



Rothermel 2018

# Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen Industrie in Deutschland – Beispiel der chemischen Industrie

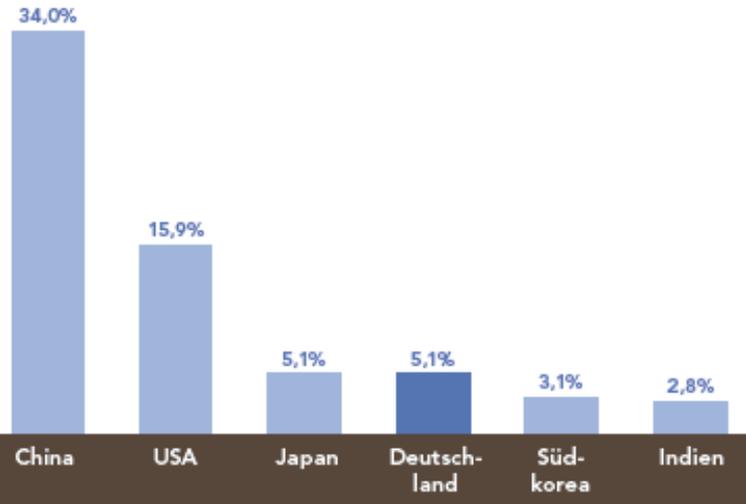
Dr. Jörg Rothermel, Energie Cross Medial, Berlin, 10. März 2020



# Chemische Industrie in Deutschland

## Größte Chemienationen der Welt

Weltmarktanteile am Chemieumsatz in Prozent, 2018

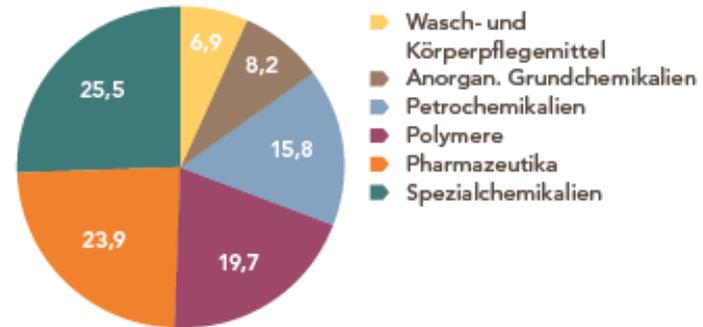


Quellen: Chemdata International, VCI

- Größter Chemieproduzent in Europa
- Rund 2.000 Unternehmen
- Rund 465.000 Beschäftigte
- Rund 203 Mrd. € Umsatz (Platz 3 in D)
- Rund 463 000 Mitarbeiter (Platz 6 in D)
- 7,2 Mrd. € Investitionen (Platz 2 in D)

## Wichtige Produktionsgebiete der Chemie

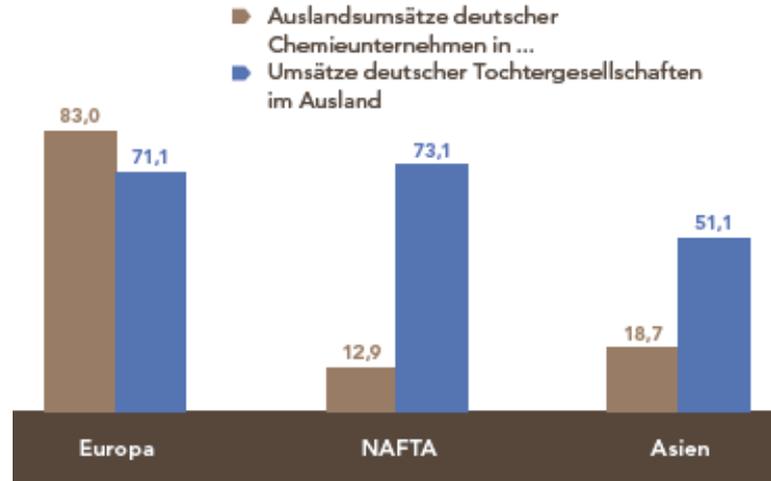
Anteile am Produktionswert in Prozent, 2018



Quellen: Destatis, VCI

## Auslandsumsätze der deutschen Chemieindustrie und Umsätze deutscher Chemietöchter im Ausland

in Milliarden Euro, 2017



Quellen: Deutsche Bundesbank, Destatis, VCI

9. März 2020

DE ENERGIEUNTERNEHMEN  
INDUSTRIEN  
WIRTSCHAFT



# Motivation für die Studie

- Die chemische Industrie ist eine lösungsorientierte Branche.
- Die Zielvorgabe Treibhausgasneutralität bis 2050 ist politisch gesetzt
- Die chemische Industrie in Deutschland verantwortet einen nicht unerheblichen Anteil an den Treibhausgasemissionen
- Die chemische Industrie will auch weiterhin in Deutschland produzieren
- Produktion in einer treibhausgasneutralen Welt bedeutet wird nur möglich sein mit einer treibhausgasneutralen chemischen Produktion
  
- Welche Fragen wurden gestellt?
  - Ist eine treibhausgasneutrale chemische Industrie bis 2050 technologisch möglich?
  - Wie sehen die betriebswirtschaftlichen Faktoren dazu aus?
  - Welche Rahmenbedingungen sind erforderlich?

