

# Wie die Transformation der Chemie gelingen kann

-

## Vorstellung der Ergebnisse von Chemistry4Climate

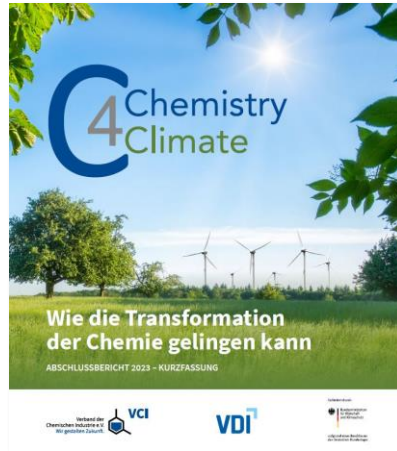
Dr. Roland Geres, FutureCamp, 26. April 2023,  
Akademie der Künste in Berlin



# Zur Vorstellung der Ergebnisse von Chemistry4Climate

## Ziel der Vorstellung heute ...

- Der Prozess im Überblick
- Rückblick auf die Roadmap Chemie 2050



- Die wichtigsten Ergebnisse
- Schlussfolgerungen
- Stoff für Ihre Fragen und Diskussionen!
- **Die vorgestellten Ergebnisse sind das Resultat der Arbeiten und Beiträgen von vielen**

