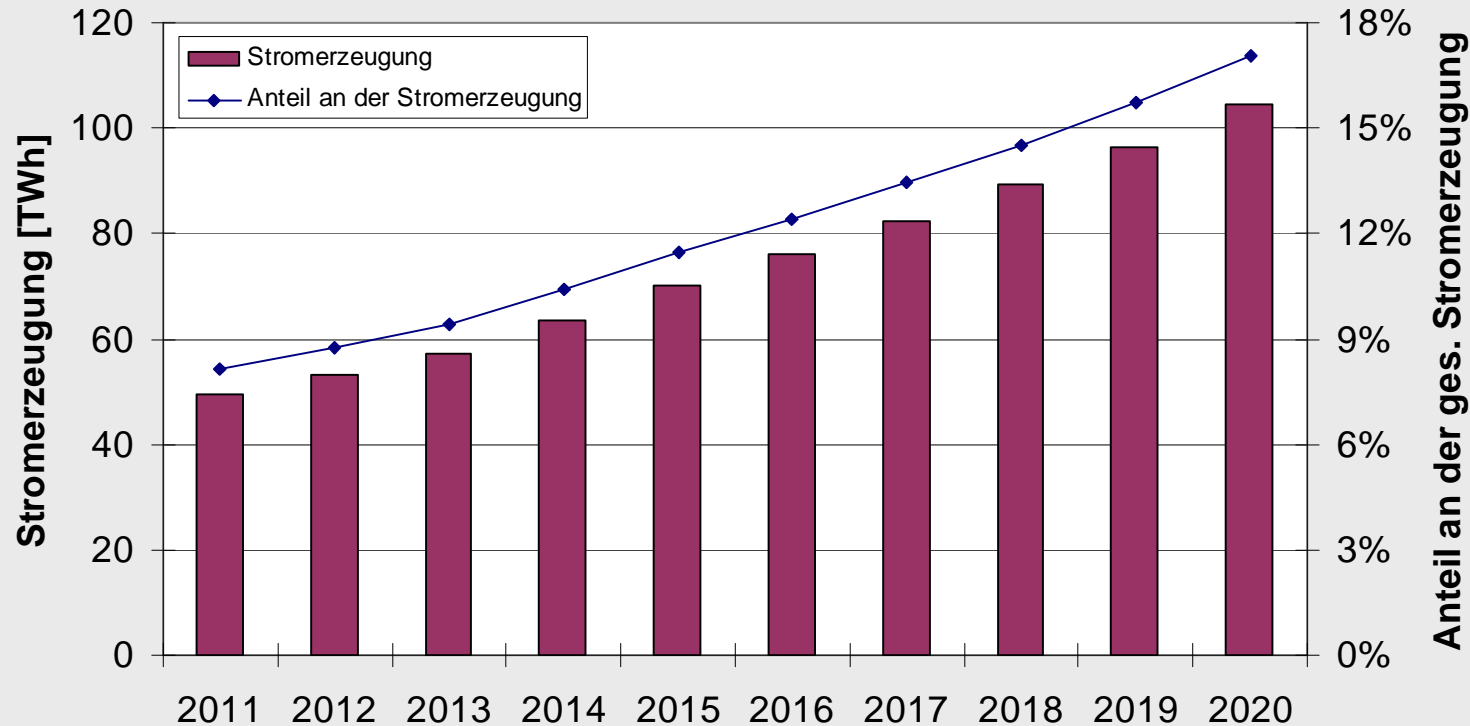


Ganzheitliche Bewertung des Umwelteinflusses der Windenergie

André Sternberg, André Bardow

7. Ökobilanz-Werkstatt, 20. - 22. September 2011

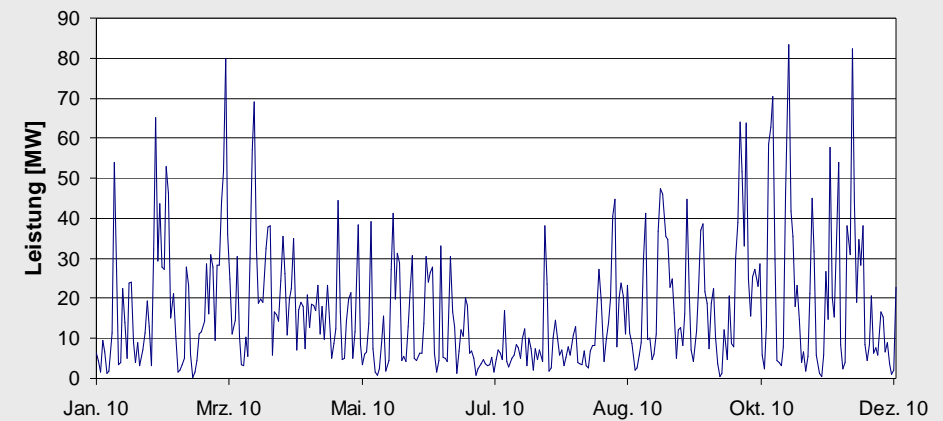




Treibhausgasemissionen (GWP_{100a}): 11,3 g_{CO₂eq}/kWh

Quellen: Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen; Bundesregierung Deutschland

ecoinvent: electricity, at wind power plant 800kW



Ganzheitliche Bewertung GWP: ???

Strom ab Windkraftanlage
GWP: 11,3 g_{CO₂eq}/kWh

Herstellung