# Scope der Studie: Welche Treibhausgasemissionen wurden betrachtet?

## Scope 3 Emissionen

Entsorgung

Verwendung  
(Emissionsvermeidung)

## Scope 1 und 2 Emissionen

Produkte

Externe  
Energieerzeugung  
(Strombezug)

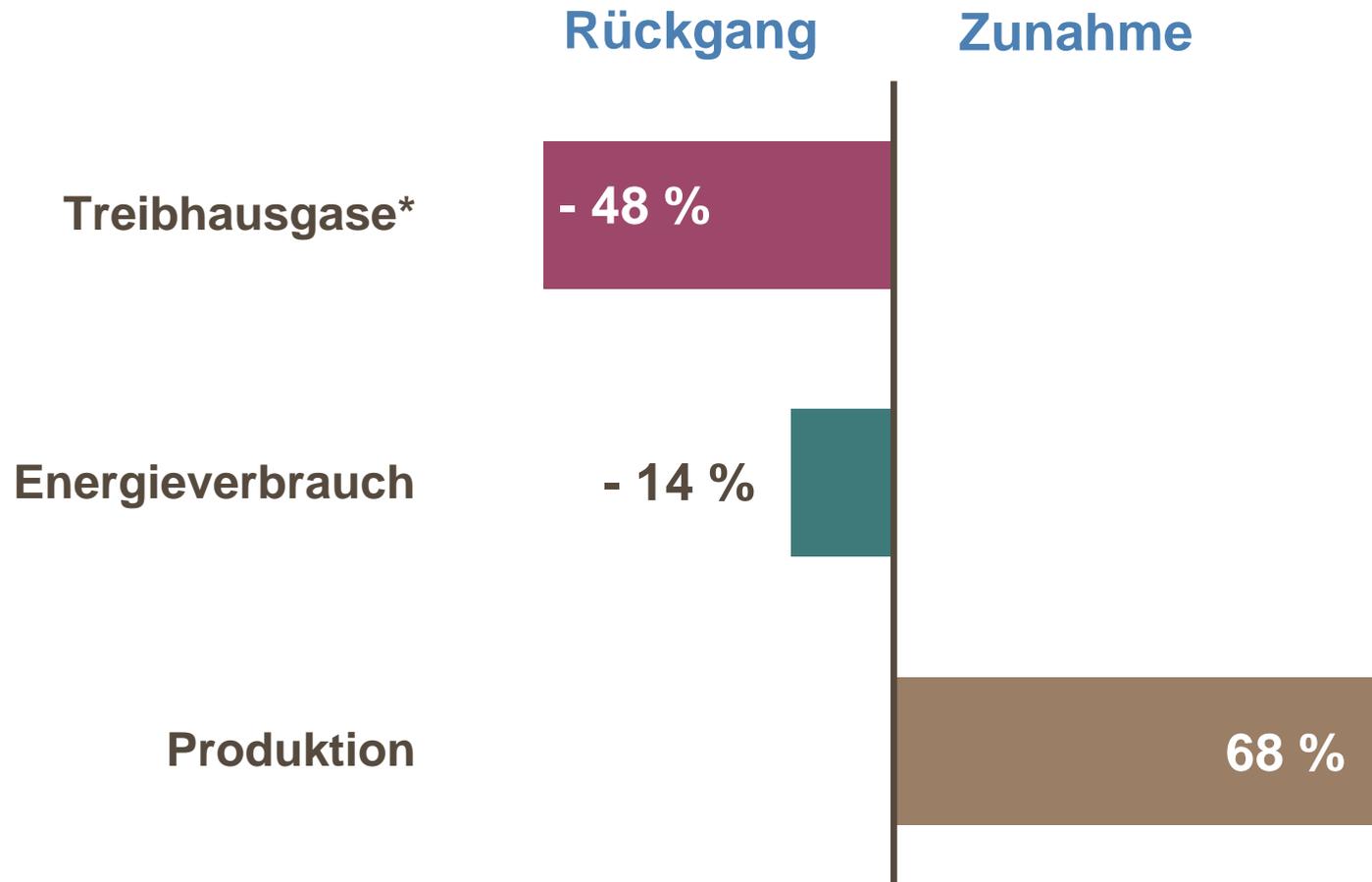
Prozesse der Chemie  
(integrierte energiebedingte und  
stoffliche Emissionen)

Interne  
Energieerzeugung  
(Wärme und  
Strom)

Rohstoffgewinnung  
(Erdöl-/Erdgas-Förderung und  
Transport)

Rohstoffverarbeitung  
(Raffinerien)

