



CAPHENIA

Turning CO<sub>2</sub> into fuel

„Power and Biogas to Liquid“  
Nachhaltiger Kraftstoff aus Biogas

PBtL

CAPHENIA GMBH  
House of Logistics and Mobility (HOLM)  
Bessie-Coleman-Straße 7  
60549 Frankfurt am Main  
[www.CAPHENIA.com](http://www.CAPHENIA.com)

# Our Mission: Turning CO<sub>2</sub> into fuel

Ein neues Syngas-Verfahren hat vielfältige Implikationen auf gesamte Industriezweige



CO<sub>2</sub> reduzierte bis neutrale

Kraftstoffe



chemische Grundstoffe

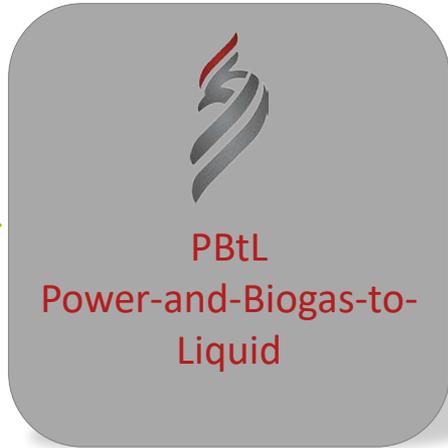


Firmensitz: Frankfurt/Main  
Firmengründung: 2018  
Mitarbeiter: >10  
Technologieentwicklung: seit 2012  
Patentschutz: 216 Patente in 50 Ländern

# Neues Verfahren zur Herstellung von erneuerbaren Kraftstoffen

Bietet Optionen für Sektoren die nur schwer elektrifiziert werden können

Biogas  
Wasser  
Strom



Flüssigkraftstoffe

geeignet für...