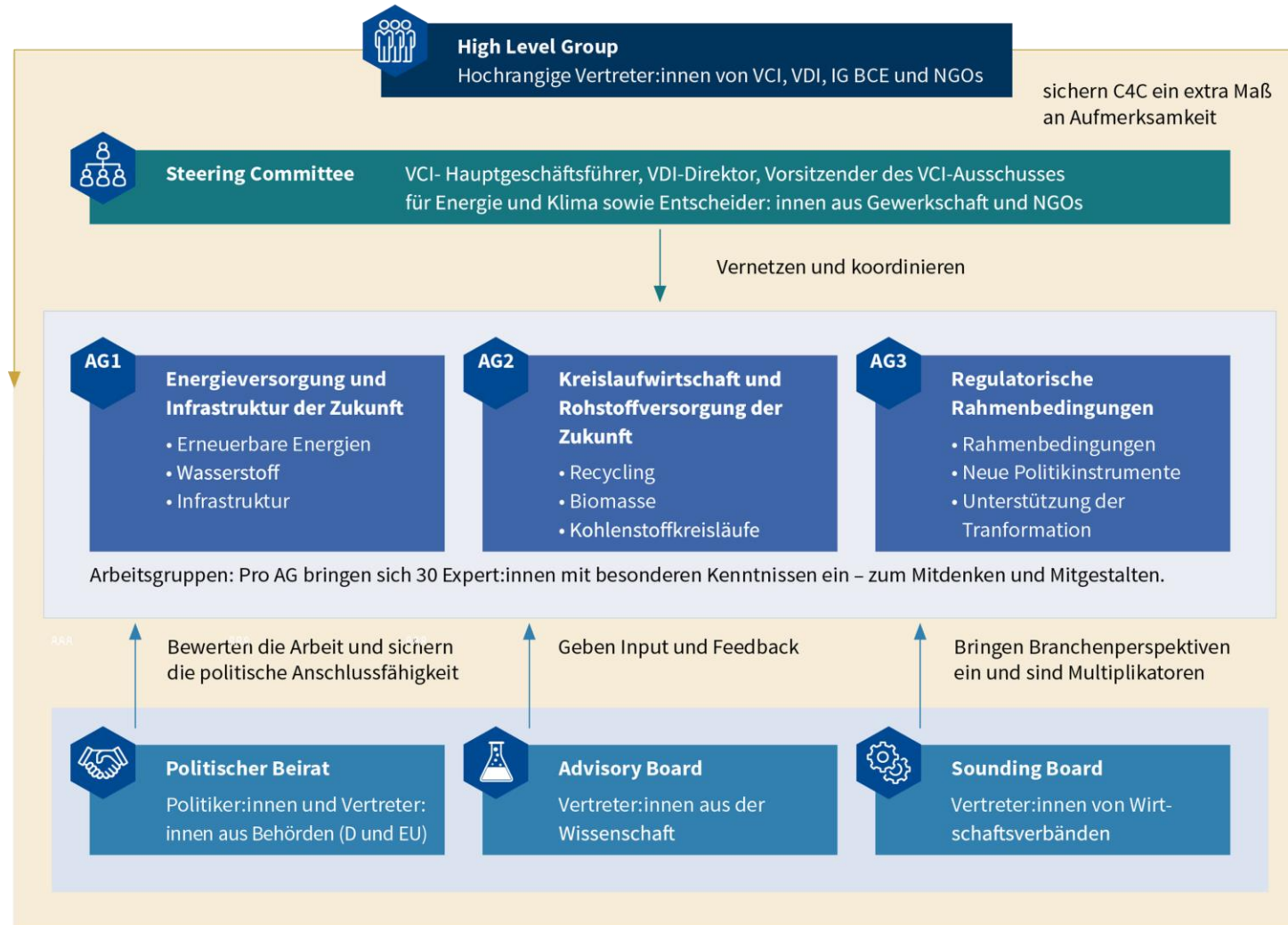
## Zur Person

- Dr. Roland Geres, Geschäftsführender Gesellschafter FutureCamp Holding GmbH
- Seit 2001 auf Klimaschutz spezialisiertes Beratungsunternehmen in München - wir verstehen und als Begleiter auf dem Weg zur Klimaneutralität

**:FutureCamp**

- Mitverfasser (mit Dechema) der Roadmap Chemie 2050
- Rolle im Prozess C4C
  - Moderation Arbeitsgruppe 1, Mitwirkung im Advisory Board
  - Unterstützung der Geschäftsstelle C4C im Prozess

# Überblick: Der Prozess und die Beteiligten



Diskussionen auf Basis eines Fact-Findings durch:

- Deutsches Biomasseforschungszentrum
- BKV
- verschiedene Fraunhofer-Institute und
- DECHEMA

Bild: VCI/VDI – Geschäftsstelle C4C

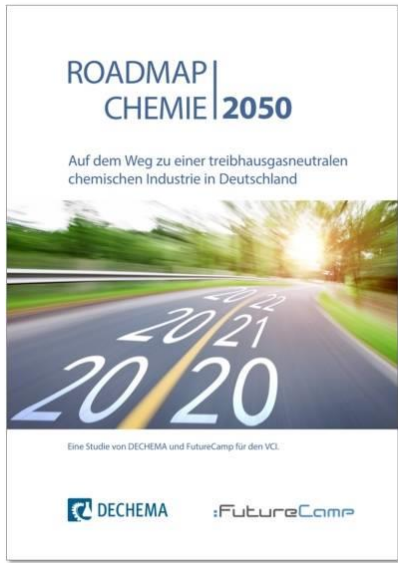
In dem 2-jährigen Prozess Chemistry4Climate konnten dank des Engagements vieler Beteiligter schwierige Themen aufbereitet und diskutiert werden. Das Einbringen sehr unterschiedlicher Perspektiven macht die Ergebnisse belastbarer – auch wenn diese nicht notwendigerweise der jeweils individuellen Sicht entsprechen.