# Treibhausgasbilanz 1990 - 2017



Quelle: VCI

\* Emission von Treibhausgasen aus Produktionsprozessen und Energiebedarf

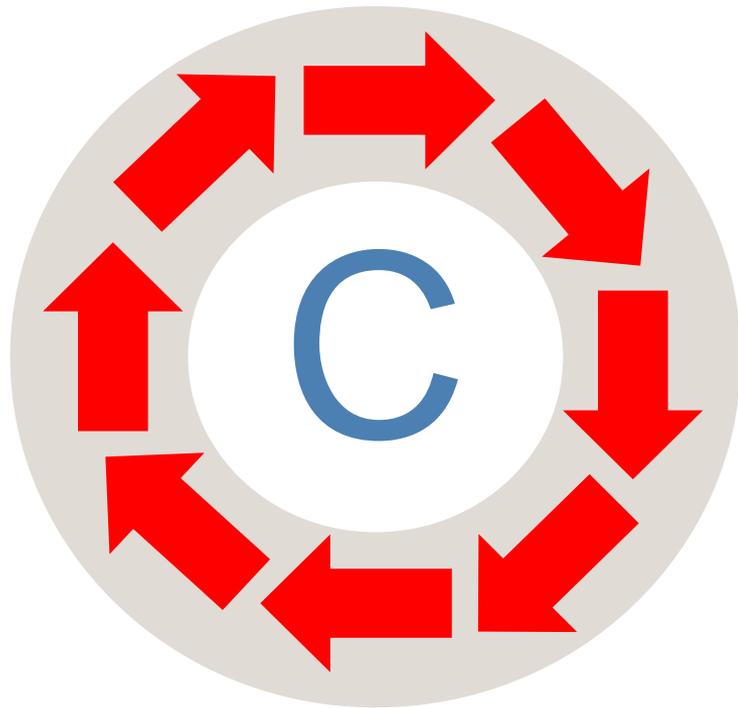
## 3 Pfade/Wegstrecken

- **„Referenzpfad“**: Fortführung des heutigen Verlaufs mit heutigen Technologien und ohne zusätzlichen Investitionen
- **„Pfad Treibhausgasneutralität“**: Treibhausgasneutralität wird mit neuen Technologien erreicht und der erforderliche Strom- und Investitionsbedarf wird ermittelt
- **„Technologiepfad“**: Begrenzte Treibhausgasminderung durch bestehende Restriktionen bei der Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom (225 TWh) und Investitionen (zusätzlich 1,5 Mrd. €/Jahr) wird ermittelt

# Zugrunde gelegte Annahmen

- Kein Mengen- und damit Rohstoffwachstum der Chemie bis 2050
- Zurückgehende Effizienzsteigerungen bei Rohstoff- und Energieeinsatz bis 2050
- Zunehmender Anteil an erneuerbarer Energie auch in der Eigenerzeugung
- CO<sub>2</sub>-Preise: von heute 25 auf 100 €/Tonne ansteigend
- Ölpreis konstant bei 98 \$/bl
- Zunehmender Anteil direkter Kreislaufführung durch mechanisches und chemisches Recycling (stark begrenzte Verfügbarkeit von Kunststoffabfällen)
- Stromkosten stabil bei 4 Cent/KWh