Betrieb

Entsorgung



Auswirkung auf das
Stromnetz

Lastausgleich

GWP: ???

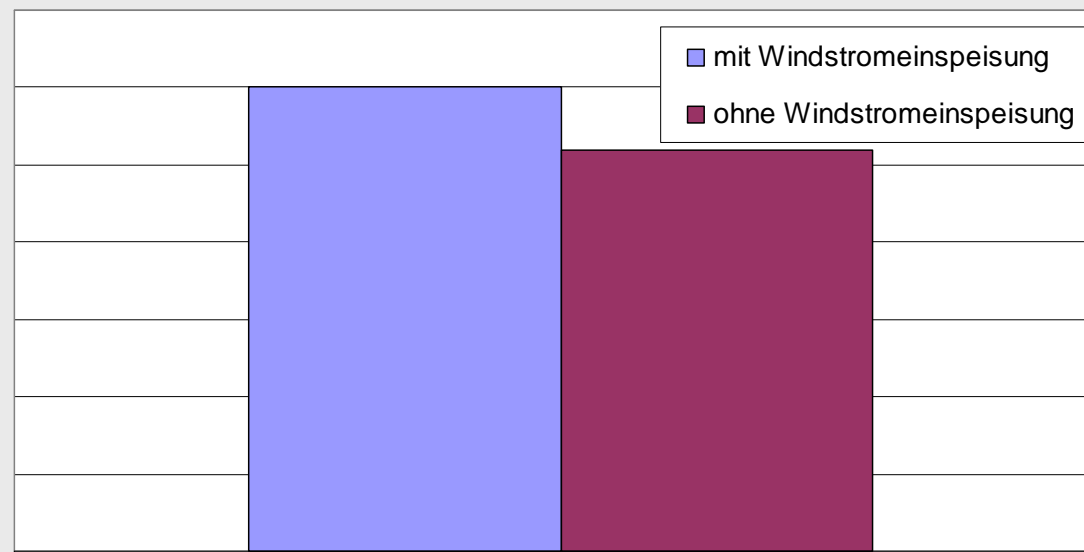
Speicherung

GWP: ???



- Bestehender Kraftwerkspark stellt Reserven bereit

→ Konventionelle Kraftwerke vermehrt in Teillast



spezifische CO2-Emissionen der konventionellen Kraftwerke

→ Zusätzliches GWP der Windenergie: $55 \text{ g}_{\text{CO}_2\text{eq}}/\text{kWh}_{\text{Wind}}$

Quellen: Roth et. al.; Windenergiebedingte CO2-Emissionen konventioneller Kraftwerke; 2005

Ganzheitliche Bewertung GWP: ???