Luftfahrt



Schwerlastverkehr



Schifffahrt



Baustellenfahrzeug  
e

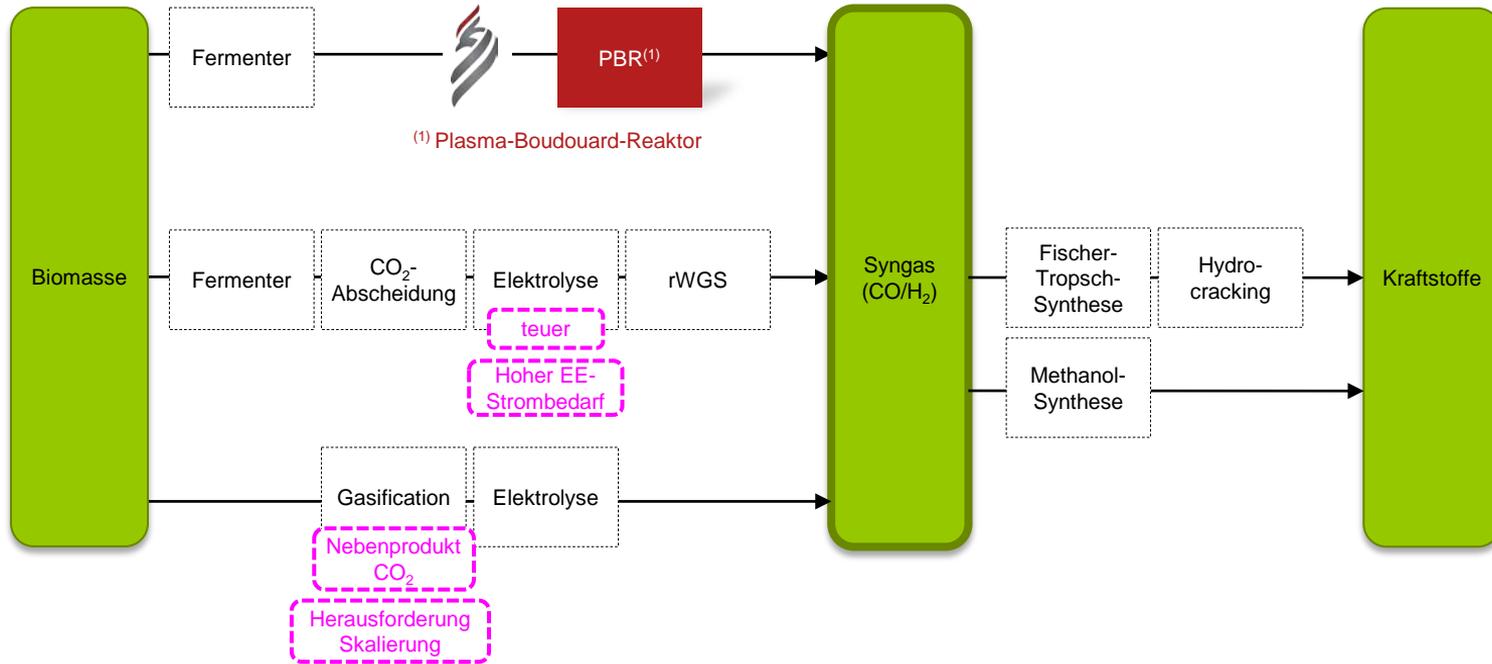


Landwirtschaft

...

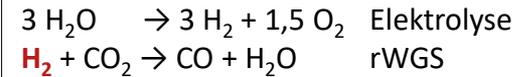
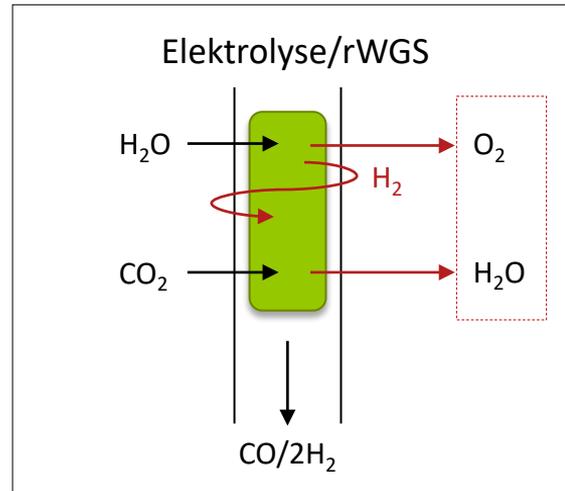
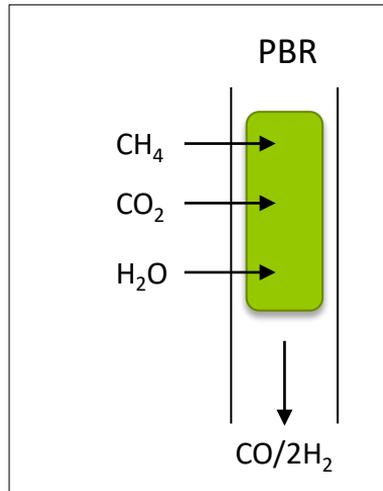
# Die Kraftstoffproduktion aus Biomasse führt meist über das Synthesegas

Eine Einordnung der Power-and-Biogas-to-Liquid-Route



# Plasma-Boudouard-Reaktor hat einfaches und effizientes Prozessdesign

Physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten entscheiden über Effizienz



Vorteil

Kein Stoffstrom verlässt den Prozess

Nachteil

- (1) Zwei Stoffströme verlassen den Prozess. Damit verschlechtert sich die stoffliche Ausbeute, außerdem geht dem Prozess dadurch Bindungsenergie verloren.
- (2) Der Prozess benötigt zusätzliches intermediäres **H<sub>2</sub>**. In der rWGS-Reaktion geht H<sub>2</sub> verloren, bzw. es wird für die Reduktion von CO<sub>2</sub> zu CO benötigt.

# PBtL reduziert den Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien (EE)

Geringere Abhängigkeit von der Engpass-Ressource EE-Strom

Stromverbrauch  
bei Kraftstoff-Produktion<sup>1</sup>  
[MWh / t Fuel]

Elektrolyse  
rWGS  
25,1

PBtL  
3.9

„Ein Power-and-Biogas-to-Liquid Verfahren hat einen **6,4-fach geringeren Bedarf** an EE-Strom für die Produktion von Kraftstoff als ein reines Power-to-Liquid Verfahren über die Elektrolyse und rWGS.“

## Prozessdesign und Physik machen dies möglich

Die einzige Energiequelle im PtL-Prozess ist der elektrische Strom. CO<sub>2</sub> ist energetisch wertlos. Die Energie im Kraftstoff (Kerosin ~43 MJ/kg) stammt deshalb ausschließlich aus dem Input des elektrischen Stroms. Der PBtL-Prozess hingegen nutzt zusätzlich CH<sub>4</sub> (~55 MJ/kg). Damit kann der Bedarf an Energie aus elektrischem Strom drastisch gesenkt werden.