# Welche neuen Technologien spielen einen Rolle?

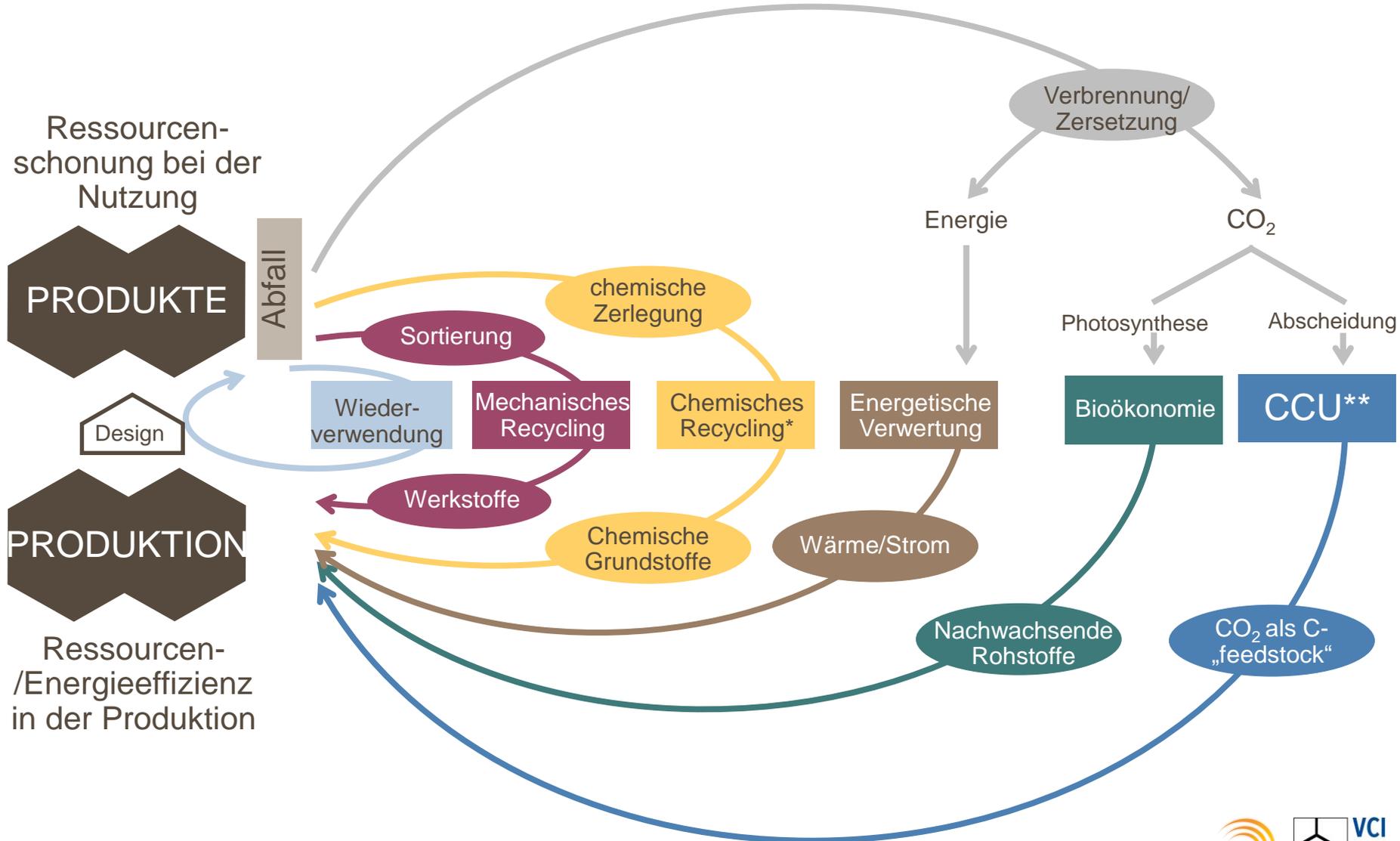


Zentrale Rolle der  
Zirkulären Wirtschaft mit  
Kreislaufführung des  
Kohlenstoffs im  
weitesten Sinne!



Elektrifizierung und  
Deckung des erhöhten  
Energiebedarfs  
durch erneuerbare Energien