Strom ab Windkraftanlage

GWP: 11,3 g_{CO₂eq}/kWh

Herstellung

Betrieb

Entsorgung

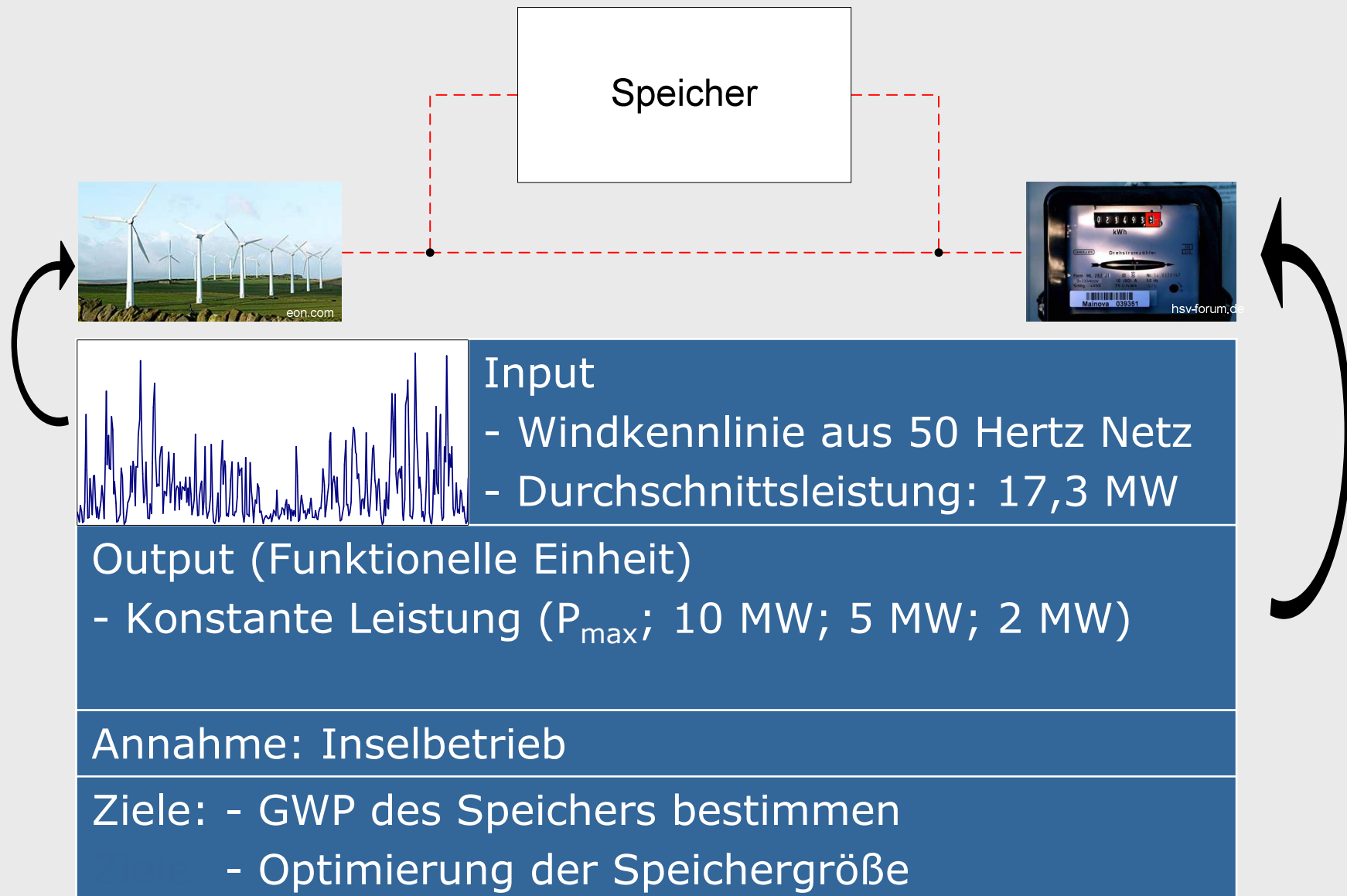
Auswirkung auf das
Stromnetz

Lastausgleich

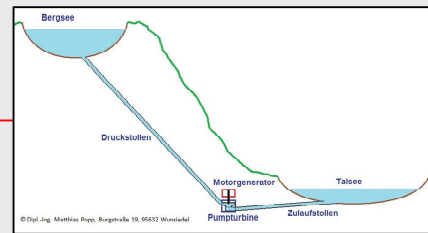
GWP: 55 g_{CO₂eq}/kWh

Speicherung

GWP: ???



