



# NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel

Konzeptstudie zu einer CCU-Demonstrationsanlage

AeroSpace.NRW Netzwerkabend in Düsseldorf

01.12.2022

Ferdinand Steffen

# Agenda



- 1) Strategische Einordnung der Thematik Power-to-Liquids / eFuels**
- 2) Ergebnisse Konzeptstudie „NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel“**
- 3) Herausforderungen und Erwartungen bei der Realisierung einer Demo-Anlage**

# Agenda



- 1) Strategische Einordnung der Thematik Power-to-Liquids / eFuels**
- 2) Ergebnisse Konzeptstudie „NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel“
- 3) Herausforderungen und Erwartungen bei der Realisierung einer Demo-Anlage



# Perspektiven von eFuels für die Sektorenkopplung

## Potentiale für RWE

Notwendigkeiten generieren Marktpotential

1

**Nachhaltig erzeugte eFuels werden zur sektorübergreifenden Versorgung und Erreichung der Klimaschutzziele benötigt:** als chemischer Langzeitspeicher, Treib- Heiz- und Rohstoff sowie C- und H-Träger zur Substitution fossiler Energieträger

Vorteile gegenüber alleiniger Elektrifizierung und H<sub>2</sub>-Nutzung

2

**Hohe volumetrische Energiedichte ist Voraussetzung für Ferntransport:**

Sowohl als emissionsarmer Treibstoff als auch als Transportmedium für Energie und Wasserstoff bieten eFuels entscheidende technisch-wirtschaftliche Vorteile

Regulatorische Förderung beschleunigt Markteintritt

3

**Gesetzgebung fördert nachhaltige Nutzung speziell im Transportsektor:**

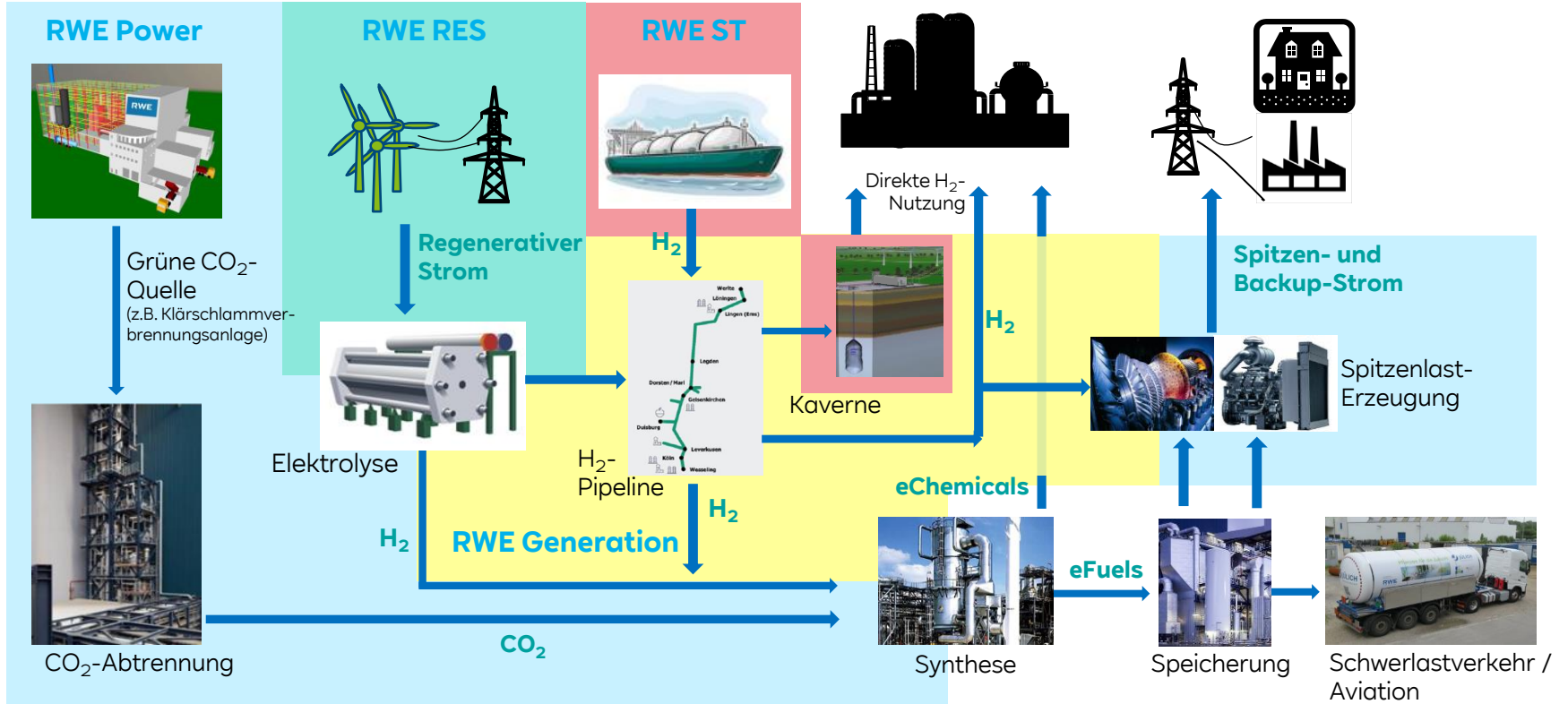
Einführung von Quoten/Contracts for Difference in DE/EU sowie beihilferechtliche Ausnahmeregelungen für erste Großanlagen unterstützen nachhaltiges Investment

Veredelung von Strom und Wasserstoff erhöht Auslastung der Assets

4

**RWE kann einen Beitrag in der weiteren Wertschöpfungskette von Wasserstoff leisten: Erzeugung von grünem Strom, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, eFuel und Handel** unter Nutzung vorhandener RWE-Anlagen/Infrastruktur

# Die F&E-Entwicklungen fügen sich ideal in das RWE Portfolio ein



# Agenda



- 1) Strategische Einordnung der Thematik Power-to-Liquids / eFuels
- 2) Ergebnisse Konzeptstudie „NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel“**
- 3) Herausforderungen und Erwartungen bei der Realisierung einer Demo-Anlage

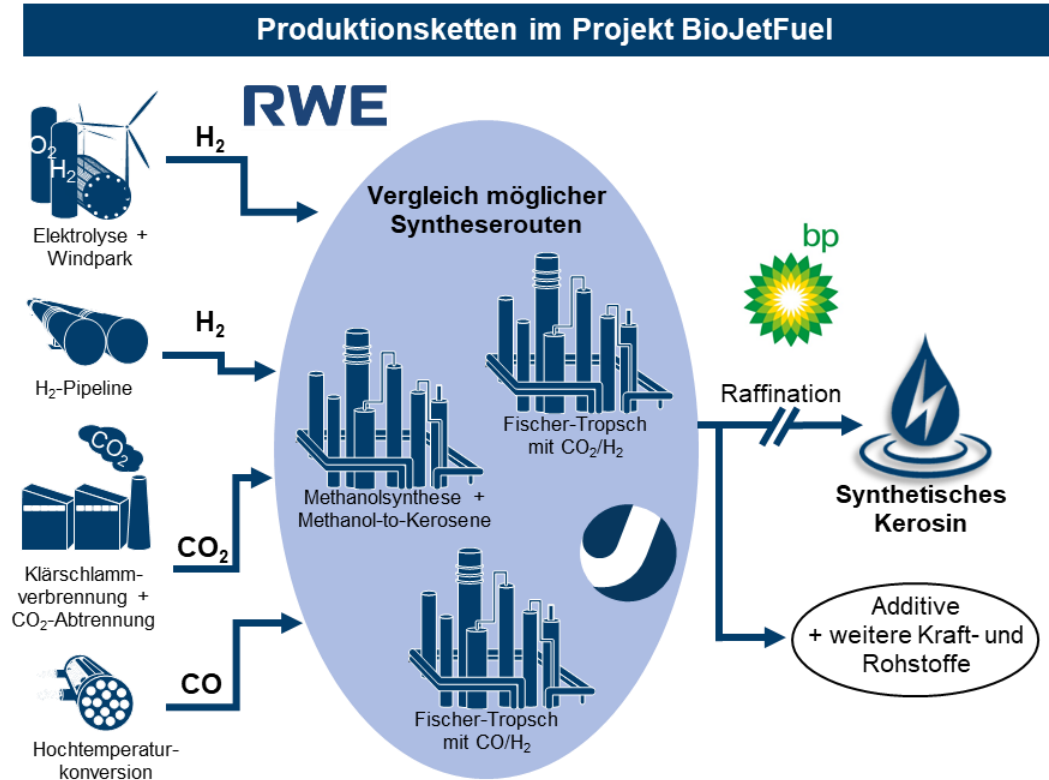
# Studie NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel abgeschlossen



„Konzept und Potentiale einer Demonstrationsanlage für die Produktion von erneuerbarem synthetischen Flugzeugtreibstoff als Beitrag zur Transformation der Reviere in NRW“

## Arbeitspakete der Konzeptstudie:

- **Potenzialbewertung** zur Bereitstellung von erneuerbarer Energie (Windpark), CO/CO<sub>2</sub>, und grünem H<sub>2</sub> an ausgewählten Standorten
- Verfahrensanalysen mittels Prozesssimulationen zur Herstellung von **PtL-Kerosin aus H<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>** (Greenfield)
- Techno-ökonomische Analyse der in die bestehende Produktionsstrukturen integrierten PtL-Verfahren (Brownfield):
  - **KSMVA Knapsacker Hügel (RWE)**
  - **MHKW Essen-Karnap (RWE)**
  - **Raffinerie Gelsenkirchen (BP)**



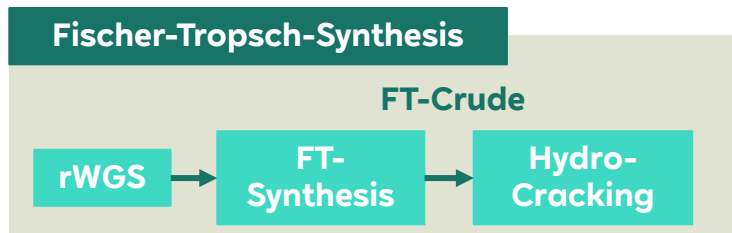


# Techno-Ökonomische Analyse zur Herstellung von PtL-Kerosin

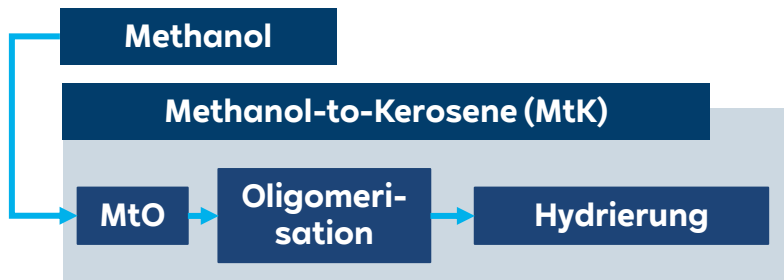
## Fischer-Tropsch Synthese und Methanol-to-Kerosene Verfahren

### Power-to-Liquid Optionen für die Produktion von PtL-Kerosin

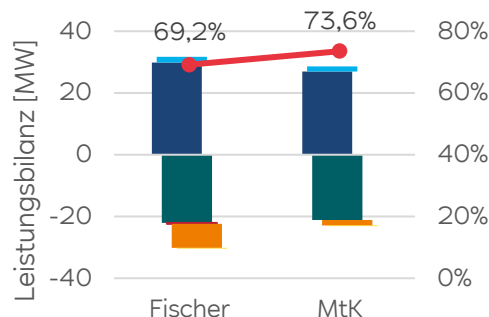
1.) Fischer-Tropsch Synthese (zertifiziert)



2.) Methanol-to-Kerosene Prozess



### Techno-ökonomische Analyse



- ND-Dampf Erzeugung
- MD-Dampf Erzeugung
- HD-Dampf Erzeugung
- Produkte
- Elektrizität
- Edukte
- Anlagenwirkungsgrad

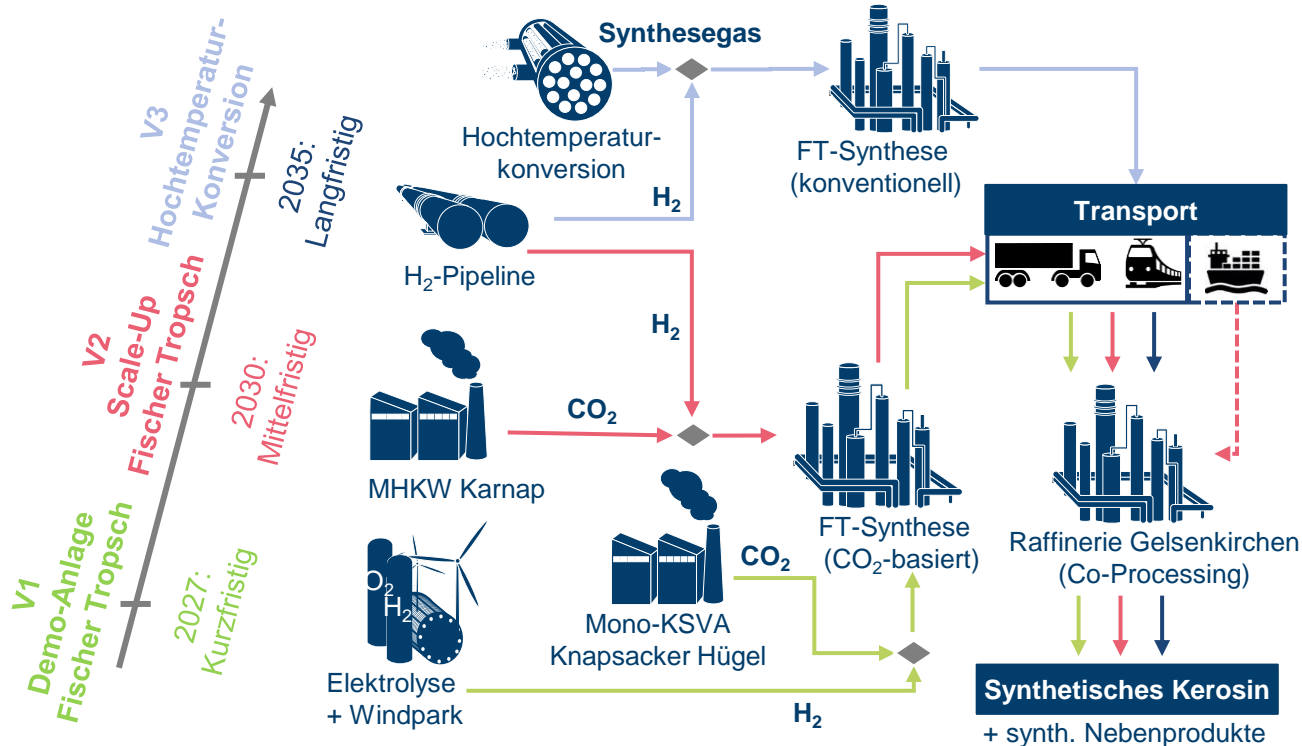
### Auswahl für Top-Varianten:

Beide Verfahren zeigen sehr ähnliche Leistungsfaktoren aus der techno-ökonomischen Analyse.

- Der FT-Synthese wird ein höheres TRL-Level zugeordnet ( $\geq 7$ ) als dem MtK-Verfahren ( $\geq 5-6$ )
- FT-Produkte besitzen eine gültige Lizenzierung als Flugkraftstoff

# Studie NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel

## Produktionsketten der Top-Varianten mit verschiedenen Zeithorizonten



### Varianten und Definitionen:

#### Variante V1 – ab 2027:

- Bildet die vollständige PtL-Produktionskette am Standort Knapsacker Hügel ab.

#### Variante V2 – ab ca. 2030:

- Konzept mit um Faktor 3,1 höherem Produkt-Output als bei V1
- Standort MHKW Essen-Karnap
- Kein eigener Windpark und Elektrolyse darstellbar
- $H_2$ -Bezug über  $H_2$ -Pipeline.

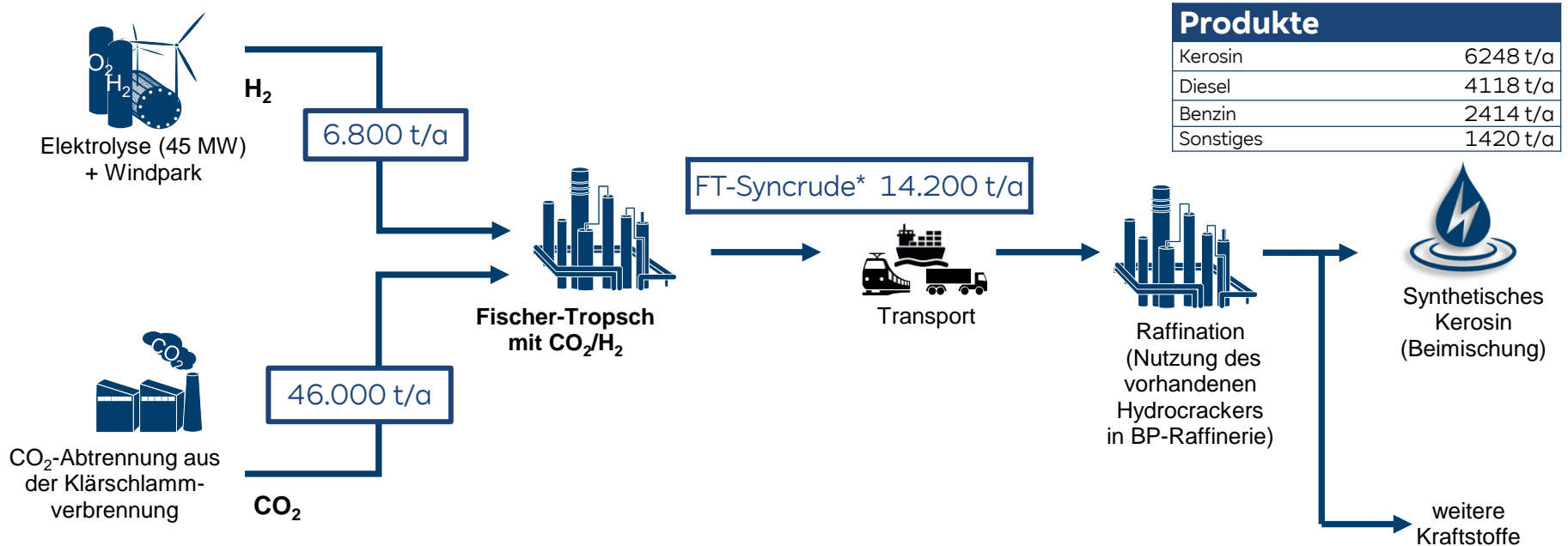
#### Variante V3 - ab ca. 2035:

- Bereitstellung von Syngas über Hochtemperaturkonversion (HTK).
- HTK noch nicht gebaut
- Bezug zusätzl.  $H_2$  aus Pipeline.
- Output Faktor 8,4 höher als bei V1

**Produktgestehungskosten**  
PtL-Kerosin: 3,1 €/l bis 9,6 €/l

# Konzept für Demoanlage Knapsacker Hügel

RWE-Windpark – RWE-Elektrolyse – RWE – grüne CO<sub>2</sub>-Quelle – Fischer-Tropsch-Synthese





# Konzeptstudie NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel

## Zusammenfassung

### 1. Potenzialbewertung

- Die Konzeptvariante V1 kann als Selbstversorger einen Windpark, eine (nahezu) grüne CO<sub>2</sub>-Punktquelle und die notwendige grüne H<sub>2</sub>-Menge aus einem Elektrolyseur bereitstellen.
- grüner Strom – grüner H<sub>2</sub> – grünes CO<sub>2</sub> → grünes Kerosin
- Die 45 MW-Elektrolyse-Einheit sollte im Dauerbetrieb betrieben werden. Für die „Windflauten“ muss zusätzlich Grünstrom aus dem Netz bereit gestellt werden.
- Die Weiterverarbeitung des Vorproduktes erfolgt in einer vorhandenen Raffinerie.

Die zeitnahe Demonstration der vollständigen PtL-Kette kann am Standort Knapsacker Hügel realisiert werden.

### 2. Verfahrensanalyse der PtL-Prozesse

- Fischer-Tropsch Synthese und Methanol-to-Kerosene zeigen ähnliche Anlagenwirkungsgrade im Bereich von ca. 70 - 74 %
- Durch Wärmeintegration der PtL-Synthesen mit weiteren Prozessen können die Wirkungsgrade der Gesamtketten noch optimiert werden.
- Die Ausbeuten der Top-Varianten sind an das Co-Processing im Hydro-Cracker der Raffinerie gebunden. Die Kerosinausbeute liegt bei durchschnittlich ca. 45 %.

Die Fischer-Tropsch Synthese wurde aufgrund der Lizenzierung und TRL als Grundlage für die Erarbeitung der Top-Varianten ausgewählt.

### 3. Ökonomische Analyse

- Die Produktgestehungskosten von PtL-Kerosin nach den ermittelten Verfahrensrouten und Methodik wurden mit 3,05 €/l bis 9,59 €/l abgeschätzt.
- Erst wenn Skalierungseffekte und günstige Strombezugskosten sichergestellt werden, sind Produktgestehungskosten im unteren Bereich der Bandbreite möglich.

Auswirkungen auf die Kosten der Luftfahrt sind überschaubar.

# Agenda



- 1) Strategische Einordnung der Thematik Power-to-Liquids / eFuels
- 2) Ergebnisse Konzeptstudie „NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel“
- 3) Herausforderungen und Erwartungen bei der Realisierung einer Demo-Anlage**

# Aktuell: Machbarkeitsprüfung NRW-Revier-Power-to-BioJetFuel

## Herausforderungen & Erwartungen



### Regulatorik/Gesetzgebung:

- 1. Pragmatische Anforderungen für die Definition Erneuerbarer Energie zur Herstellung von grünem Wasserstoff und grünem Kerosin** im Delegated Act der EU basierend auf anwendbarer RED II
- Die anwendbaren Kriterien für erneuerbare Energien zur Wasserstoffherzeugung müssen als Teil der Revision der RED II angepasst werden.
- 3. Entfall bzw. Ausnahmen bei Stromnebenkosten**



### Partnerschaften:

- 1. BP, RWE und FZJ** sind grundsätzlich bereit, das Projekt fortzuführen – weitere Aktivitäten sind zu definieren (Aufgaben, Ableitungen etc.)
- Weitere Partnerschaften werden derzeit geprüft:
  - I. OEM: Technologiepartner**
  - Kommunale Partner
  - Vereinbarungen mit lokalen Partnern als Vertragspartner (z.B. YNCORIS)



### Staatliche Unterstützung:

- 1. Klärung der Fördermöglichkeiten (Land/Bund/EU)**
- Finanzielle Unterstützung ggf. für zwei unterschiedliche Phasen der Förderung vorsehen:
  - Projektentwicklung (bis Investitionsentscheidung)
  - Ausführung (Errichtung/Betrieb)



### Business Case:

Industrielle CCU-/PtL-Projekte **müssen mittelfristig einen positiven Business Case aufweisen:**

- Spezifische Errichtungskosten (CAPEX) müssen signifikant gesenkt werden
- Stromkosten müssen auf ein absolutes Minimum reduziert werden



**Machbarkeitsprüfung bis Mitte 2023 - insb. hinsichtlich regulatorischer Rahmenbedingungen, Förderoptionen, Technologieverfügbarkeit, Partner und Business Case**

# RWE



**Vielen Dank!**

# Backup

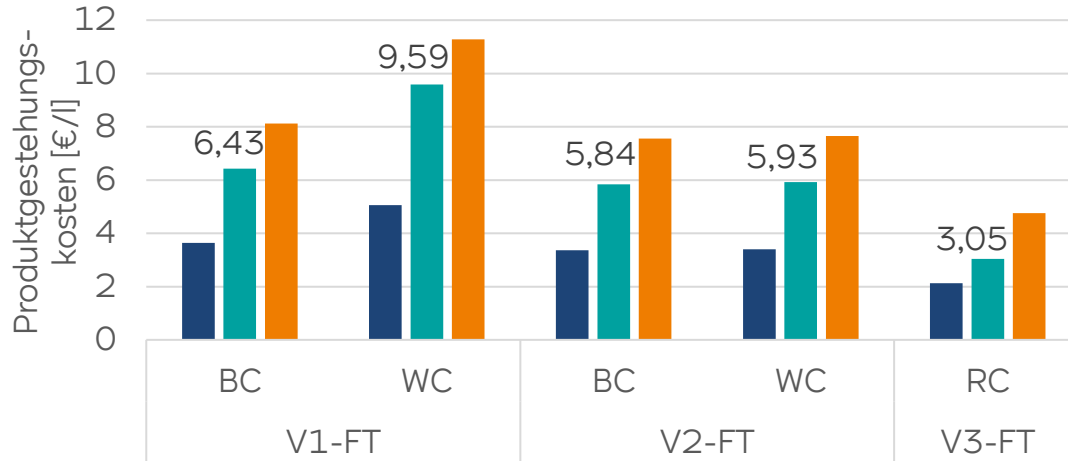




# Spezifischen Herstellkosten für PtL-Kerosin

Ergebnisse der Fischer-Tropsch-Varianten V1, V2 und V3

## Produktgestehungskosten mittels verschiedener Kostenbilanzen



- Minimale Produktgestehungskosten unter Referenzierung aller Nebenprodukte
- Produktgestehungskosten unter Berücksichtigung der prämiensbezogenen Allokation
- Maximale Produktgestehungskosten durch alleinige Umlage auf Kerosinmenge

- Grundpreise für Nebenprodukte aus zeitlicher Mittelung der letzten 5 Jahre.
- Vergütung der Nebenprodukte mit Grundpreisen und Prämien [€/t]:

	Grundpreis	Prämie
Naphtha	274	1.689
Diesel	475	1.542
UCO	349	0

- Ermittelte Kosten sind maßgeblich von den Bereitstellungskosten vom grünen H<sub>2</sub> abhängig.
- Kostenangaben sind von den jeweiligen Bezugsgrößen abhängig.