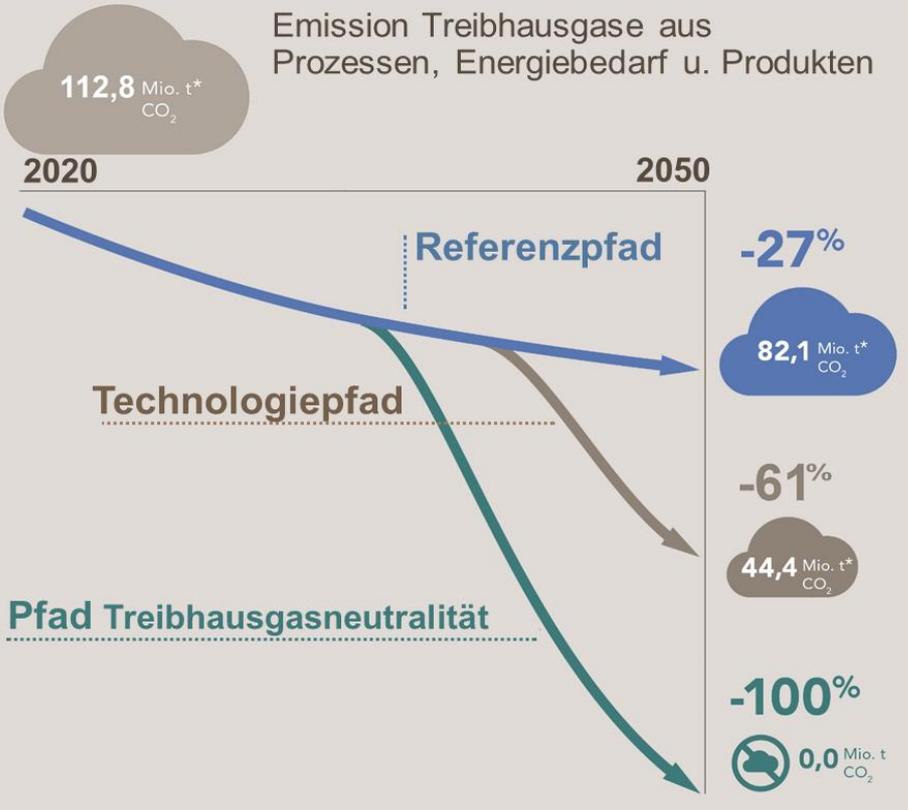
# Kohlenstoff-Kreisläufe in der Chemie



\* Depolymerisation, Pyrolyse, Vergasung; \*\* CCU = Carbon Capture and Use

# Ergebnisse im Überblick

Emission Treibhausgase aus Prozessen, Energiebedarf u. Produkten



## Referenzpfad



**0** Mrd. €  
zusätzliche  
Investitionen



**54** TWh  
Strombedarf  
pro Jahr

## Technologiepfad



**15** Mrd. €  
zusätzliche  
Investitionen



**224** TWh  
Strombedarf  
pro Jahr

## Pfad Treibhausgasneutralität



**45** Mrd. €  
zusätzliche  
Investitionen



**628** TWh  
Strombedarf  
pro Jahr

Annahme Stromkosten: 4 Cent/kWh inklusive Abgaben und Steuern

## Marathonlauf statt Sprint

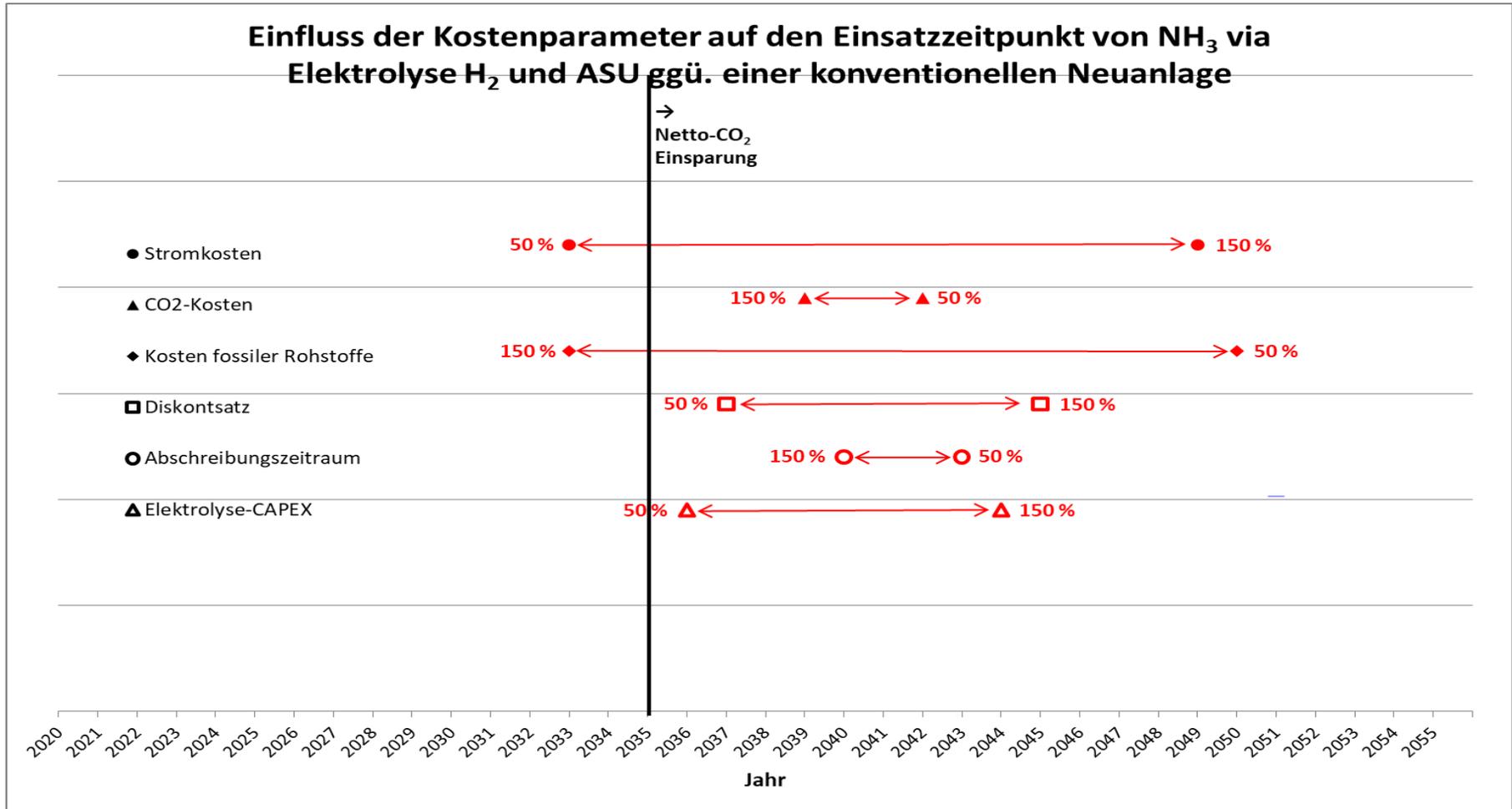
### Zu beachten:

- ➔ **Technologie:** Technologiereifegrad (TRL, Technology Readiness Level) von 9 erforderlich
- ➔ **Nettoemissionsreduktion:** Berücksichtigung des CO<sub>2</sub>-Faktors des erforderlichen Stroms
- ➔ **Wirtschaftlichkeit:** Kostenparität zu Neuanlagen auf Basis der heutigen Technologien wird früher erreicht als zu abgeschriebene Anlagen mit bisheriger Technologien

# Ammoniaksynthese



# Sensitivitäten: Strompreis entscheidend

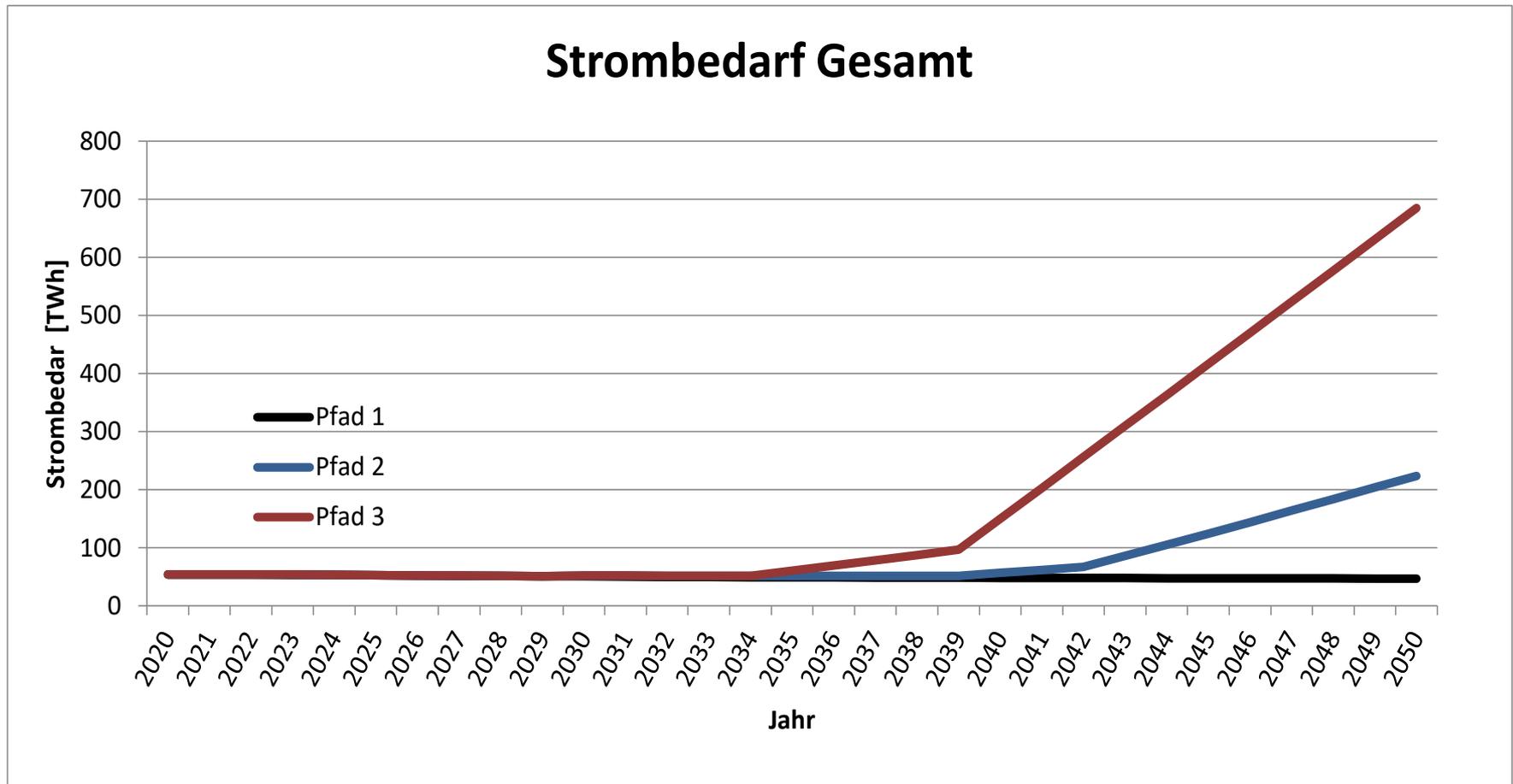


**Sensitivitätsanalyse bezüglich ausgewählter Parameter am Beispiel der Ammoniaksynthese.**

**Bsp.: Sind die Stromkosten um 50% niedriger als in der Roadmap angesetzt, ist das Verfahren schon 7 Jahre früher (2033) wirtschaftlich, sind sie 50 % höher, erst 9 Jahre später (2049), sofern die Entscheidung über den Bau einer Neuanlage ansteht. dabei werden jeweils alle anderen Parameter konstant gehalten (ceteris paribus).**