Berechnung
Speicherkapazität



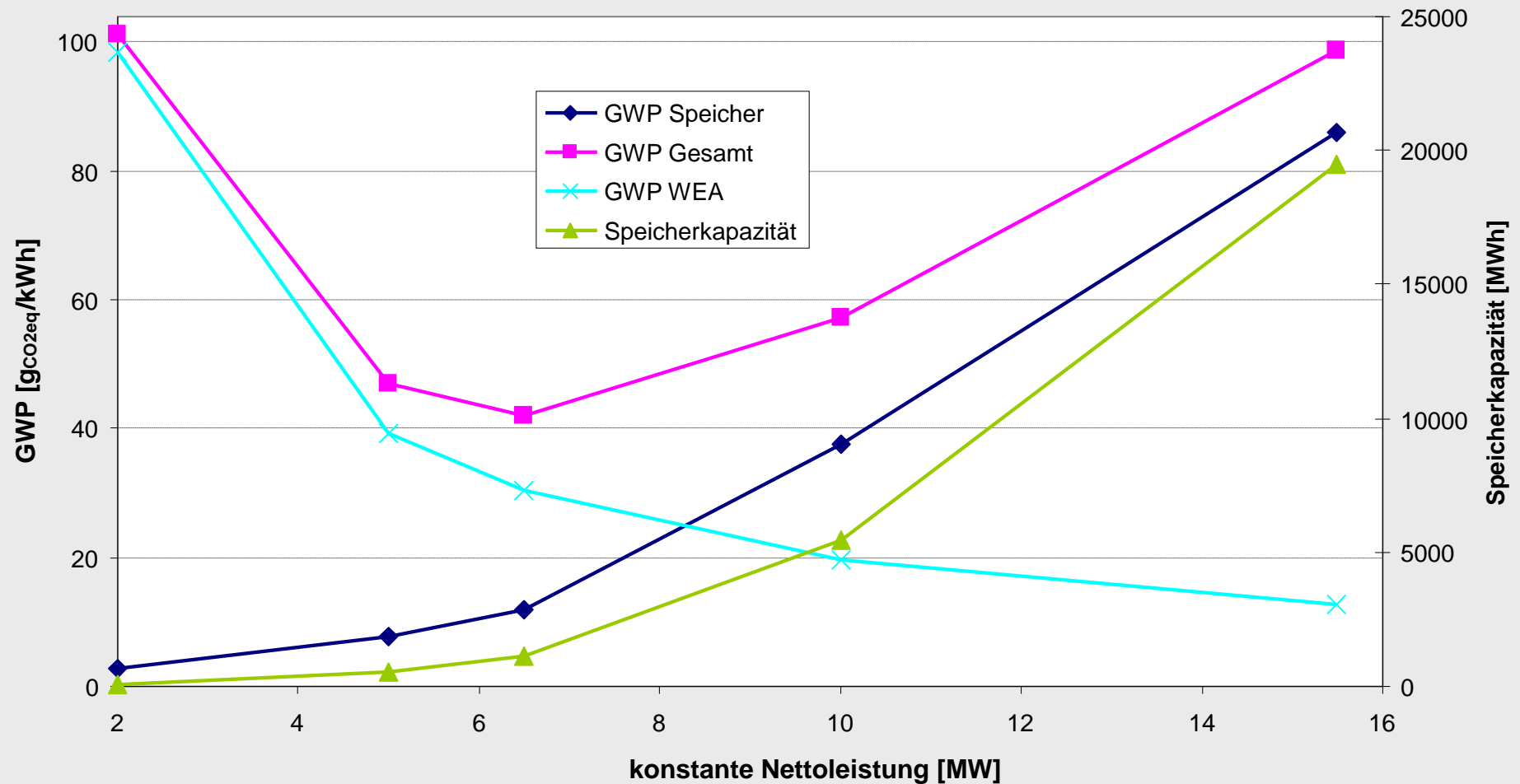
Eingabe
Leistungsbedarf

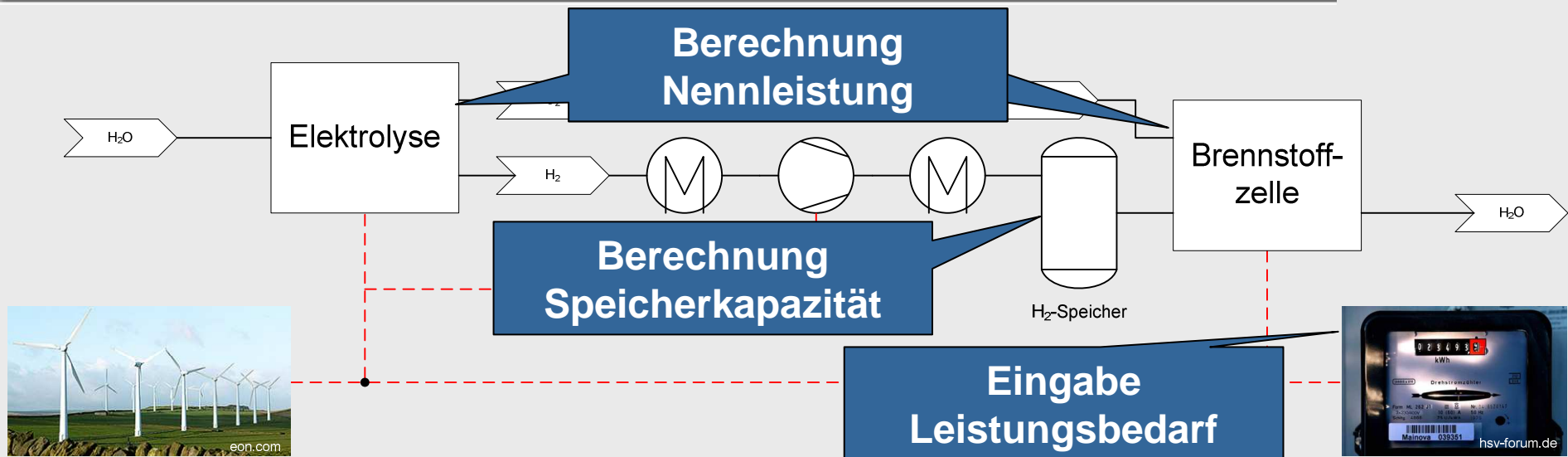


| | |
|--------------|--|
| GWP Bau | 37,7 t _{CO2eq} /MWh _{storage capacity} |
| GWP Betrieb | 1,8 t _{CO2eq} /GWh |
| Lebensdauer | 60 Jahre |
| Wirkungsgrad | 77,5 % |

Quellen: Denholm et. al.; Life cycle energy requirements and greenhouse gas emissions from large scale energy storage systems; 2003

Umwelteinfluss des Pumpspeicherkraftwerks



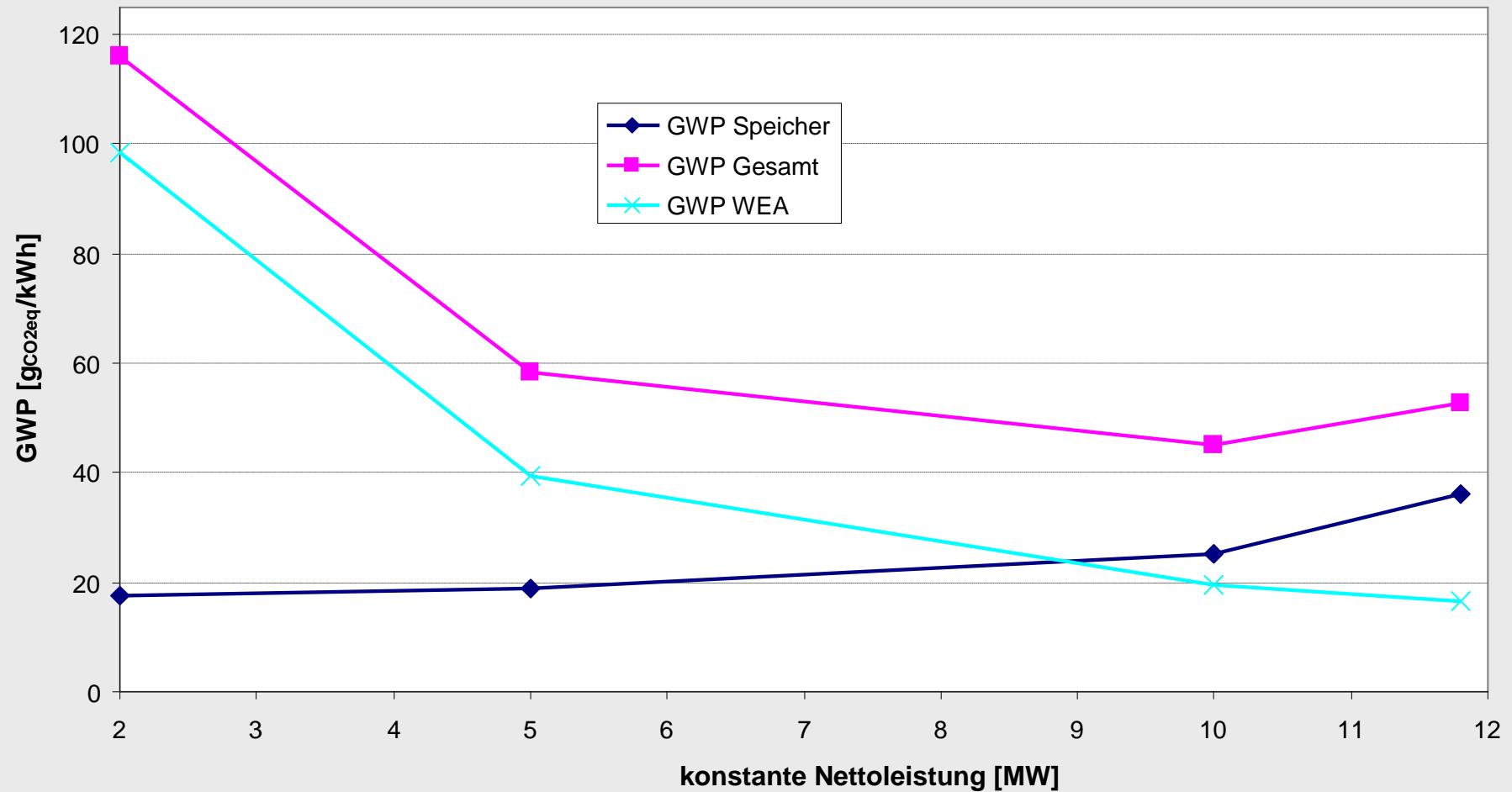


| | Elektrolyse | Speicher | Brennstoffzelle |
|--------------|--|--|--|
| GWP Bau | 0,59 t _{CO₂eq} /kW | 76,5 kg _{CO₂eq} /kg _{H₂} | 1,18 t _{CO₂eq} /kW |
| Lebensdauer | 10 Jahre | 40 Jahre | 10 Jahre |
| Wirkungsgrad | ca. 80 % | ---- | 60 % |

Quellen: ecoinvent

Hydrogen Production and Storage; OECD/IEA 2006

Umwelteinfluss der Wasserstoffspeicherung



GWP: 45 g_{CO₂eq}/kWh



GWP: 66 g_{CO₂eq}/kWh



Ganzheitliche Bewertung GWP: ???

Ansatz für Gewichtung
der Anteile

Strom ab W... Anlage

Weitere Umweltindikatoren
berücksichtigen

Herstellung

Betrieb

-Berechnung präzisieren
-Weitere Speicher betrachten

Entsorgung

Auswirkung auf das
Stromnetz

Lastausgleich
GWP: 55 g_{CO₂eq}/kWh

Speicherung
GWP: ???

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

