10.2016)
- <http://www.bing.com/images/search?q=stausee&view=detailv2&&id=8F15F9849B1B866D06ECD438192C816D39DA0A8C&selectedIndex=0&ccid=LCHvS%2f%2fO&simid=608026388010897016&thid=OIP.M2c21ef4bffced75a7480c520c46eae9700&ajaxhist=0> (20.10.2016)
- <http://www.bing.com/images/search?q=fragender&view=detailv2&&id=08E333D79D48187ACE20D683CEAF80D35275E5E4&selectedIndex=3&ccid=dL1g3kV9&simid=607987518558244576&thid=OIP.M74bd60de457ddf130aa1eec155da3a5e00&ajaxhist=0> (20.10.2016)
- <http://www.bing.com/images/search?q=ergebnisse&view=detailv2&id=16AB45836D293BF88490FC1C8568ABA08C9962E8&selectedIndex=7&ccid=3e2TFSLf&simid=608001988312367918&thid=OIP.Mdded931522df3a747b1e22a0b6ec9b7900&mode=overlay&first=1> (20.10.2016)
- Vortrag von Herrn Prof. Dr. Kiehl

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!