# Übergreifende Ergebnisse: Strombedarf

## Entwicklung Strombedarf

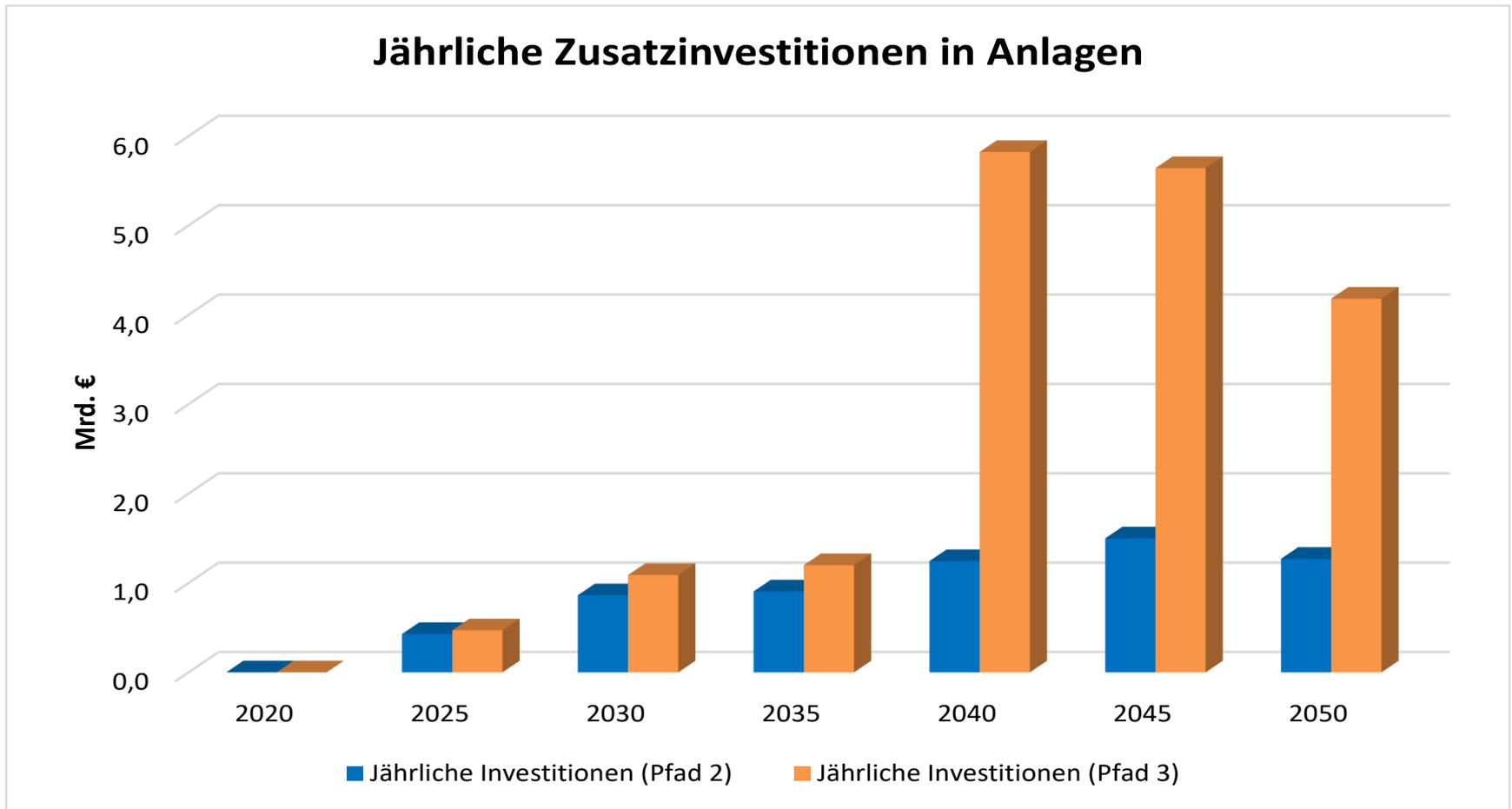


- ▶ Hoher Strombedarf ergibt sich aus:
  - ▶ hohem Wasserstoffbedarf aus Elektrolyse
  - ▶ Prozessenergie z.B. für Electrocracker, chemisches Recycling, ...
- ▶ Starker Wettbewerb bei erneuerbarem Strom zu erwarten
  - ▶ Stärkere Elektrifizierung und damit zusätzlicher Strombedarf bei anderen Industrieprozessen
  - ▶ Wasserstoffbedarf in anderen Bereichen: Stahlindustrie, Mobilität, synthetische Kraftstoffe, ...