<sup>1</sup> [FfE, 2019] Forschungsstelle für Energiewirtschaft, Endbericht "CO<sub>2</sub>-Bilanz des CAPHENIA Prozesses – Ökologische Bewertung des CAPHENIA Prozesses im Vergleich zu Power-to-Liquid Verfahrensrouten", [www.ffe.de](http://www.ffe.de)

# Mit PBtL können die größten CO<sub>2</sub>-Einsparungen erreicht werden

Ergebnisse einer Well-to-Wheel-Analyse der Technischen Universität Hamburg (TUHH)

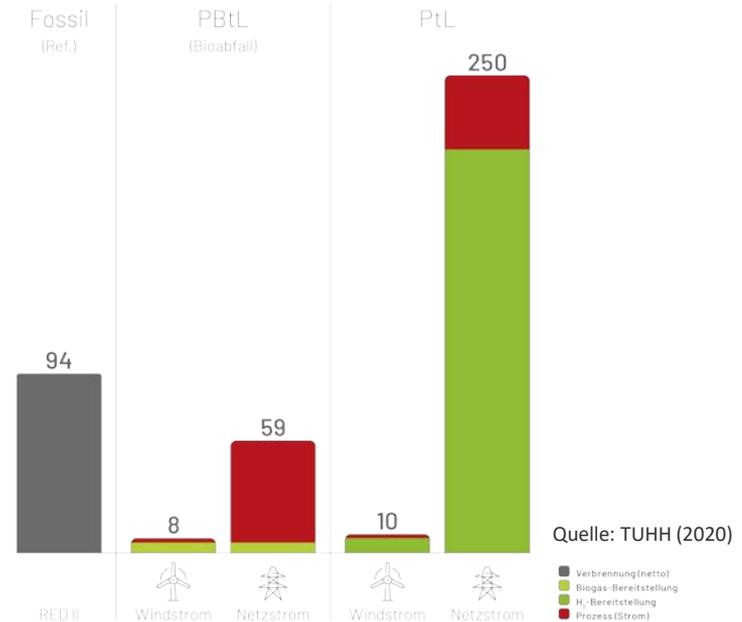
„Ein Power-and-Biogas-to-Liquid Verfahren weist einen extrem niedrigen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf und führt zu **CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 91 %** gegenüber der fossilen Referenz.

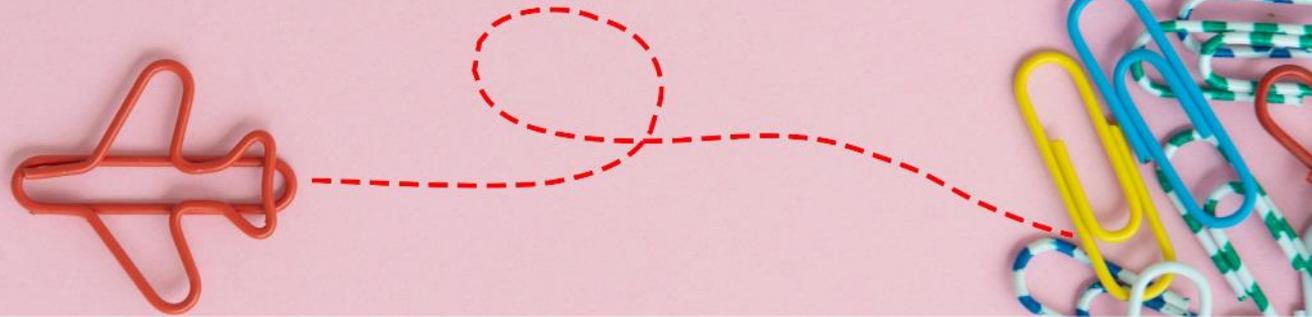
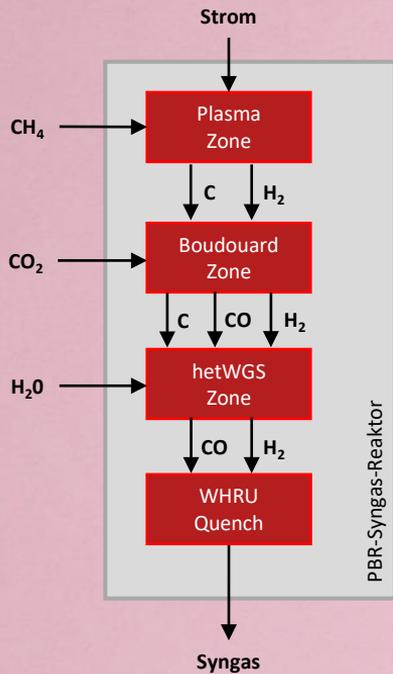
Selbst bei Nutzung von **Netzstrom** wird noch eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von **37 %** erreicht, während ein PtL-Prozess<sup>1</sup> dabei 2,6-mal mehr, als die fossile Referenz ausstoßen würde.“

<sup>1</sup> (Elektrolyse in Kombination mit rWGS)

## THG-Emissionen in g CO<sub>2</sub>eq/MJ Kraftstoff

Nettoemissionen inkl. Verbrennung





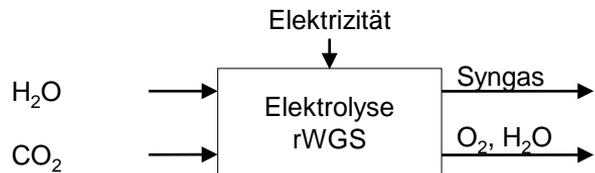
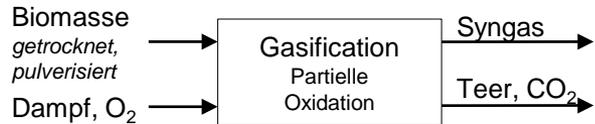
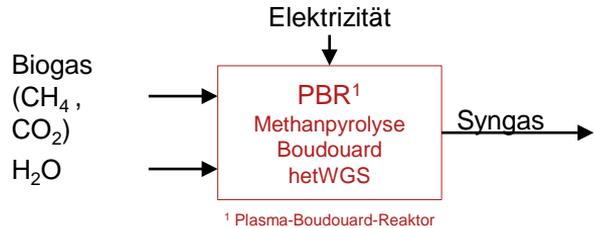
## Wir denken Synthesegas neu

Durch Kombination von bestehenden Prozessen entsteht ein neues Verfahren, das strukturelle Hürden auf dem Weg zu CO<sub>2</sub>-neutralen Kraftstoffen zu überwinden hilft.

Sustainable. Affordable. Scalable.

# Plasma-Boudourd-Reaktor-Technologie zeigt technische Vorteile

Ein neuartiger, hocheffizienter und nachhaltiger Prozess für die Produktion von Synthesegas



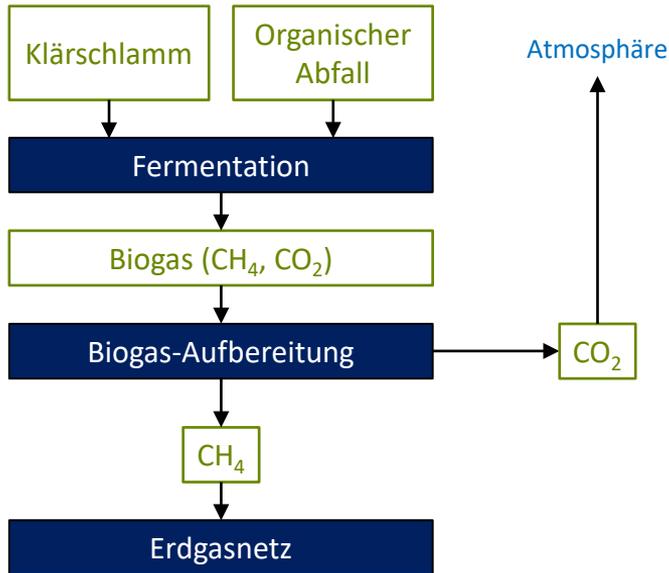
## Vorteile

- ✓ Prozess wird in einem einzelnen Zonenreaktor realisiert  
→ geringere CAPEX-Kosten, weniger komplex
- ✓ Prozess emittiert intrinsisch kein CO<sub>2</sub>  
→ klimafreundlich
- ✓ Per Design keine Nebenprodukte (100 % Selektivität)  
→ keine stofflichen Verluste, kein Verlust an Bindungsenergie, hohe Effizienz
- ✓ Prozess benötigt keinen Katalysator  
→ längere Standzeiten, geringere Kosten
- ✓ 6 mal geringerer Strombedarf verglichen zum konventionellen PtL-Prozess  
→ Engpass-Ressource erneuerbare Energie wird geschont
- ✓ Insgesamt hohe Effizienz für Synthesegasproduktion

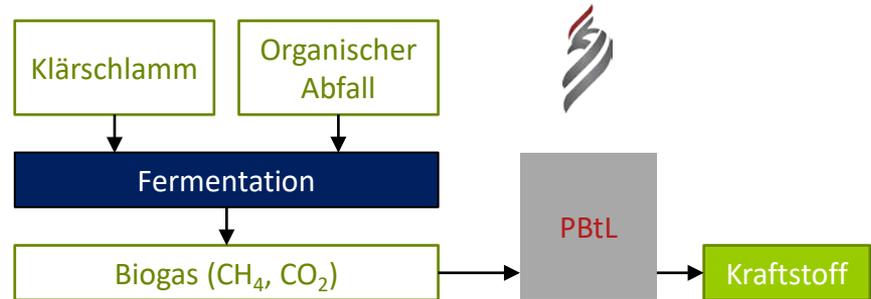
86 %

# Biogas ist der ideale Rohstoff für einen PBR-Synthesegas-Reaktor

Diese Kombination ermöglicht eine systemische Verbesserung von Biogasanlagen



## Vorzeigemodell für Ballungsräume



„Ein Power-and-Biogas-to-Liquid (PBtL) Verfahren erlaubt die gesamthafte Nutzung eines Biogas-Stoffstroms, da sowohl CO<sub>2</sub> wie auch CH<sub>4</sub> gleichzeitig prozessiert werden.“



# Innovationshub Nachhaltige Kraftstoffe Chemische Grundstoffe



Klimafreundliche Produktion  
der Plattformchemikalie

**Syngas**

- 1 CAPHENIA Syngas-Anlage
- 2 Biogasaufbereitung
- 3 Fermenter

# Realisierung der CAPHENIA-Technologie im Industriepark Höchst

Vorzeigemodell für globale Ballungsräume: Recycling organischer Reststoffe und CO<sub>2</sub> zu Kraftstoffen

## Ziele

- Demonstration der PBT<sub>L</sub>-Technologie
- Bau und Betrieb eines PBR-Reaktors
- Prozess-Optimierung
- Life Cycle Assessment

## Förderung

Projektskizze beim Projektträger Jülich genehmigt im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums  
Vollantrag am 15.07.2020 eingereicht

## Standort

Hessen  
Frankfurt/Main  
Industriepark Höchst



## Start

geplant 01.02.2021



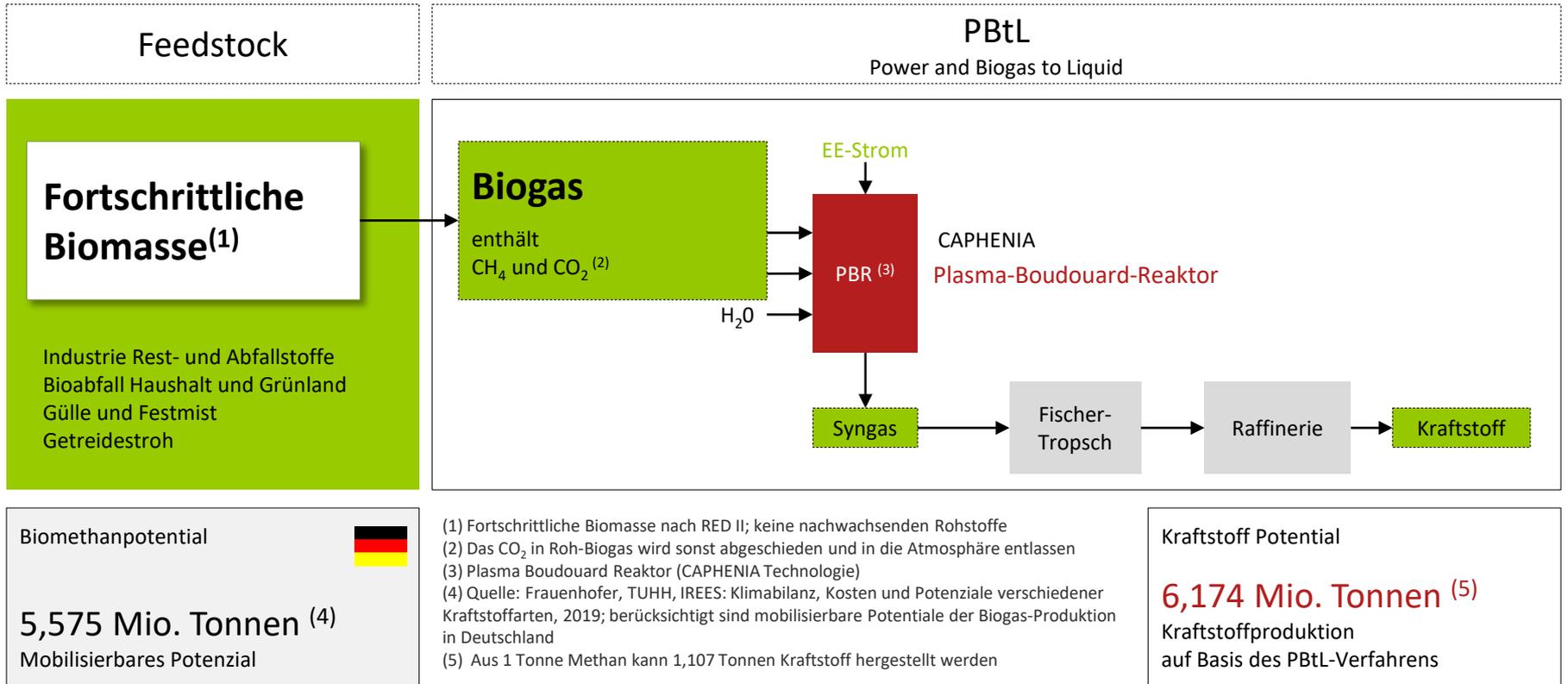
- (1) Fläche Pilotanlage  
(2) Biogas-Aufbereitungsanlage

## Entwicklungspartner



# Eine neue Kraftstoffroute mit großen Potentialen: Der PBtL-Prozess

Die Hälfte des in Deutschland getankten Kerosins könnte über PBtL bereitgestellt werden



# Eine neue Kraftstoffroute

Power-and-Biomass-to-Liquid



Sustainable.  
Affordable.  
Scalable.



**CAPHENIA**

Turning CO<sub>2</sub> into fuel

House of Logistics and Mobility (HOLM)  
Bessie-Coleman-Straße 7  
60549 Frankfurt am Main

[www.CAPHENIA.com](http://www.CAPHENIA.com)



**Dr. Andreas Waibel**  
Chief Technology Officer  
CAPHENIA GmbH

Dr. Andreas Waibel ist Chief Technology Officer (CTO) bei CAPHENIA. Er leitete bereits bei Lufthansa die Entwicklung der CAPHENIA-Technologie und ist promovierter Atmosphärenforscher. Er verband schon früh seine Leidenschaft zur Fliegerei mit Forschungsarbeiten zu den Umweltauswirkungen des Luftverkehrs.

Waibel studierte Physik in Freiburg, Edinburgh und Heidelberg. 1993 machte er am Max-Planck-Institut für Kernphysik, in einer Arbeitsgruppe zu Atmosphärenphysik, sein Diplom. Anschließend forschte er am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz gemeinsam mit dem Nobelpreisträger Paul Crutzen an Mechanismen des Ozonabbaus in der nördlichen Hemisphäre. 1997 erhielt er für seine Arbeit den Dokortitel.

Nach der Promotion begann Waibel 1998 seine Karriere bei der Lufthansa, wo er als Referent die Umweltkonzepte des Konzerns mitgestaltete. 2007 begann er sich intensiv mit alternativen Kraftstoffen zu beschäftigen und kam 2012 zum ersten Mal mit dem CAPHENIA-Verfahren in Berührung, das ihn sofort überzeugte. 2019 entschied sich Waibel, den Weg der alternativen Kraftstoffe weiterzugehen und wechselte er als Chief Technology Officer zu CAPHENIA.

[[caphenia.com](https://caphenia.com)]