# Rückblick: Die Roadmap Chemie 2050 aus dem Jahr 2019

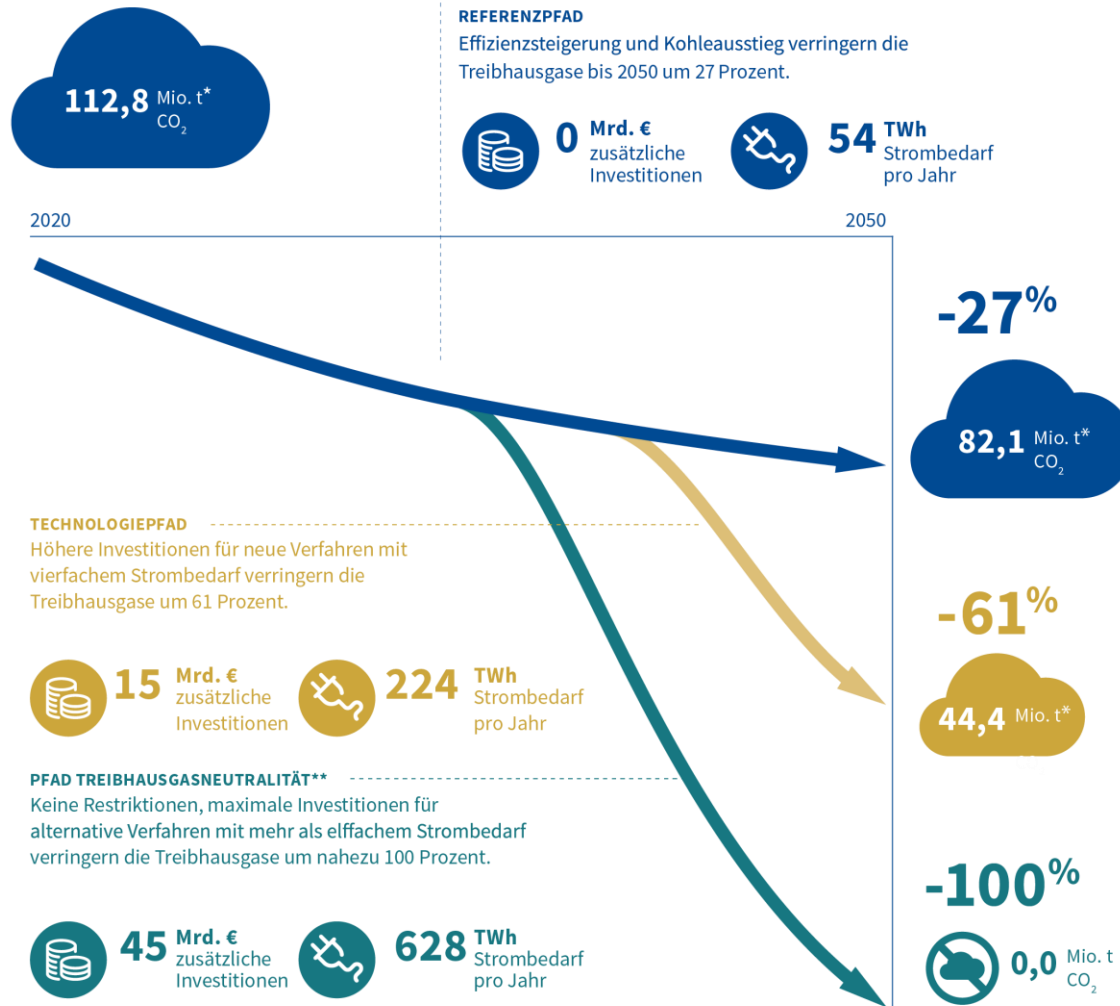
## Die Ergebnisse in Kurzform

Treibhausgasemissionen aus Prozessen, Energiebedarf und Produkten\*



Annahme Stromkosten:  
4 Cent/kWh inklusive Abgaben und Steuern

\*\* Es bleiben geringe Restemissionen, die durch weitere Technologien reduziert werden müssen und nicht Gegenstand der Studie waren.



In der Roadmap führt einer von drei Pfaden zur Treibhausgasneutralität. Die Roadmap trug zur Diskussion bei und diente als Startpunkt für C4C – Weiterentwicklung des THG-Neutralitätspfades. Auch bei C4C wurde der Ersatz des derzeit fossilen **Feedstocks** betrachtet.

# Fortentwicklung: Roadmap Chemie 2050 und veränderte Rahmenbedingungen

- ◆ Wichtige Annahmen geändert
  - ◆ Produktion
  - ◆ Zieljahr
  
- ◆ Genauigkeit erhöht
  - ◆ Spezialchemie und Wärmebedarfe
  - ◆ Produkte und Prozesse
  
- ◆ Neue Erkenntnisse berücksichtigt
  - ◆ Effizienz H<sub>2</sub>-Erzeugung
  - ◆ Erfahrung und Wissen der Beteiligten!

Tabelle 1: Annahmen C4C Fact-Finding vs. Roadmap Chemie 2050

Parameter	Fact Finding (2021/22)	Roadmap Chemie 2050 (2019)
Produktionsmengen	- 0,5 % p.a. für die Grundstoffchemie +1,1 % p.a. für die Spezialchemie	0 % p.a. für die Grundstoffchemie +2 % p.a. für die Spezialchemie
Energieeffizienz-entwicklung	Grundstoff-/ Spezialchemie: 2020: 0,5 % / 2,0 % 2030: 0,2 % / 1,5 % 2040: 0,05 % / 1,0 % 2045: 0,02 % / 0,5 %	Grundstoff-/ Spezialchemie: 2020: 0,5 % / 2,0 % 2030: 0,2 % / 1,5 % 2040: 0,05 % / 1,0 % 2050: - % / 0,5 %
Spezialchemie	Aufgeschlüsselte Betrachtung des Strom- und Wärmebedarfs nach 8 Sektoren	Keine aufgeschlüsselte Betrachtung; Annahme: Kohlenstoff aus Grundstoffchemie geht vollständig in die Spezialchemie; kein Import/Export
Produkte	Zusätzlich Buten und Isomere; Wasserstoff getrennt betrachtet; Spezialchemie nach Sektoren	10 Grundchemikalien
Prozesse	Wasserstoff/CO <sub>2</sub> , für Olefine und Aromaten über MTA/MTO ; Biomasse und Kunststoffabfälle über Pyrolyse zu Naphtha	Für Olefine u. Aromaten zusätzlich FT-Naphtha + E-Cracker, Flashpyrolyse von Biomasse, Ethylen über Bioethanol
Wärmebereitstellung	Separat für Grundstoff- und Spezialchemie; 90 % Effizienz bei Power-to-Heat 70 % Effizienz für H <sub>2</sub> als Brennstoff	Nicht separat betrachtet
Wasserstofferzeugung	Effizienzsteigerung auf Ø 70 %; 47,5 MWh/t H <sub>2</sub>	Konservativ 60 % Effizienz; 55 MWh/t H <sub>2</sub>

Bildnachweise: VCI/VDI – Geschäftsstelle C4C

Fact Finding als wissenschaftliche Basis für die Diskussionen in den Arbeitsgruppen und Gremien. Rahmenbedingungen, neue Erkenntnisse berücksichtigt, Wissen auch außerhalb der Chemie integriert.

# C4C: Die 3 Szenarien zur Klimaneutralität



- ◆ Szenario 1:  
Fokus auf maximale direkte  
Stromnutzung



- ◆ Szenario 2:  
Fokus auf Wasserstoff und PtX-  
Brenn- und Rohstoffe



- ◆ Szenario 3:  
Fokus auf Sekundärrohstoffe  
(Kunststoffabfälle und Biomasse)

Bildnachweise: Adobe Stock über Geschäftsstelle VCI-C4C

Die mit Stakeholdern diskutierten und durch Dechema berechneten Szenarien bilden ein mögliches Spektrum ab. Sie erlauben Schlussfolgerungen und zeigen Potenziale und wechselseitige Abhängigkeiten. In der Realität wird auf der Ebene der Unternehmen entschieden, welcher Weg jeweils eingeschlagen wird.

# C4C: Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick – Wechselwirkungen werden deutlich

## Alle Werte beziehen sich auf das Jahr 2045

Parameter [Einheit]	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Anmerkung
Strombedarf [TWh]	464	508	325	In Szenario 2 am höchsten wegen hohem H <sub>2</sub> -Bedarf inkl. Strombedarf für Wasserstoff
Wasserstoffbedarf [TWh]	214	283	148	H <sub>2</sub> -Bedarf für Fischer-Tropsch-Naphtha und Brennstoff in Szenario 2 besonders hoch
CO <sub>2</sub> -Bedarf [kt]	44.051	51.977	21.310	Fischer-Tropsch-Naphtha-Route (Szenario 2) hat den höchsten CO <sub>2</sub> -Bedarf
Biomassebedarf [kt Trockenmasse]	2.700 für Spezialchemie		26.576 für Grundstoff, 2.700 für Spezialchemie	Nutzung zusätzlicher Biomasse und Einsatz in Grundstoffchemie nur in Szenario 3; dann max. verfügbares Potenzial ausgeschöpft
Kunststoffabfallbedarf [kt]	3.160 für Mech. Recycling		3.160 für Mech. Recycling, 2.228 für Chem. Recycling	Chemisches Recycling und Einsatz in Grundstoffchemie nur in Szenario 3; dann max. verfügbares Potenzial ausgeschöpft
Fischer-Tropsch-Naphtha-Bedarf [kt]	-	15.334	6.134	
Bio-Naphtha-Bedarf [kt]	-	-	5.691	Nur in Szenario 3
Methanolbedarf [kt]	30.558	-	-	Nur in Szenario 1 für MTO/MTA zu Olefinen und Aromaten
Nomin. Investitionen [Mio. €]	40.296	40.623	25.676	In Szenario 1 und 2 wegen Investitionen in Elektrolyseure am höchsten

**Die Chemie braucht Kohlenstoff – je mehr dieser aus Biomasse und Recycling für die Chemie verfügbar ist, desto geringer ist der Bedarf der Chemie an Wasserstoff, Strom und Investitionen.**

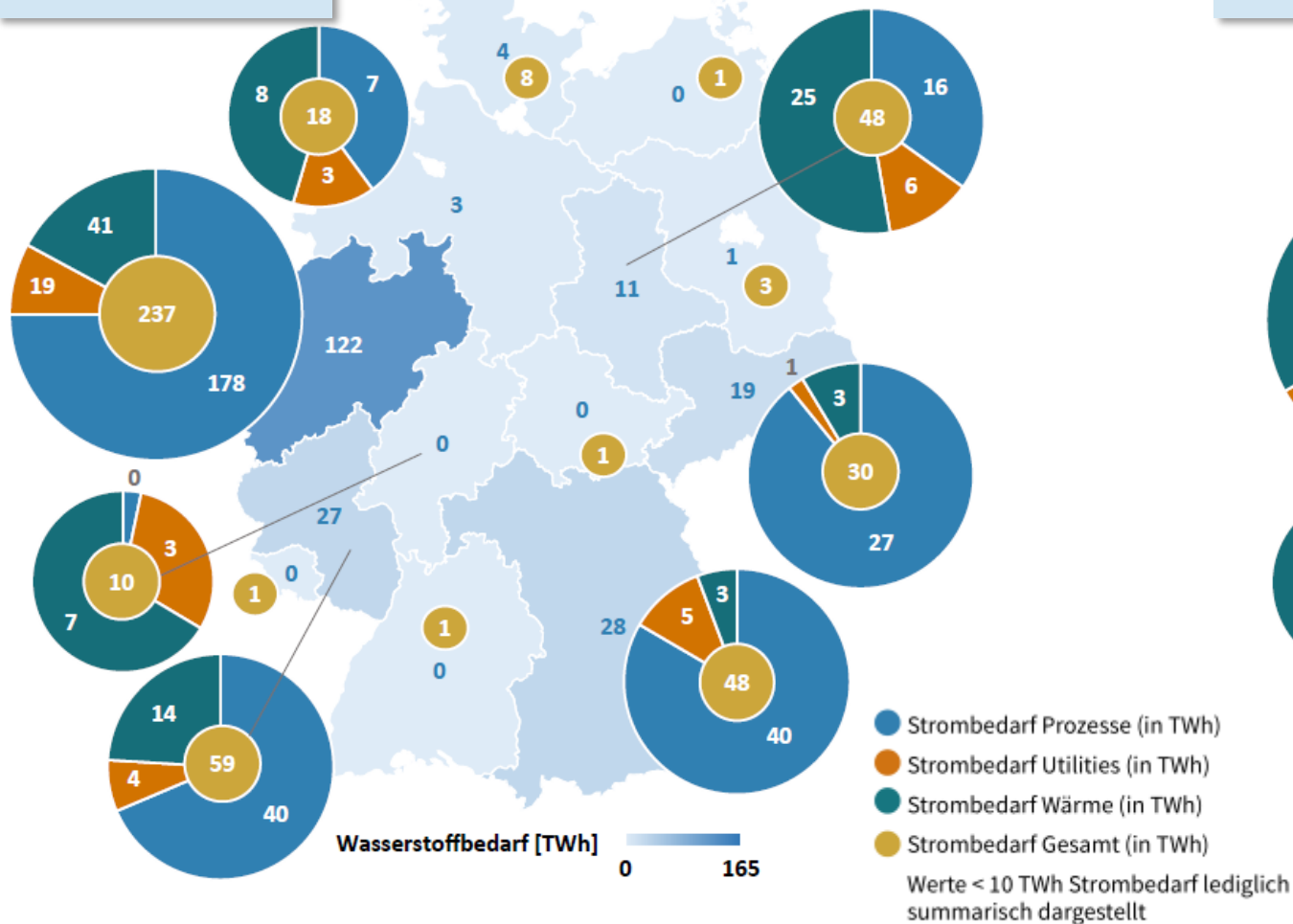
Bildnachweise: VCI-C4C Geschäftsstelle C4C; Dechema



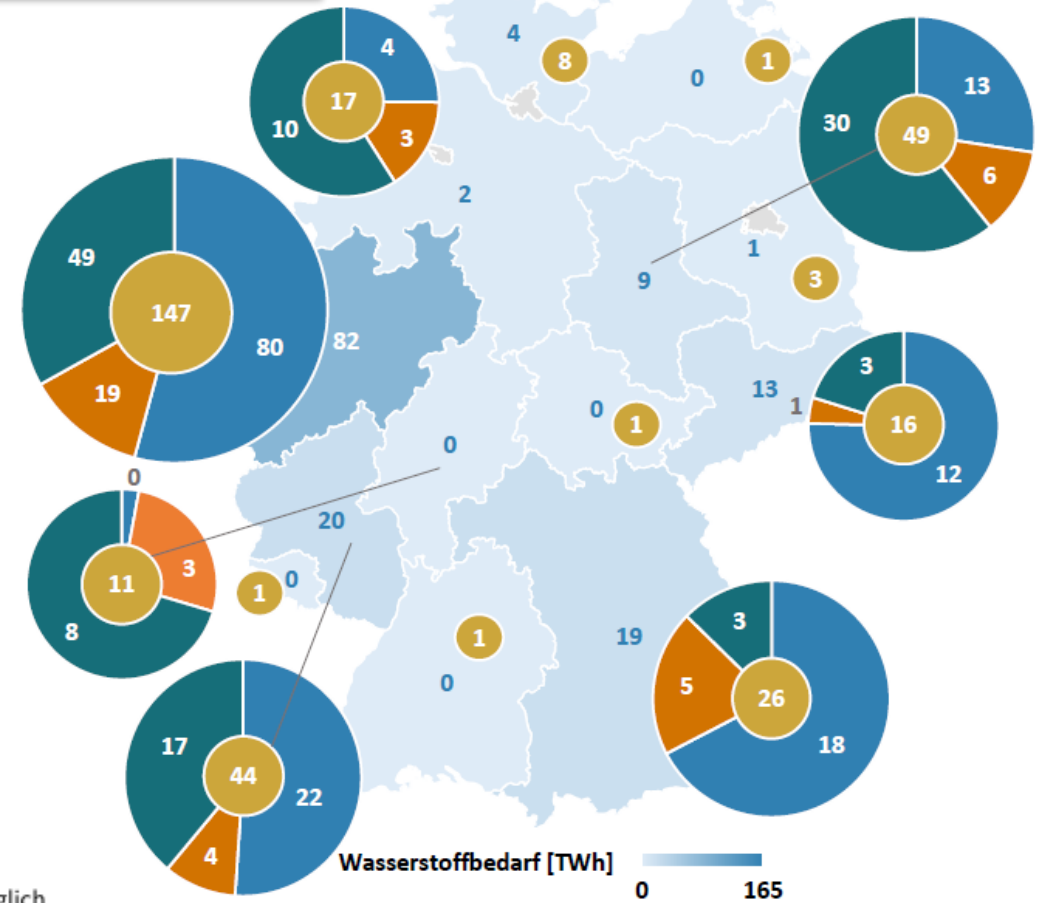
# C4C: Regionalisierte Aussagen ableitbar – Wasserstoff- und Strombedarfe 2045

## Große regionale Spannweiten erkennbar – Beispiel Szenarien 1 und 3

### Szenario 1



### Szenario 3



Bilder: VCI/VDI – Geschäftsstelle C4C; Dechema



# C4C: Mit den Stakeholdern wurden Schlussfolgerungen und Empfehlungen erarbeitet

## 33 Schlussfolgerungen und Empfehlungen reflektieren und verdichten

- Fact-Finding-Ergebnisse,
- Erfahrungen,
- Sichtweisen verschiedener Stakeholder

## 6 Themenfelder interagieren und sind von großer Bedeutung für die Transformation

- Kunststoff-Kreislaufwirtschaft
- Biomasse
- CO<sub>2</sub>-Quellen
- Strom aus Erneuerbaren Energien
- Wasserstoff
- Finanzierung



Bild: VCI/VDI – Geschäftsstelle C4C

Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen dienen zum einen der Klärung und Verdichtung und beinhalten auch Empfehlungen an die Politik. Sie spiegeln auch das Meinungsbild in den Arbeitsgruppen und Gremien wieder.

# C4C: Schlussfolgerungen und Empfehlungen

## 6 Handlungsfelder zur Transformation der Chemieindustrie in Deutschland

### 1. Kunststoff-Kreislauf

Produktdesign

Verwertungsverfahren und Recyclatqualität

Mentalitätswechsel:

Nicht „Abfall“ sondern **Sekundärrohstoff**

### 2. Biomasse

Nachhaltigkeit, auch bei Importen

Nutzungskonkurrenz und -hierarchie

Vorrang **stofflicher** Nutzungen

Energetische Nutzung bei **Hochtemperaturbedarf**, idealerweise mit CCSU

### 3. CO<sub>2</sub>-Quellen

**CO<sub>2</sub>** wird als **Rohstoff** für Chemie

unverzichtbar - CCU als Kernelement der THG-

Neutralität der Chemie

Zentrale und regionale Infrastrukturen

### 4. Strom aus erneuerbaren Energien

Kapazitäten + Netze = Voraussetzung

Importe, Flexibilitäten und Speicher

Wärmebedarfe (PtH) bei regionalen

Planungen berücksichtigen

### 5. (Grüner) Wasserstoff

Nutzungskonkurrenz im Hochlauf

Vorrang dort, wo THG-Einsparungen anders nicht möglich / sehr hoch sind

Erzeugung in EU und Importe

Infrastrukturen und Speicher

### 6. Finanzierung

**Strompreis** 4-6 ct/kWh + Hochlauf H<sub>2</sub>

Maximierung des Recycling- sowie des nachhaltigen Biomassepotentials

Förderinstrumente einschließlich

Klimaschutzverträge

Die Schlussfolgerungen und Empfehlungen sind nicht nur branchenspezifisch und von Relevanz für aktuell laufende Arbeiten auf europäischer und nationaler Ebene:

Weitere Ausgestaltung des Fit-For-55-Pakets, nationale Strategien etwa zum Ausbau erneuerbarer Energien, Wasserstoff, Biomasse, Kreislaufwirtschaft und Carbon Management.

# Verdichtete Schlussfolgerungen aus Sicht der C4C-Geschäftsstelle – Wertschöpfung beginnt mit Grundstoffen - große Mengen Strom und Wasserstoff

1. Angesichts der veränderten geopolitischen Rahmenbedingungen braucht es eine **Industriestrategie** zur Sicherung eines für die Resilienz des Standortes Deutschland erforderlichen Mindestmaßes an inländischer **Grundstoffproduktion**.

2. Eine klimaneutrale Chemie 2045 benötigt gut **500 TWh** Strom aus erneuerbaren Energien zu wettbewerbsfähigen Preisen. Deshalb braucht es neben dem enorm ambitionierten **Ausbau der Erneuerbaren** und der **Infrastruktur** auch einen **Transformationsstrompreis von 4-6ct/kWh**. Sagt nicht nur die Industrie. Sondern eine breite Stakeholderschaft, die möchte, das Transformation gelingt.

3. Die chemische Industrie ist bereits heute der größte Nutzer von **Wasserstoff** und benötigt künftig in etwa die **achtfache** Menge: CO<sub>2</sub>-arm und zu wettbewerbsfähigen Preisen. Ambitionierter Ausbau, diversifizierte Importstrategien, die bürokratiearme Förderung von grünem Wasserstoff und eine bessere Netzregulierung sind dafür die wesentliche Erfolgsfaktoren.



# Verdichtete Schlussfolgerungen aus Sicht der C4C-Geschäftsstelle – Kreislaufführung von Kohlenstoff und Biomasse sind zentrale Elemente

4. Durch umfassendes **Recycling von Kunststoffen** und der Nutzung **nachhaltiger Biomasse** kann der Strombedarf um bis zu **180 TWh** gesenkt werden – das entspricht der gesamten Produktion aus Wind und Photovoltaik 2022. Auch der Wasserstoffbedarf könnte so halbiert und der Investitionsbedarf der Branche von 40 auf 25 Mrd. Euro deutlich reduziert werden.

5. Um die größtmögliche Menge Kohlenstoff entlang der Wertschöpfungskette im Kreislauf zu führen, muss das mechanische Recycling durch **chemisches Recycling** ergänzt und komplementär eingesetzt werden. Hierfür muss das Kreislaufwirtschaftsrecht / Abfallrecht entsprechend angepasst werden.

6. Für Biomasse braucht es eine **Nutzungshierarchie** auf Basis einer Mehrfach- und Kaskadennutzung mit hoher Priorität für eine nachhaltige stoffliche Nutzung mit möglichst langlebiger Bindung des enthaltenen Kohlenstoffs. Konkret bedeutet das die **Umlenkung** gegenwärtig genutzter Biomasse, der Anbau **flächenreduzierter Biomasse**, eine stärkere Förderung des **Waldbaus** sowie die Förderung der Potenziale der **Bioökonomie**.

# Verdichtete Schlussfolgerungen aus Sicht der C4C-Geschäftsstelle – Chemie braucht Kohlenstoff, Infrastrukturen und Europa

7. Keine Chemie ohne Kohlenstoff. CO<sub>2</sub> ist eine der wichtigsten Kohlenstoffquellen der Zukunft. **CCU** ist daher ein **Kernelement** der Transformationsstrategie der Chemie, ergänzt um CCS. Damit sie gelingen kann, braucht es eine **Anerkennung von CCU im ETS**.

8. Zur effizienten Infrastrukturplanung (Strom, Wasserstoff, CO<sub>2</sub>) sollten Planungsprozesse abgestimmt werden (**Systementwicklungsplanung**) und zur Begegnung von Nutzungskonkurrenzen (Biomasse, Wasserstoff) das **Abstimmen von Transformationspfaden kartellrechtlich ermöglicht** werden.

9. Transformation kann nur im **europäischen Kontext** gelingen. Es braucht einen echten Recycling-Binnenmarkt, eine Vollendung des Strombinnenmarktes und einen mindestens europäischen Ansatz für Wasserstoff sowie einen - die Transformation begünstigenden regulatorischen Rahmen.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



**Dr. Roland Geres**  
**Geschäftsführender Gesellschafter**

+49 (174) 975 54 76  
roland.geres@future-camp.de

[www.future-camp.de](http://www.future-camp.de)  
[www.carbon-footprinting.de](http://www.carbon-footprinting.de)