Klärung der Fragen, wo der Strom herkommt (nationale, europäische, internationale Produktion), welche Infrastruktur für Strom und/oder Wasserstoff

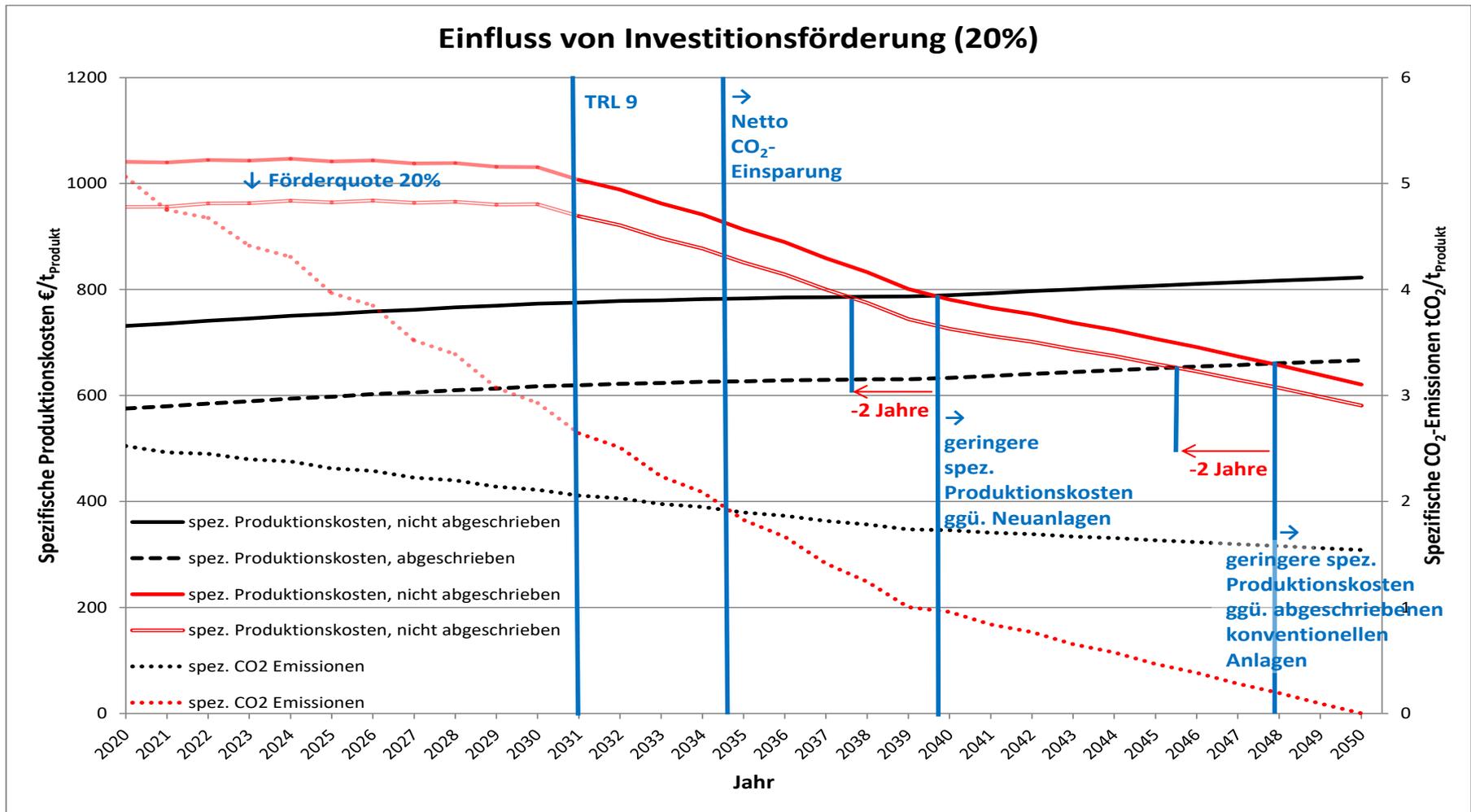
# Übergreifende Ergebnisse: Wirtschaftlichkeit



### Jährliche Zusatzinvestitionen in Anlagen

Enthalten sind Investitionen in neue Anlagen bzw. Retrofit-Investitionen basierend auf den beschriebenen alternativen Technologien;  
enthalten sind auch geschätzte 50% zusätzliche Investitionen für die nicht betrachteten Basischemieprozesse und die Spezialchemie.

# Wirtschaftlichkeit: Einfluss von Investitionsförderung am Beispiel Ammoniaksynthese



**Einfluss von Investitionsförderung auf die Wirtschaftlichkeit.**

Mit einer Förderquote von 20% wird im gezeigten Fall eine Kostenparität mit der konventionellen Technologie 2 Jahre früher erreicht.

- ▶ Strompreis als entscheidender Faktor
- ▶ Hoher Investitionsbedarf: Unterstützung erforderlich
- ▶ Hürden für das (schnellere) Erreichen der Wirtschaftlichkeit müssen abgebaut werden:
  - ▶ Internationales level playing field (europäisch alleine z.B. durch Emissionshandel reicht nicht)
  - ▶ Solange kein level playing field existiert:
    - ▶ Müssen zumindest die bestehenden Entlastungen aufrechterhalten bleiben („Überleben um investieren zu können“)
    - ▶ bedarf es zusätzlicher unterstützender politischer Instrumente



Quelle: Michael Neuhold / Fotolia

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit