Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieser Präsentation (u. a. Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und die Präsentation selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden durch Fraunhofer UMSICHT selbständig erstellt. Eine Weitergabe von Präsentation und/oder Inhalten ist nur mit schriftlicher Genehmigung von Fraunhofer UMSICHT (Kontakt s. u.) zulässig.

Ohne schriftliche Genehmigung von Fraunhofer UMSICHT dürfen dieses Dokument und/oder Teile daraus nicht weitergegeben, modifiziert, veröffentlicht, übersetzt oder reproduziert werden, weder durch Fotokopien, Mikroverfilmung, noch durch andere – insbesondere elektronische – Verfahren. Der Vorbehalt erstreckt sich auch auf die Aufnahme in oder die Auswertung durch Datenbanken. Zuwiderhandlungen werden gerichtlich verfolgt.

©Copyright Fraunhofer UMSICHT, 2020

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg

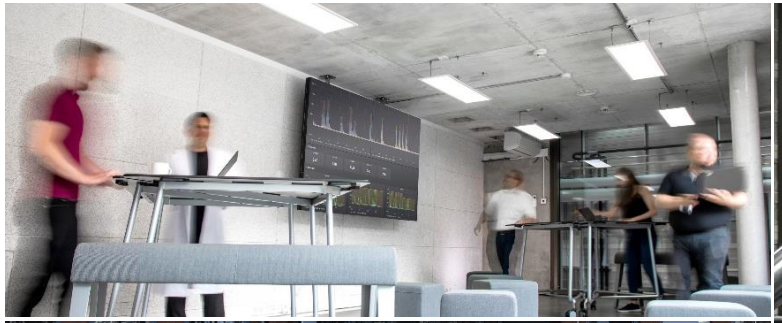
Frederik Betsch
Leiter Strategie, Marketing und Kommunikation
Tel.: 09661 8155 555
E-Mail: frederik.betsch@umsicht.fraunhofer.de

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Energetische Nutzung von biogenen Reststoffen vor Ort

Fraunhofer UMSICHT



19.06.20

Dr. Robert Daschner

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

~~RESTSTOFF~~ **KRAFT**

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

Wo kommen wir her?

Entwicklung der Verkehrsleistung in Deutschland

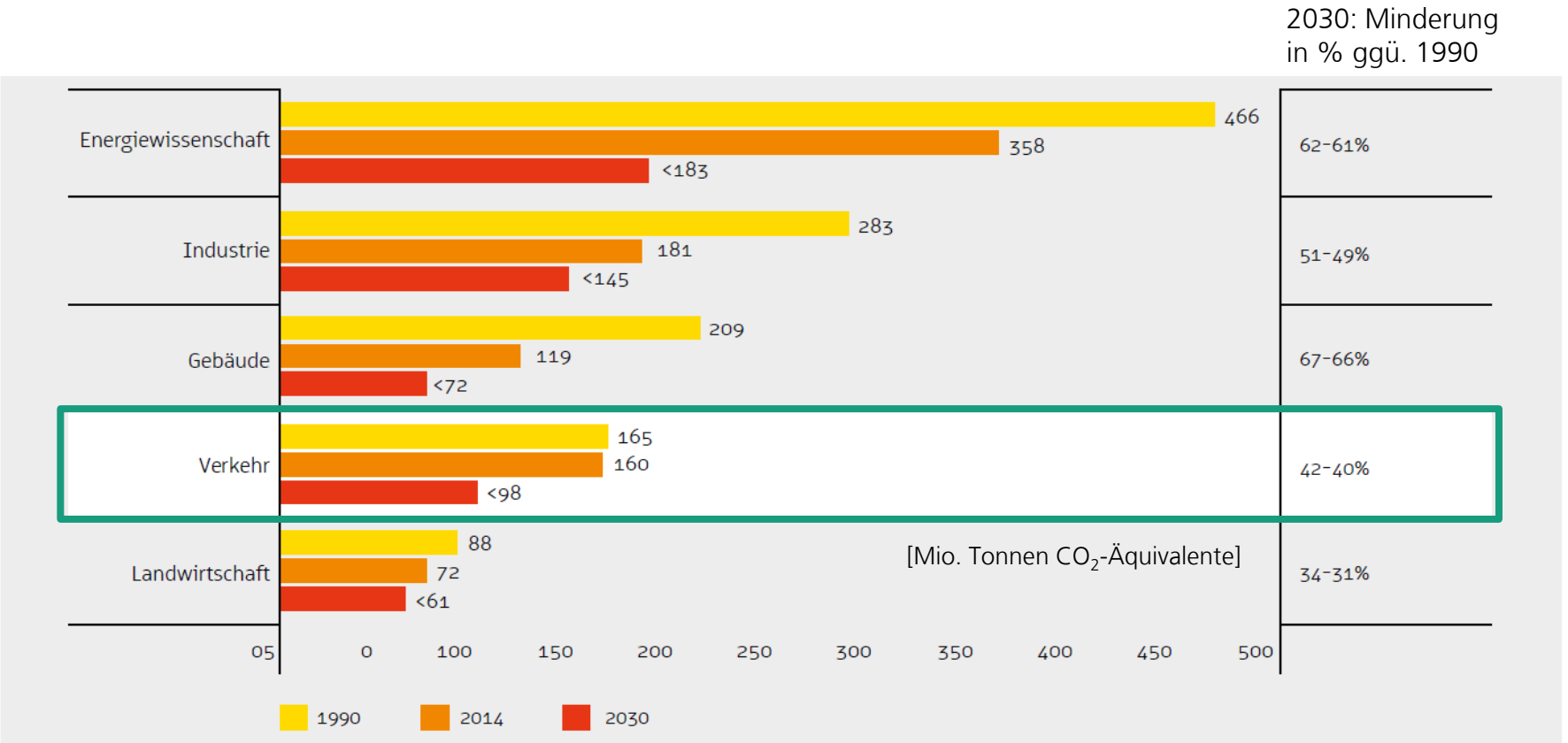
PV: Personenverkehr;
GV: Güterverkehr

Quelle: Öko-Institut basierend auf TREMOD 5.82 vom 19.09.2018 (Basis für NIR 2019)

© Fraunhofer

Fraunhofer UMSICHT

Wo wollen wir hin?
Sektorziele im Klimaschutzplan der Bundesregierung



© Fraunhofer

Quelle: BMU: Klimaschutz in Zahlen 2017;
Darstellung aus Nationale Plattform Zukunft der Mobilität; Wege zur Erreichung der Klimaziele 2030 im Verkehrssektor

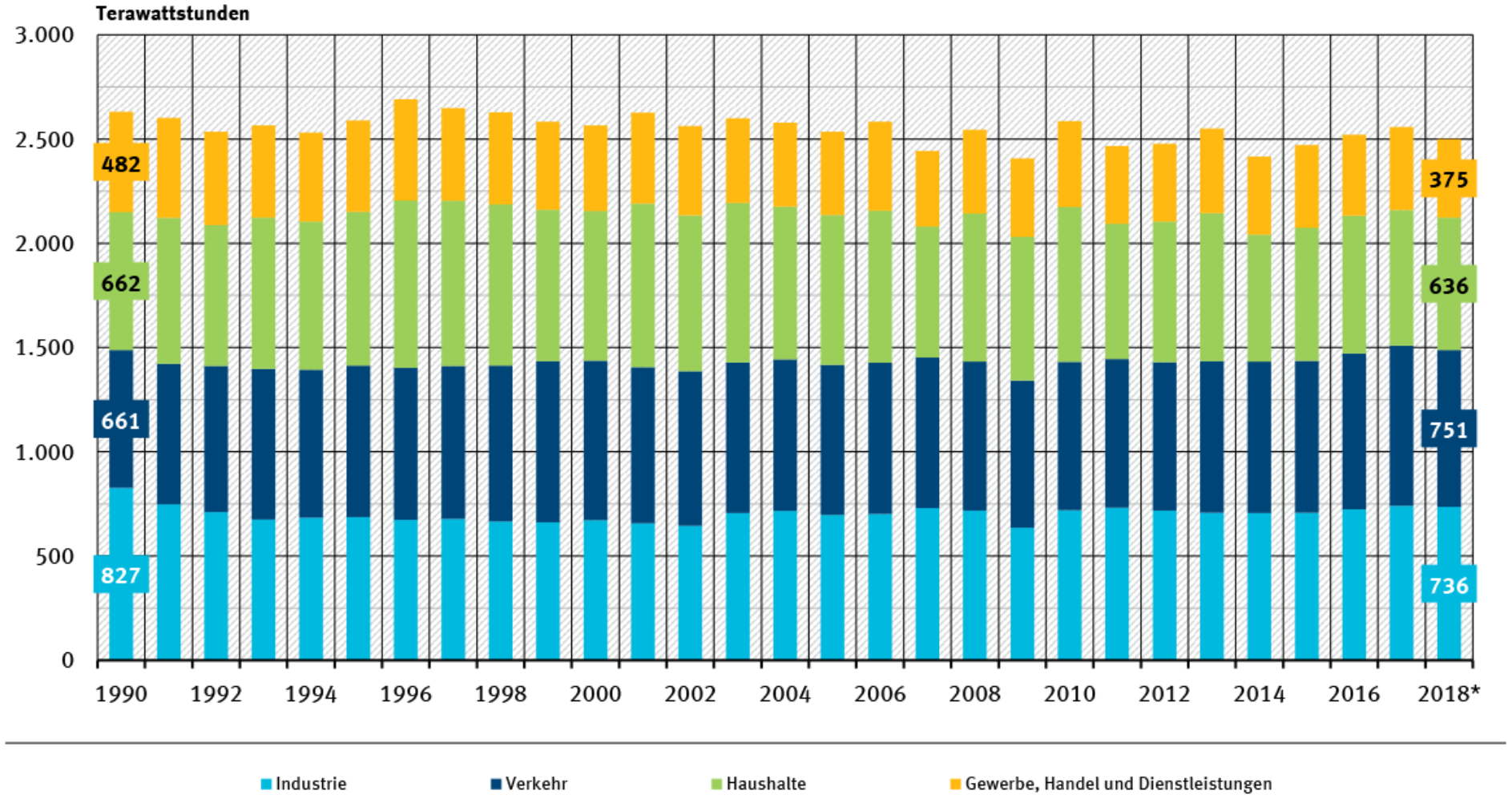
Fraunhofer UMSICHT

Wo stehen wir im Kontext der Energiewende?

© Fraunhofer

Motivation

Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren



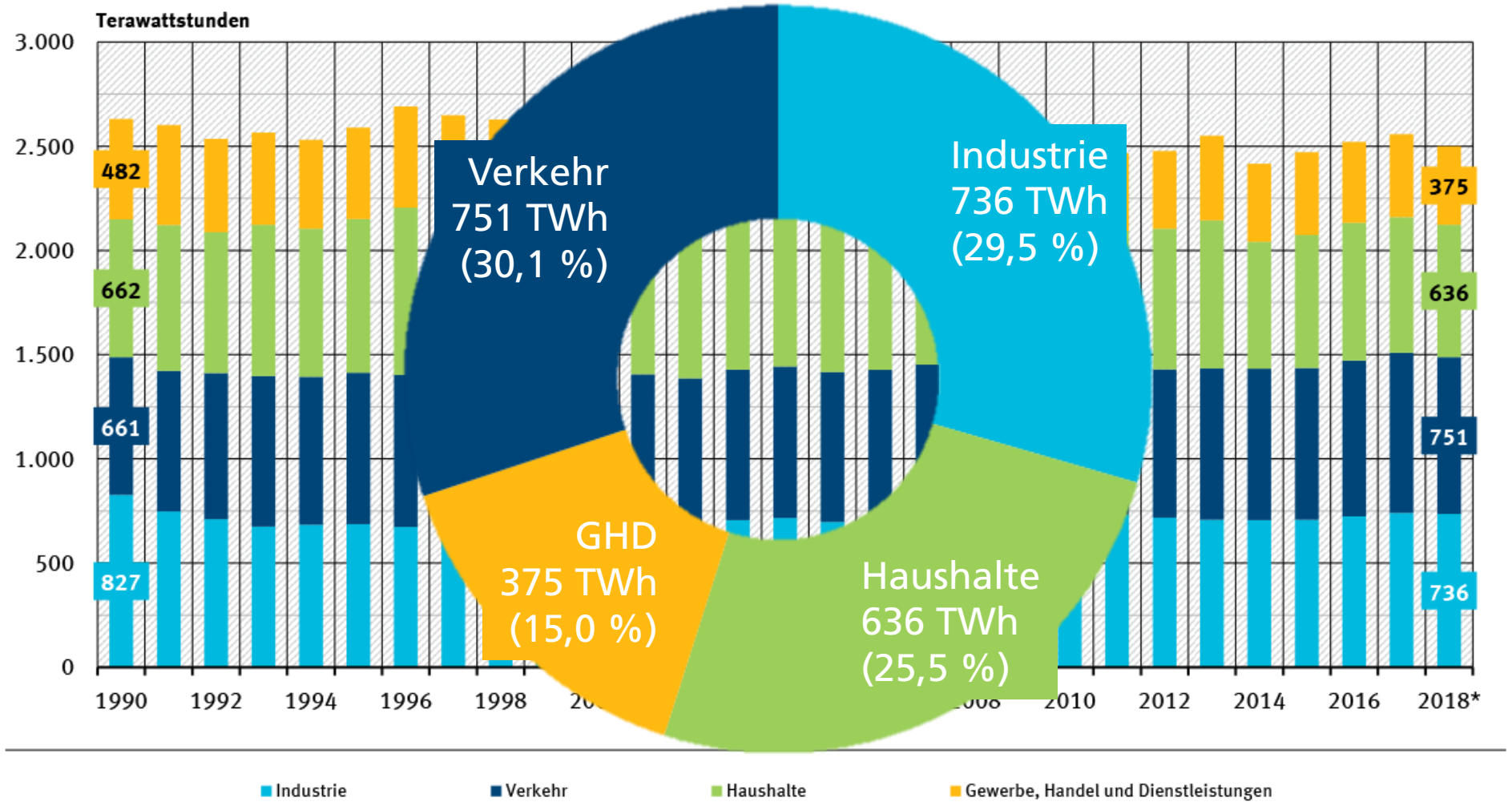
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019

© Fraunhofer

Fraunhofer UMSICHT

Motivation

Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren



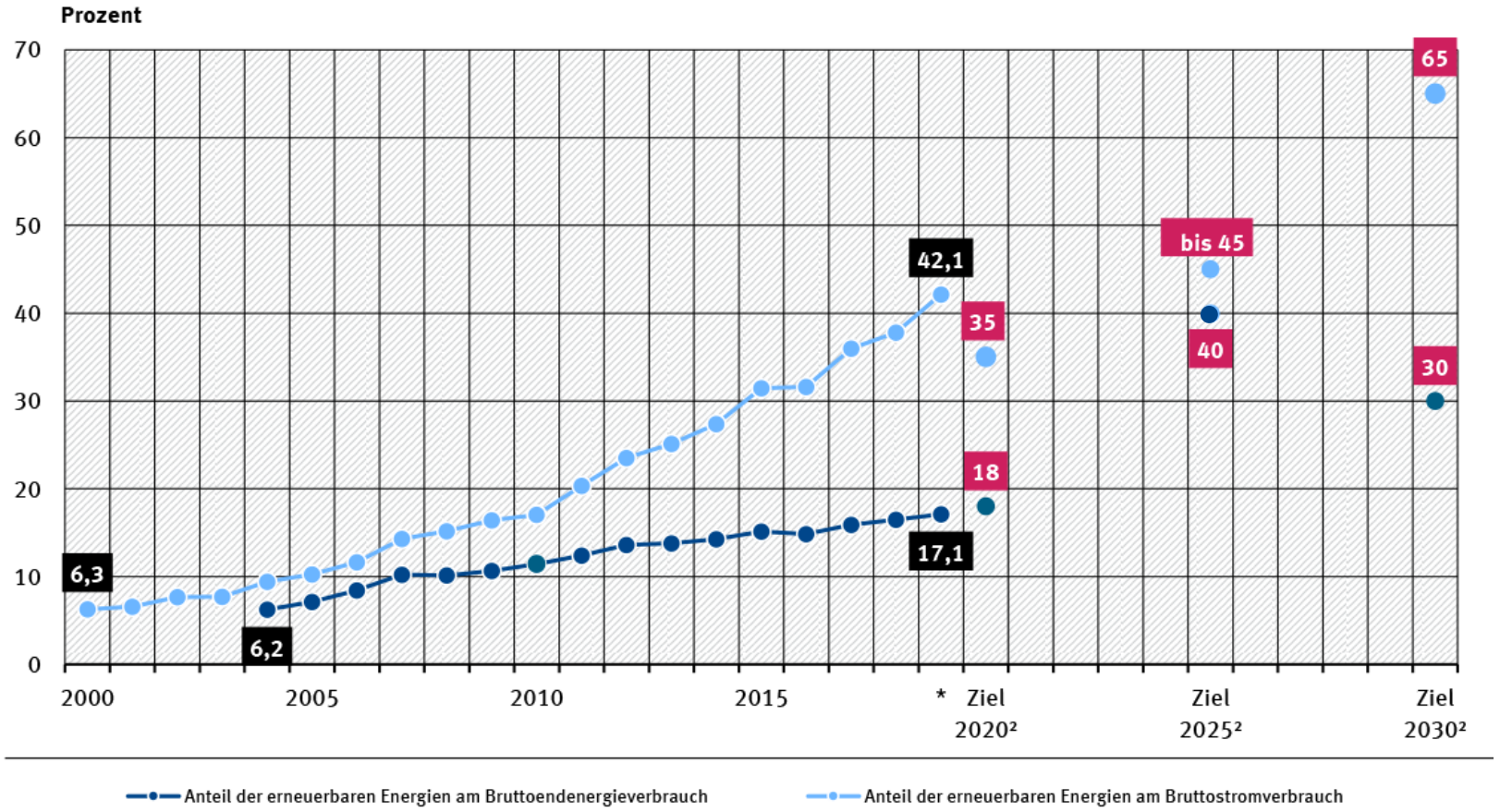
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018, Stand 10/2019

© Fraunhofer

Fraunhofer UMSICHT

Motivation

Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch und am Bruttoendenergieverbrauch[1]



© Fraunhofer

1…Bruttoendenergieverbrauch berechnet nach Energiekonzept

2…Quelle Zielwerte: EU-Richtlinie 2009/28/EG, Energiekonzept (2010), Klimaschutzprogramm 2030 (2019)

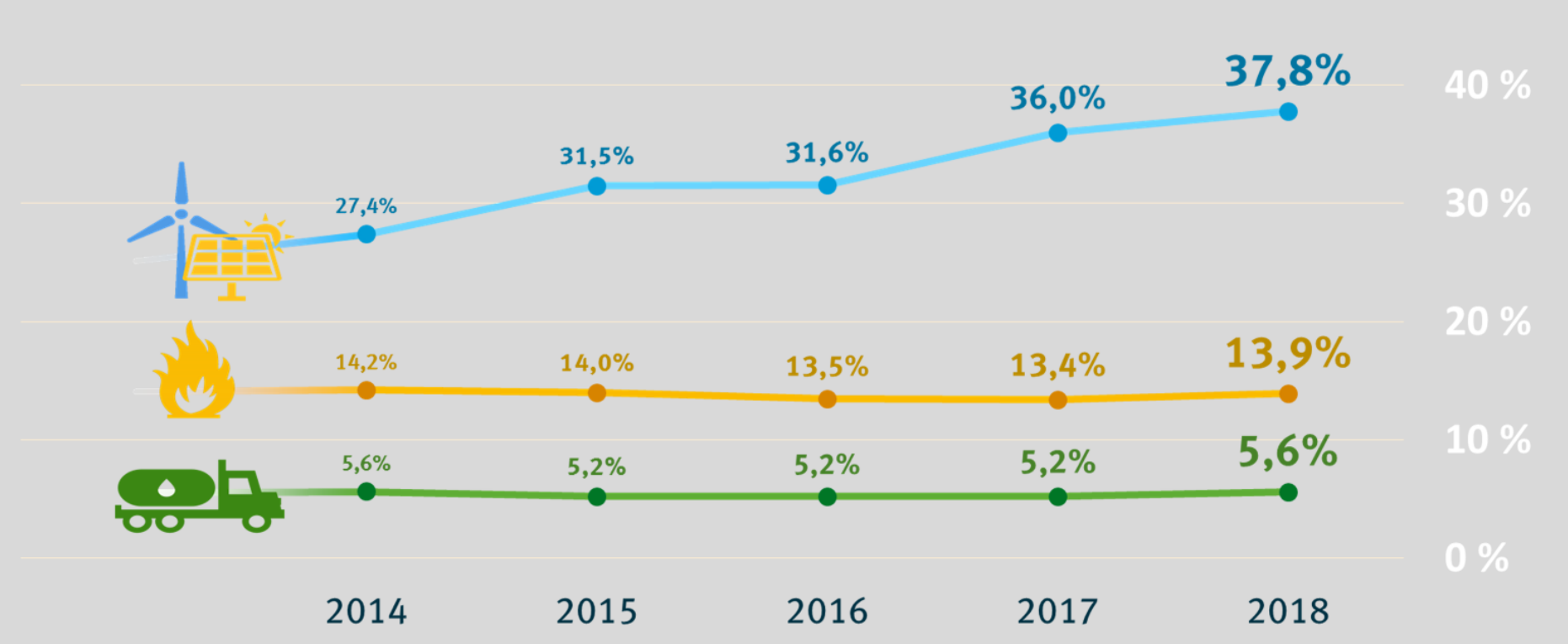
*…vorläufige Zahlen

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie – Statistik (AGEE-Stat), Stand 02/2020

Fraunhofer UMSICHT

Motivation

Anteil Erneuerbarer Energien in den Sektoren

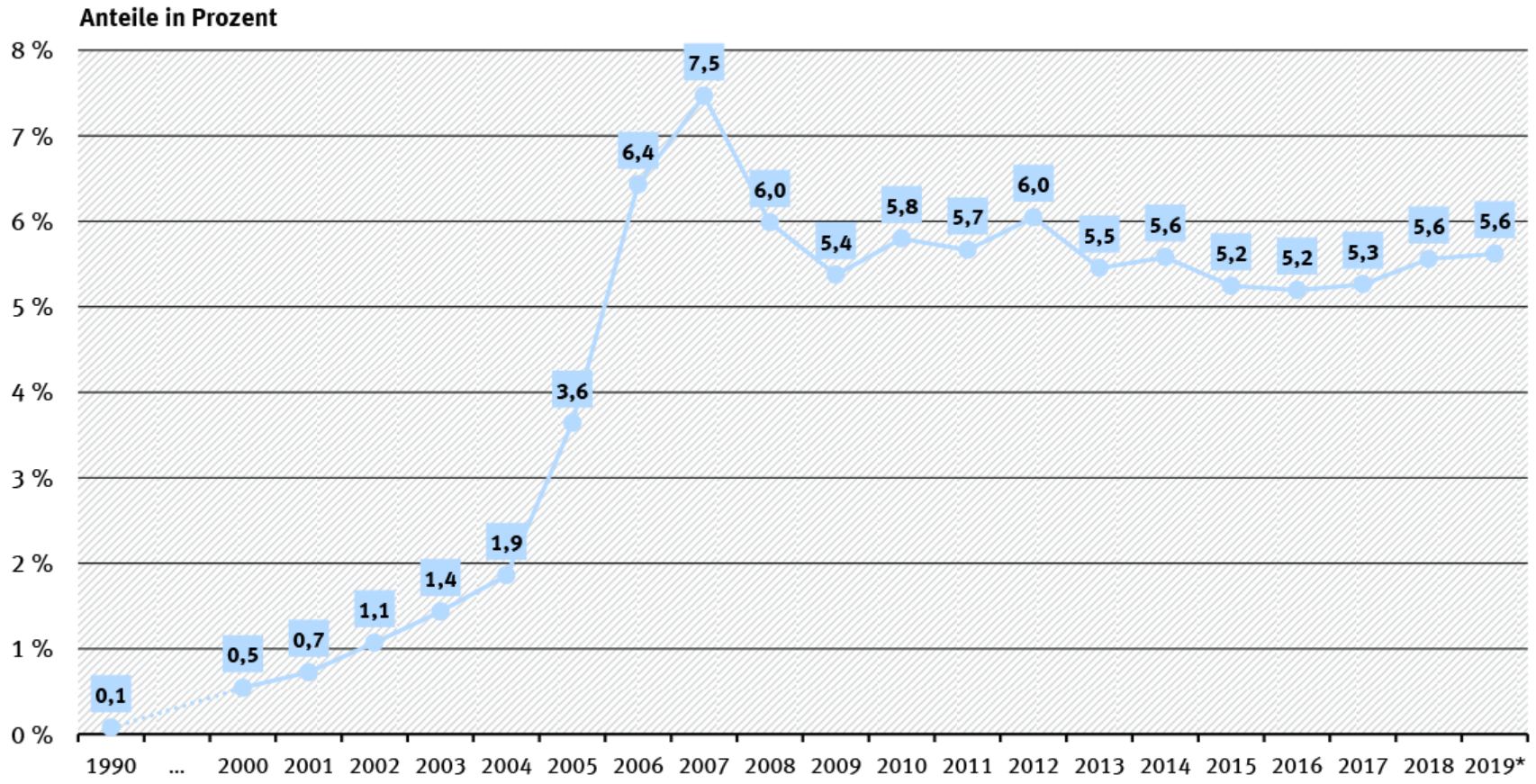


© Fraunhofer

Quelle: AGEE Stat; Abruf von UBA Homepage https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen

Motivation

Anteil Erneuerbarer Energien im Sektor Verkehr



*…vorläufige Zahlen

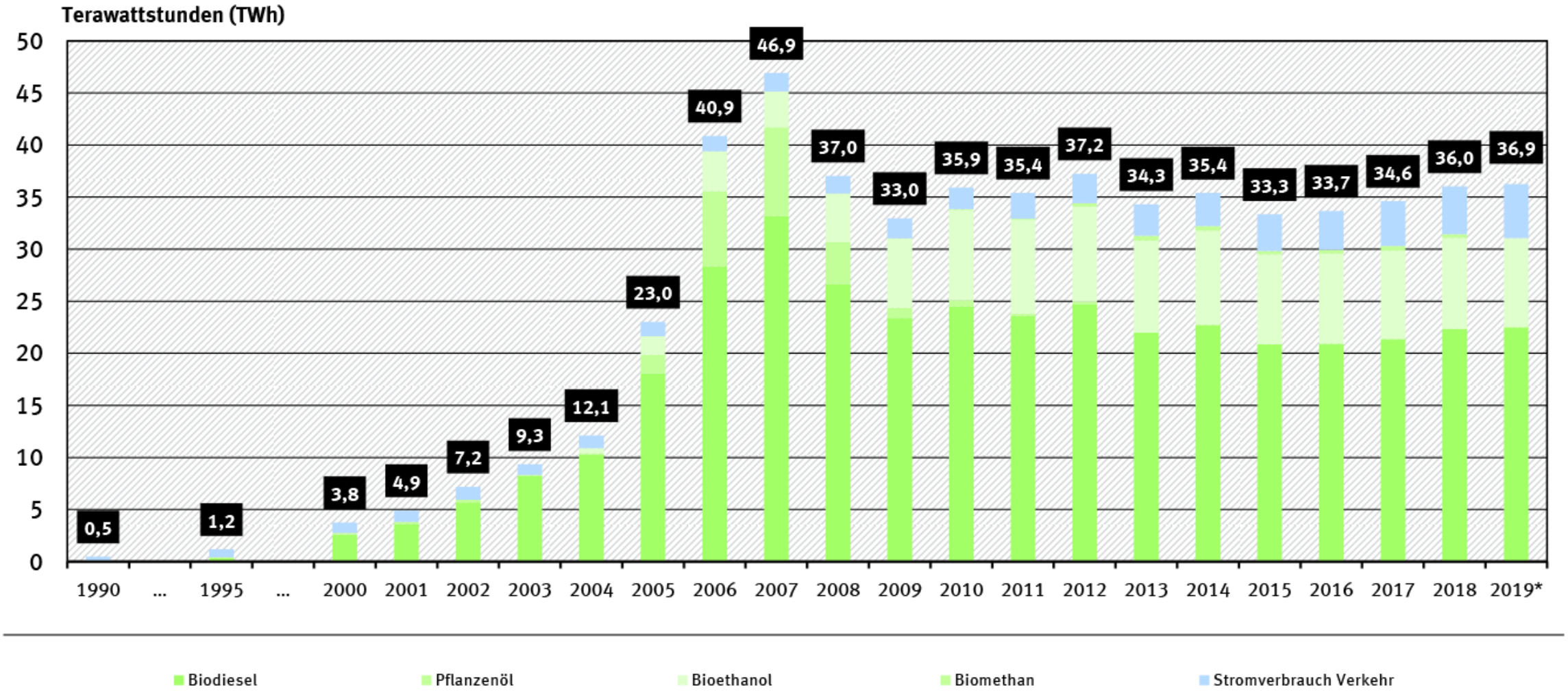
Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie – Statistik (AGEE-Stat), Stand 02/2020

© Fraunhofer

Fraunhofer UMSICHT

Motivation

Entwicklung des Verbrauchs erneuerbarer Energien im Verkehrssektor



*…vorläufige Zahlen

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energie – Statistik (AGEE-Stat), Stand 02/2020

© Fraunhofer

Fraunhofer UMSICHT

Welche Alternativen zu fossilen Kraftstoffen gibt es?

© Fraunhofer

Alternative Antriebsmöglichkeiten

Stromantrieb	Batteriefahrzeuge
	Oberleitung
Wasserstoffantrieb	Brennstoffzellen-Fahrzeuge
(grünes) Gas	CNG/LNG-Fahrzeuge
Grüne Flüssigkraftstoffe	Direkte Substitution von fossilen Kraftstoffen
	Synthetischen Kraftstoffe

Vielzahl Projekte und Entwicklungen, u.a.:

E WALD

H2.B ZENTRUM WASSERSTOFF. BAYERN

Carbon2Chem®

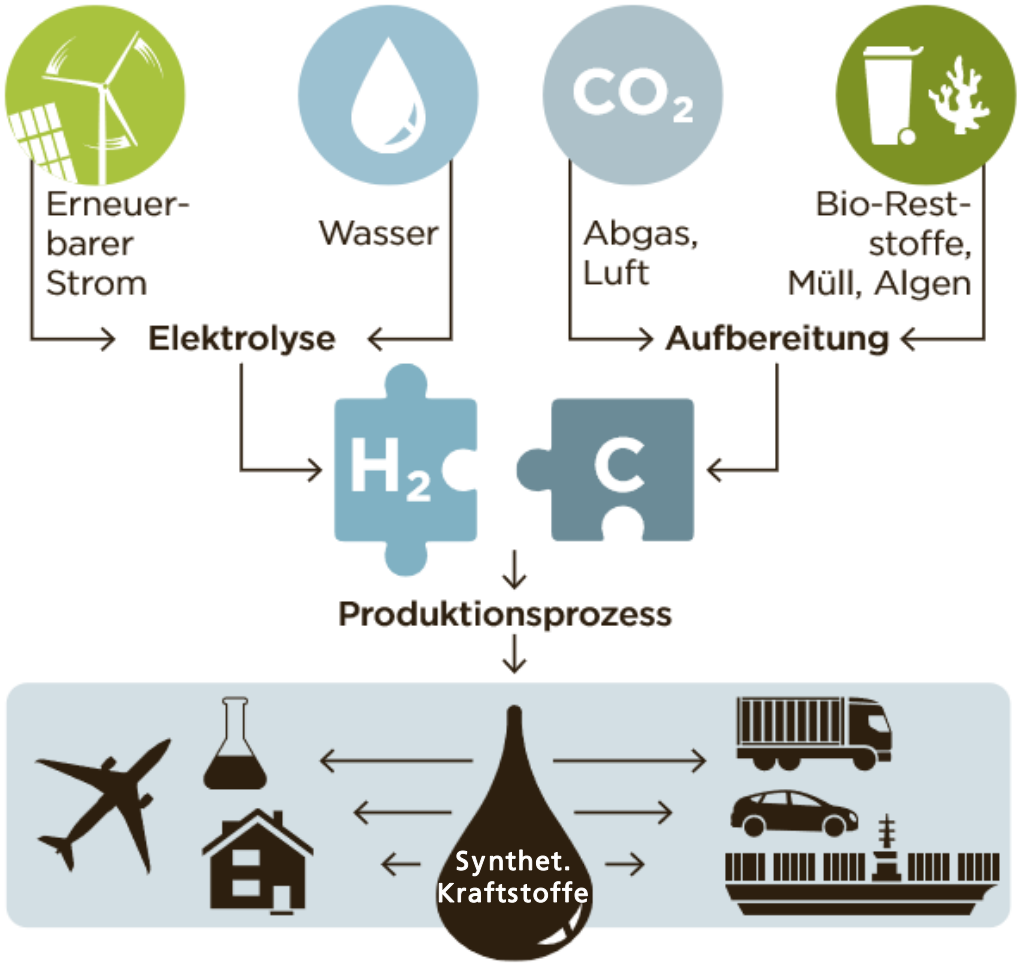
KOPERNIKUS P2X PROJEKTE
Die Zukunft unserer Energie

© Fraunhofer

Fraunhofer UMSICHT

Alternative Antriebsmöglichkeiten

Synthetische Kraftstoffe

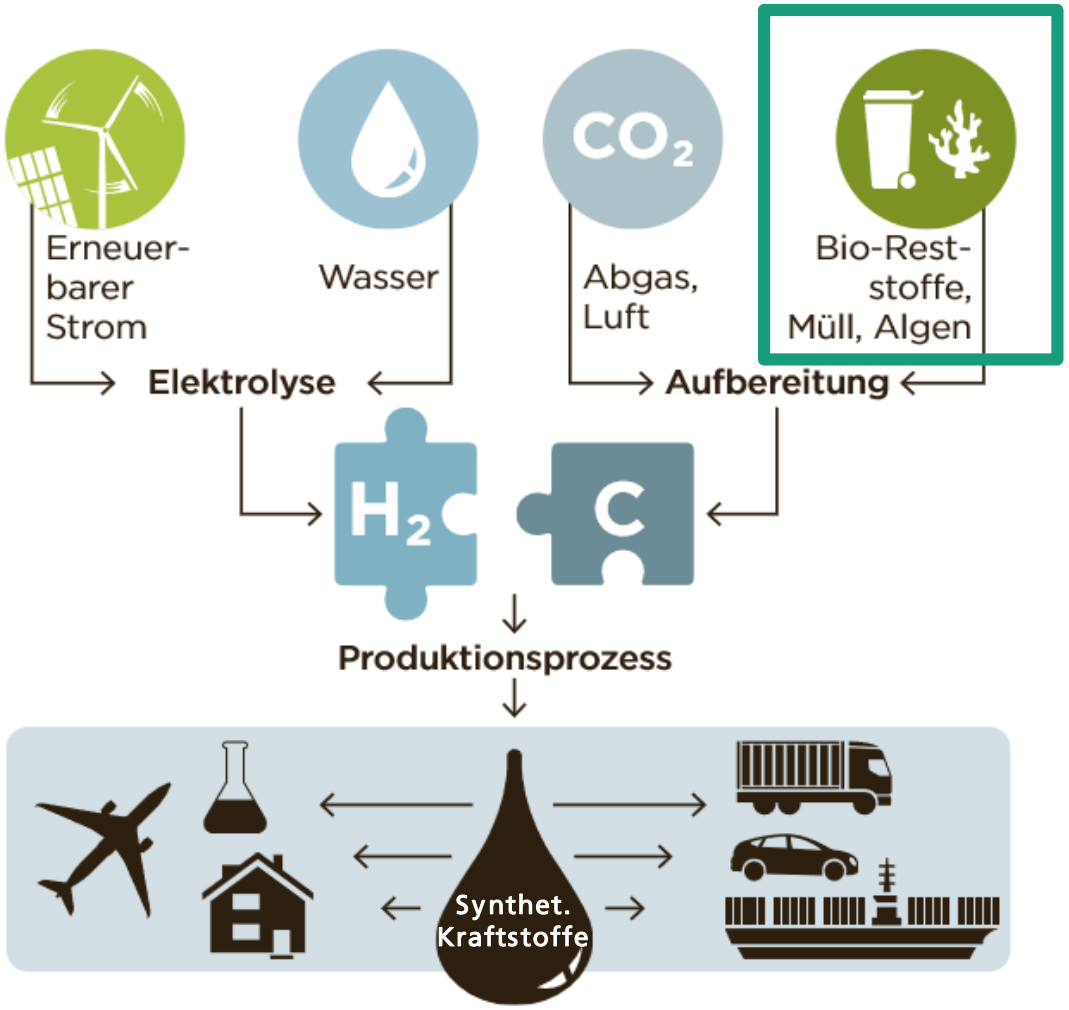


© Fraunhofer

Quelle: Handelsblatt, leicht modifizierte Grafik

Alternative Antriebsmöglichkeiten

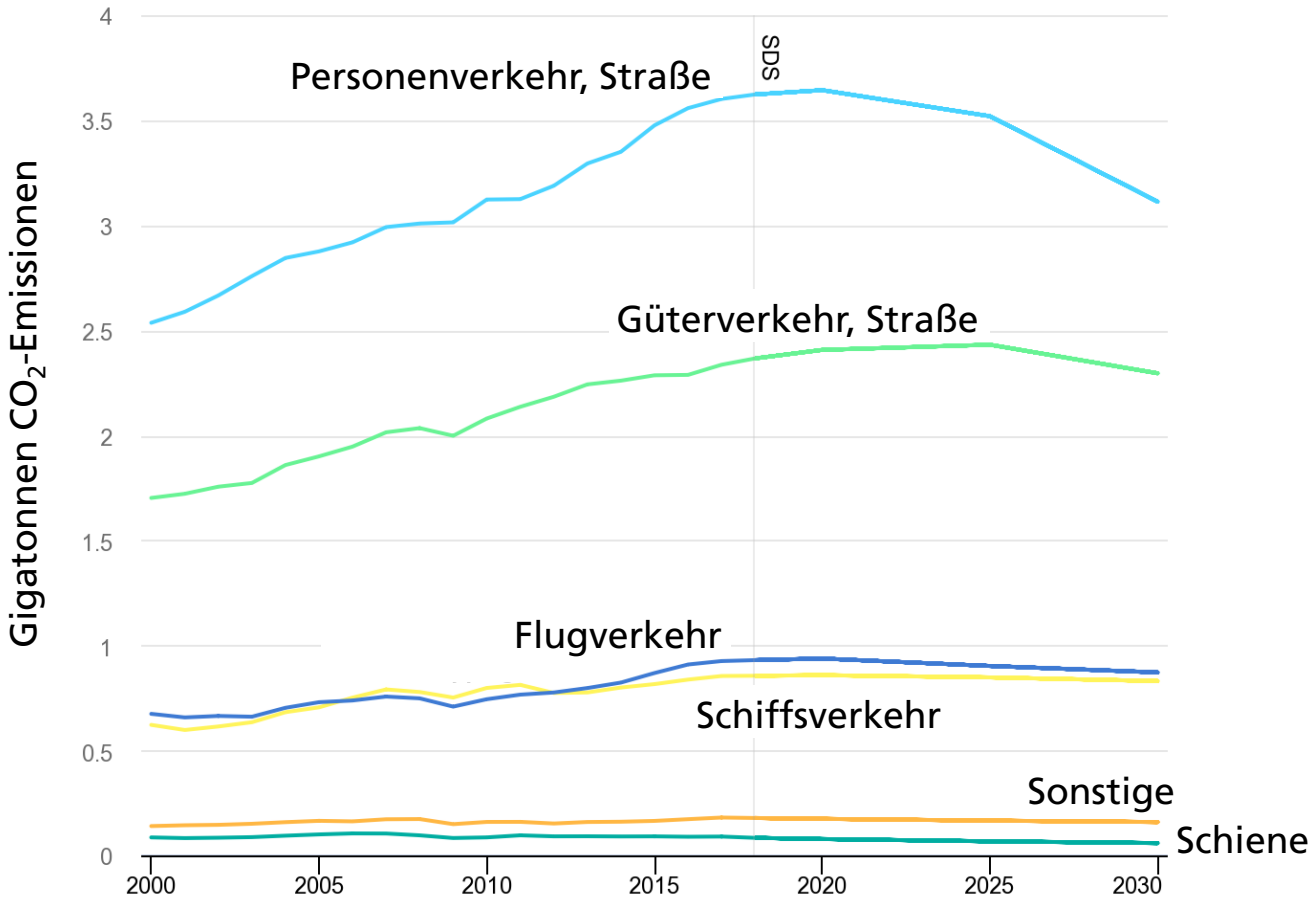
Synthetische Kraftstoffe



© Fraunhofer

Quelle: Handelsblatt, leicht modifizierte Grafik

CO_2-Emissionen weltweit nach Verkehrssektor



Verkehrssektor	Alternative
Personenverkehr, Straße	eFuel, E-Mobilität, Wasserstoff, Biokraftstoff (Bio)Gas/Methan
Güterverkehr, Straße	eFuel, E-Mobilität, Wasserstoff, Biokraftstoff (Bio)Gas/Methan
Flugverkehr	eFuel, E-Mobilität, Wasserstoff, Biokraftstoff (Bio)Gas/Methan
Schiffsverkehr	eFuel, E-Mobilität, Wasserstoff, Biokraftstoff (Bio)Gas/Methan, Ammoniak
Schiene	eFuel, E-Mobilität, Wasserstoff, Biokraftstoff (Bio)Gas/Methan, Ammoniak

© Fraunhofer

Quelle: IEA
https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2019

Welche Alternativen zu fossilen Kraftstoffen gibt es?

Verschiedene Alternativen vorhanden

- Elektro-Mobilität
- Wasserstoff als neuer Antrieb
- Synthetische Kraftstoffe (eFuels) aus Strom
- Grüne Kraftstoffe aus Biomasse und Reststoffen für direkte Substitution

Potenziale begrenzt → keine Konkurrenz sondern Synergie

Verschiedene Lösungen für verschiedene Verkehrssektoren

© Fraunhofer

Welche Alternative entwickelt Fraunhofer UMSICHT in Bayern?

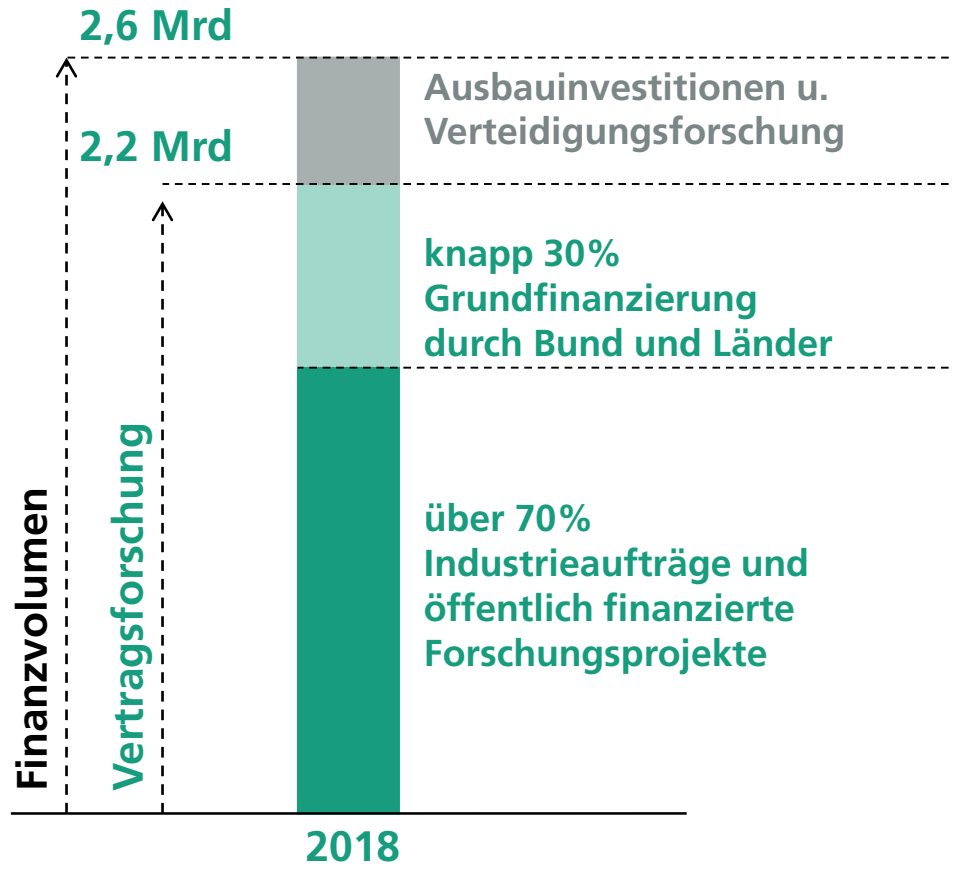
© Fraunhofer

Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick

Anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft

26 600
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

72 Institute und Forschungseinrichtungen



© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Der Namensgeber Joseph von Fraunhofer (1787 – 1826)

Forscher

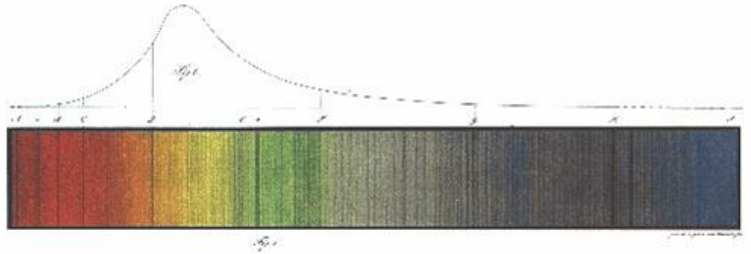
Entdeckung der
»Fraunhofer-Linien«
im Sonnenspektrum

Erfinder

Neue Bearbeitungsverfahren
für Linsen

Unternehmer

Leiter und Teilhaber einer Glashütte

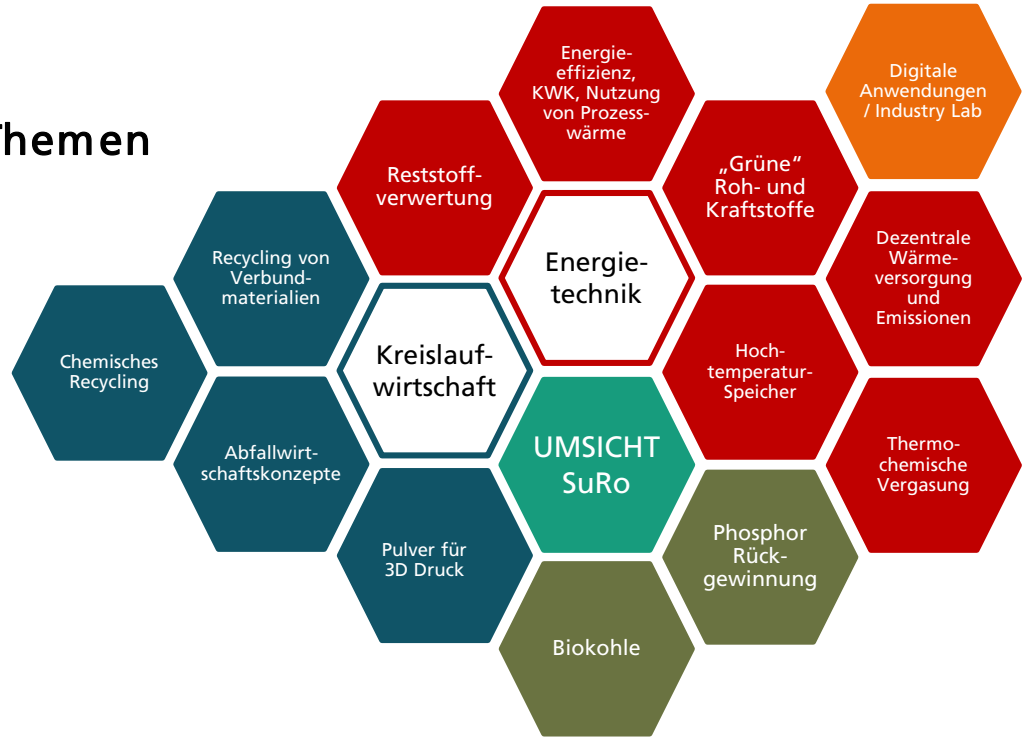


© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

Themen und Leistungen für anwendungsorientierte F&E
UMSICHT Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Themen



Leistungen

- **Ideen** / Themenfindung
- **Entwicklung** und Engineering
- **Prototypen** und Pilotbetrieb
- Digital Industry Lab
- **Verfahrensumsetzung**
- Produktentwicklung

Von der Idee

In die Anwendung

Perspektiven

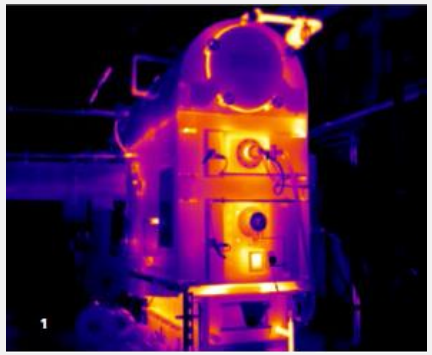
Technische Machbarkeit | Wirtschaftlichkeit | Ökologie | Sicherheit | Rechtlicher Rahmen

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Energietechnik

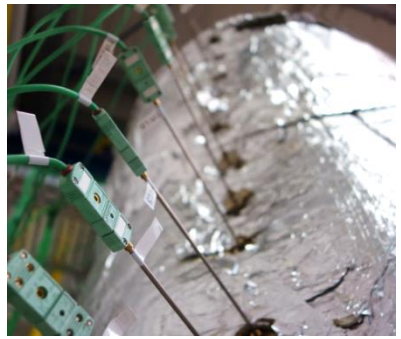


Service / Themen:

- Pyrolyse (TCR®), Vergasung und Verbrennung – thermo-chemische Konversion / dezentral
- Grüne Kraftstoffe und katalytische Synthesen
- Energieeffizienz mit KWK und Energiesystemforschung
- Wärmespeicher
- Rauchgasreinigung und Gasmesstechnik

Ausrüstung:

- Thermo Catalytical Reforming (TCR®)
- Thermochemische Vergasung (Teststand für Festbettreaktoren)
- Verbrennungsanlagen (30 – 440 kW)
- Prüfstände für Wärmespeicher und KWK
  - sensibel, latent und thermochemisch
  - stationär und mobil
  - Zyklentests und Materialcharakterisierung
- Gasanalytik, Teststände Filtertechnik
- Materialcharakterisierung und Brennstoffanalytik



© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

Thermo-Katalytisches Reforming – TCR®-Technologie-Plattform

Konversion biogener Reststoffe in grünes Rohöl

Biogene Reststoffe

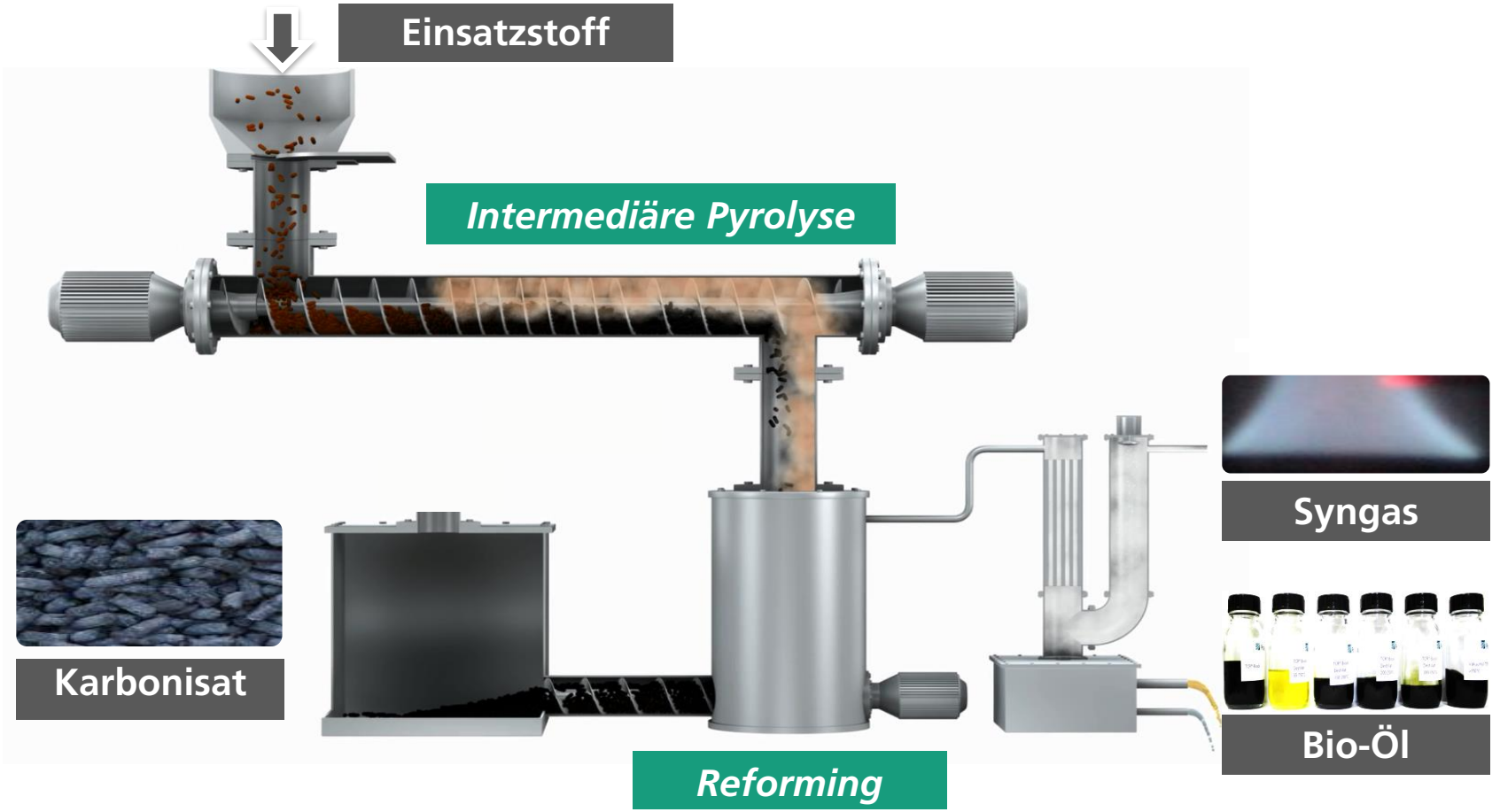
© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Thermo-Katalytisches Reforming – TCR®-Technologie-Plattform

Konversion biogener Reststoffe in grünes Rohöl

Biogene Reststoffe



© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

TCR30-Pilotanlage

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

TCR-Produkte: Karbonisat, Grünes Rohöl und Synthesegas

Hochwertiges Öl

- Geeignet für Diesel- und Benzinmotoren
- Mischbar (Drop-In) mit fossilen Kraftstoffen
- Kein Teer
- Hoher Heizwert (32-36 MJ/kg)
- Niedriger Säurewert (TAN 2-5 mg KOH/g)
- Niedriger Wassergehalt (<1%)

Biokohle in Steinkohlequalität

- Trocken, lager- und transportfähig
- Frei von organischen Rückständen
- Fester Kohlenstoffanteil (aschefrei) wie Steinkohle
- Gute Eigenschaften als Düngemittel und Bodenverbesserer abh. vom Einsatzstoff
- Geeignet für Biomasse-kraftwerke und Aktivkohle-anwendungen

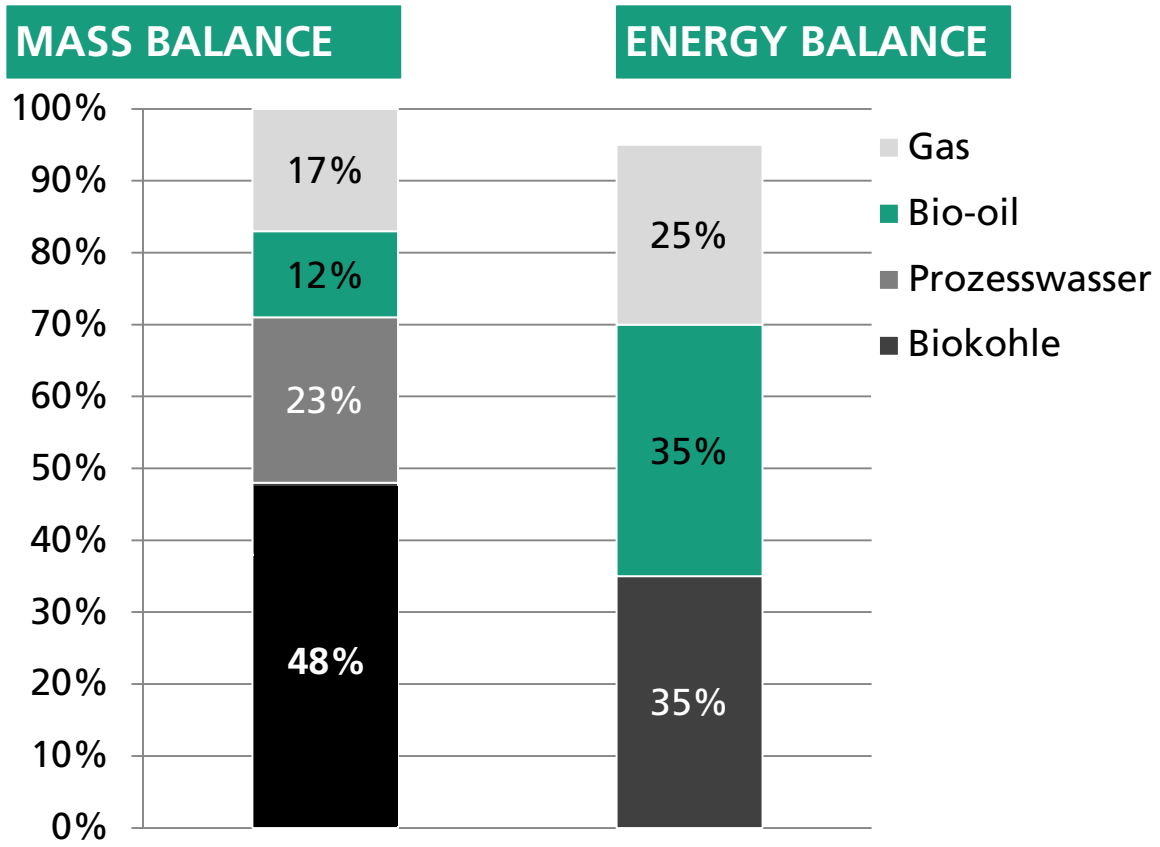
Synthesegas mit hohem Wasserstoffgehalt

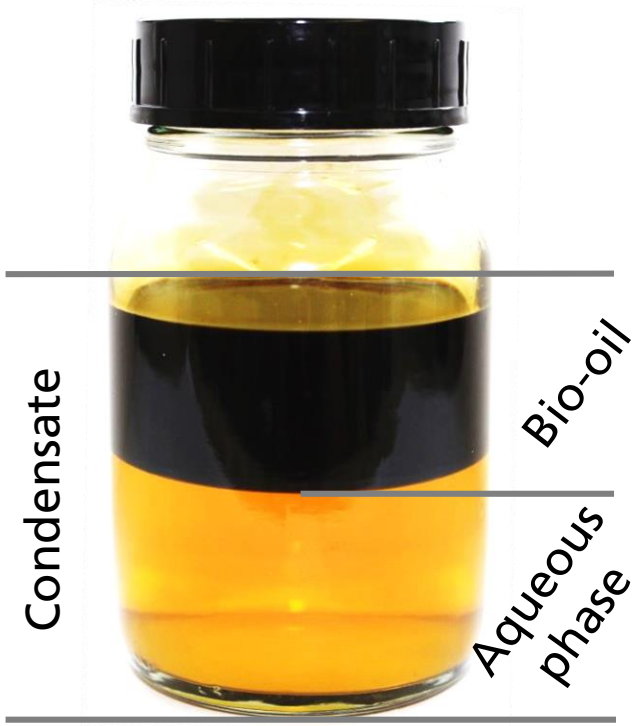
- Teer- und staubfreies Synthesegas
- Frei von Aromaten
- Variierbarer Wasserstoff-gehalt mit bis zu 50 vol%
- Direkt für Gas- und Zündstrahlmototen geeignet
- Geeignet für Syntheseverfahren

© Fraunhofer UMSICHT

TCR-Prozess

Massenbilanz am Beispiel Klärschlamm





© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Vorteile des TCR®-Verfahrens
Hohes Potenzial aus Reststoffen

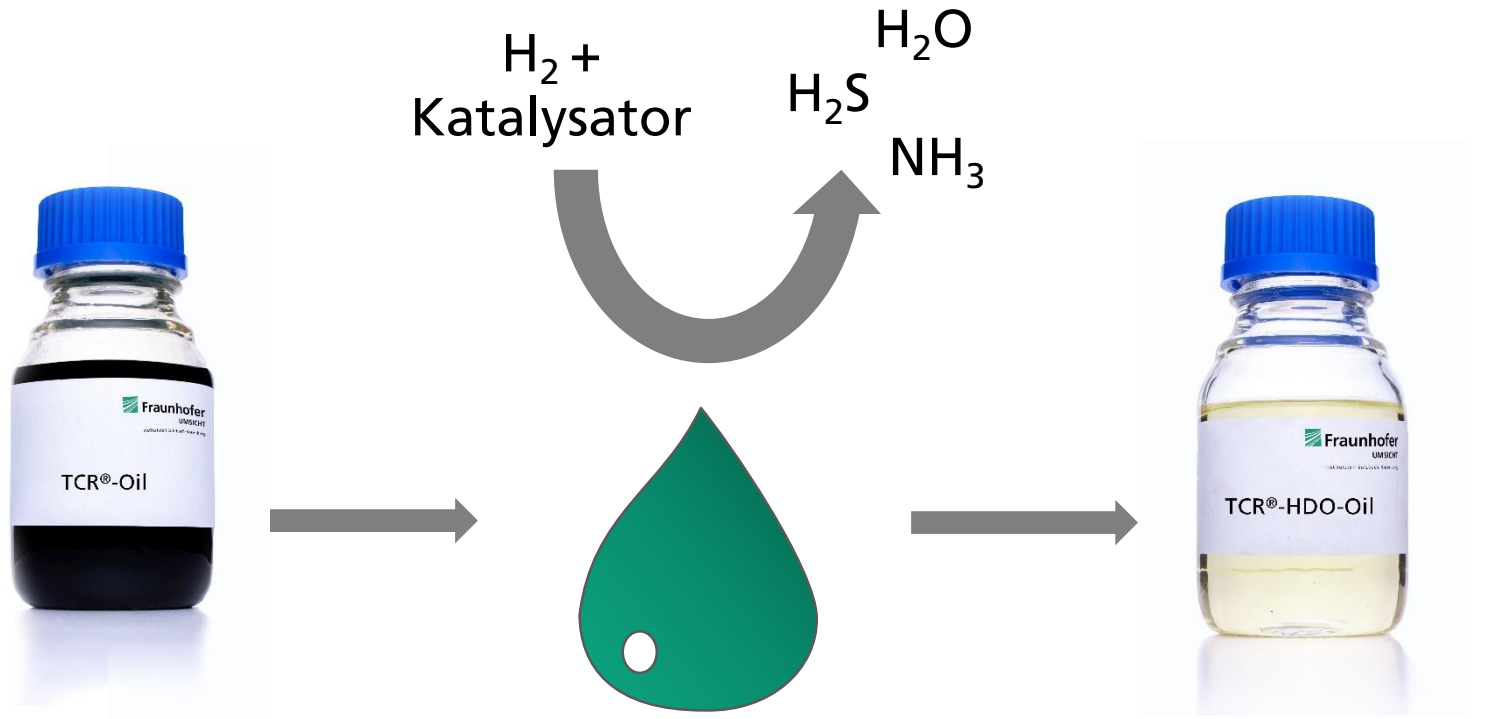
- Einsatz von Reststoffen –
  keine Teller-Tank Diskussion
- > 20 Mio. Mg TM technisches Potenzial
- Dezentrale Anwendung, keine Großanlagen nötig, Anlagengröße: 3000…25.000 $Mg*a^{-1}$
- Kurze Logistikwege
- Möglichkeit der Nährstoffrückführung

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Der Weg zum Grünen Diesel und Benzin

Aufbereitung von TCR-Öl



TCR® Öl

Hydriertes
TCR® Bio-Öl (HBO)

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

Der Weg zum Grünen Diesel und Benzin

Zusammensetzung vorher und nachher (Beispiel Klärschlamm)

TCR® BIO-ÖL

C	76.6 wt%
H	9.0 wt%
N	7.3 wt%
S	1.6 wt%
O (diff.)	3.5 wt%
H_2O	2.0 wt%
Ash	< 0.005 wt%

LHV	34.8 MJ/kg
TAN	4.2 mg KOH/g
Viscosity	9,1 mm²/s
Density	960 kg/m³

HYDROTREATING

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Der Weg zum Grünen Diesel und Benzin

Zusammensetzung vorher und nachher (Beispiel Klärschlamm)

TCR® BIO-ÖL

C	76.6 wt%
H	9.0 wt%
N	7.3 wt%
S	1.6 wt%
O (diff.)	3.5 wt%
H_2O	2.0 wt%
Ash	< 0.005 wt%

LHV	34.8 MJ/kg
TAN	4.2 mg KOH/g
Viscosity	9,1 mm²/s
Density	960 kg/m³

HYDROTREATING

HYDRIERTES TCR®-ÖL (HBO)

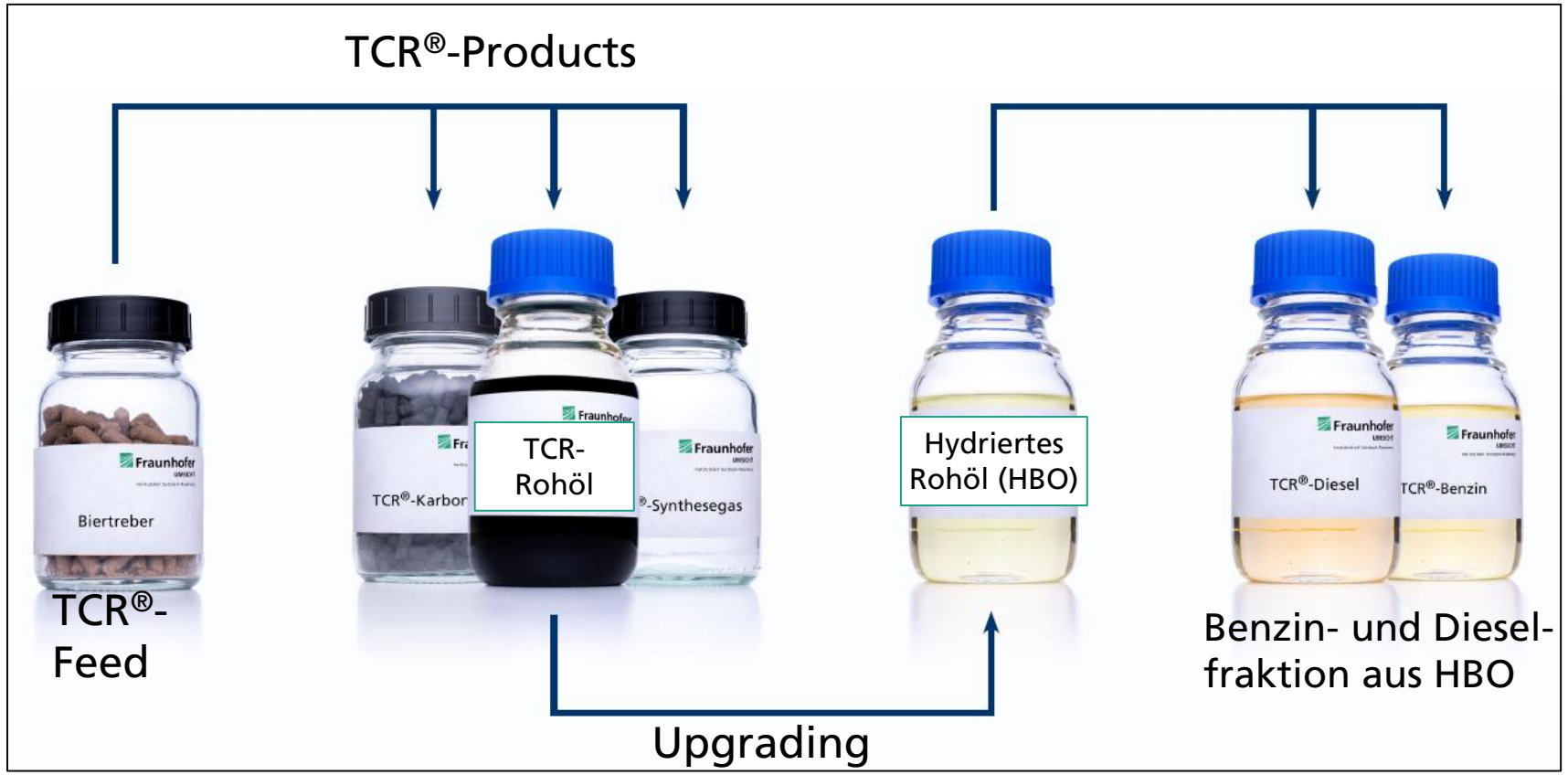
C	86.2 wt%
H	13.8 wt%
N	< 0.1 wt%
S	0.0015 wt%
O (diff.)	< 0.1 wt%
H_2O	0.0016 wt%
Ash	< 0.005 wt%

LHV	42.8 MJ/kg
TAN	< 0.1 mg KOH/g
Copper corr.	Grade 1
Flash point	< - 20 °C
Yield	~ 80 %

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Wertschöpfungskette vom Reststoff bis zum Kraftstoff



BENZIN IN NORMQUALITÄT EN228

DIESEL IN NORMQUALITÄT EN590

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

TCR-Kraftstoff

Anwendung und Demonstration auf bestehenden Motoren

© Fraunhofer UMSICHT

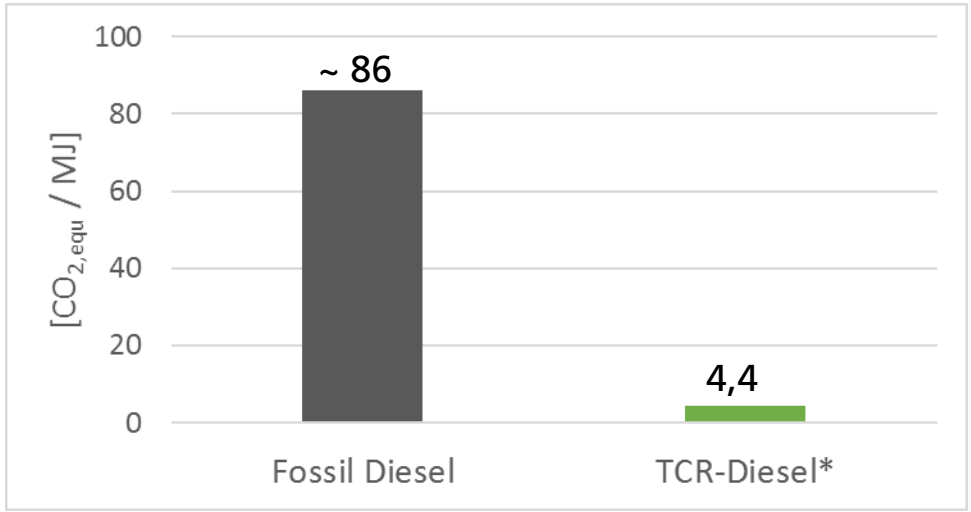
Fraunhofer
UMSICHT

Wie sieht die Klimabilanz für Kraftstoffe aus Reststoffen aus?

© Fraunhofer UMSICHT

Treibhausgasbilanzierung
Kraftstoff aus dem TCR-Verfahren

- CO_2-neutraler Kraftstoff ist möglich
  - Wasserstoff für Kraftstoffaufbereitung kommt aus TCR-Gas
  - Wärmeversorgung des Prozesses durch eigene Produkte; z.B. die Vergasung des Karbonisats
  - Abhängig vom Einsatzstoff und den Randbedingungen: Transport von Edukt und Produkt kann THG versursachen
- Biogene Reststoffe als Einsatzstoff haben keinen "CO_2-Rucksack"
- THG-Einsparung durch Dritte bestätigt:
  - Szenario für Papierreststoffe zeigt 4,4 g $CO_{2,equ}$ pro MJ Kraftstoff



* own calculation and GHG-balance by third party

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

TCR-Kraftstoffe

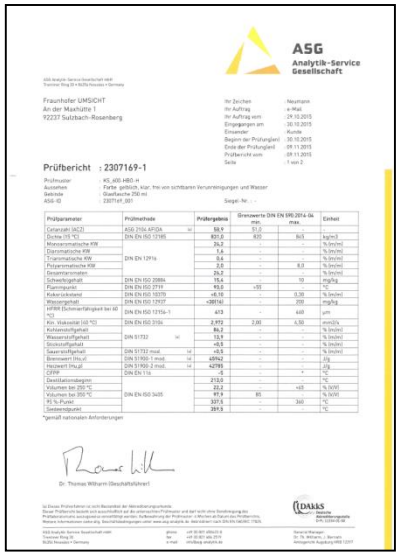
Zusammenfassung der Nutzungsmöglichkeiten

Rohöl

- **BHKW Motor**
- **Drop-In Rohstoff für Raffinerien**
- **Zumischung zu Kraftstoffen**

Aufbereitets Öl (HBO)

- **Grüner Diesel**
- **Grüner Benzin**
- **Grüne Chemikalien**


ASG
Analytik-Service
Gesellschaft

Fraunhofer UMSICHT
An der Maahütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg

Prüfbericht : 2307169-1

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

Thermo-Katalytisches Reforming TCR
Entwicklungsstand: 2013

TCR2

Lab unit

Durchsatz: 2 kg/h

Beheizung: elektrisch

Zweck: Grundsätzliche Machbarkeit und Testung neuer Einsatzstoffe

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Thermo-Katalytisches Reforming TCR
Entwicklungsstand: 2014

TCR2
Lab unit

Scale Up x15

TCR30
Pilotanlage
Durchsatz: 30 kg/h
Beheizung: elektrisch
Zweck: Langzeittest und BHKW-Tests

© Fraunhofer UMSICHT

Thermo-Katalytisches Reforming TCR
Entwicklungsstand: 2017

Scale Up x10

TCR300

Demonstration

Durchsatz: 300 kg/h

Beheizung: Rauchgas

Zweck: Hochskalierung, Klärschlammbehandlung

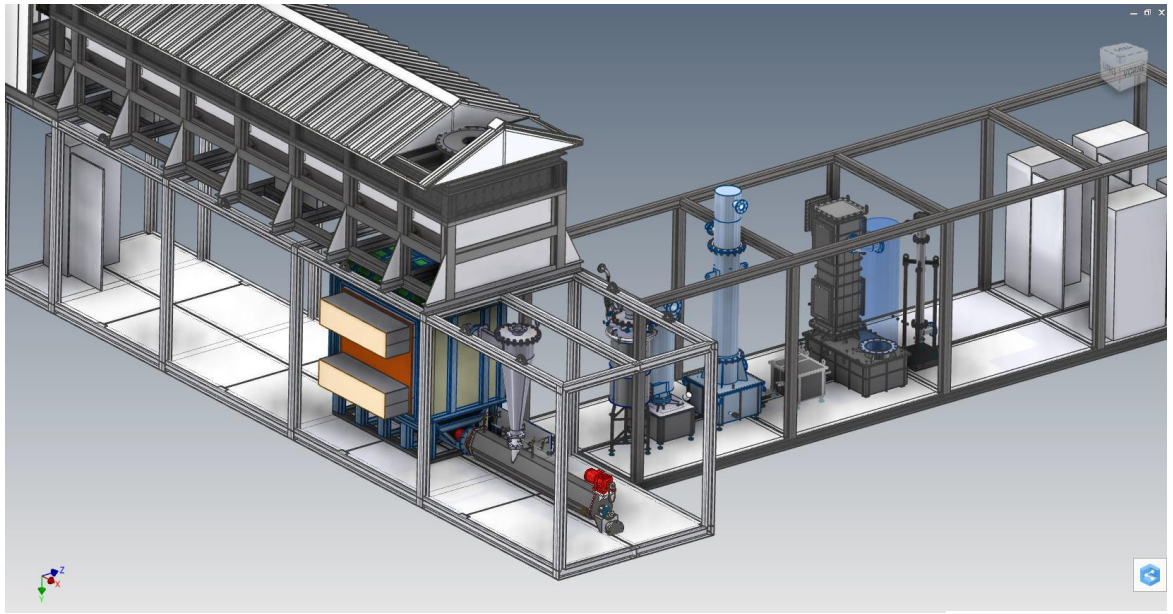
© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Thermo-Katalytisches Reforming TCR®

Entwicklungsstand: heute

Scale Up x2



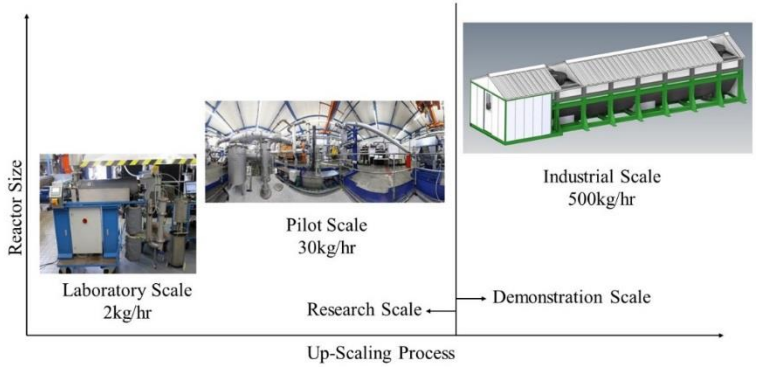
TCR500

Langzeit-Demonstrator

Durchsatz: 500 kg/h

Beheizung: Rauchgas

Zweck: vor-kommerzielle Demonstration

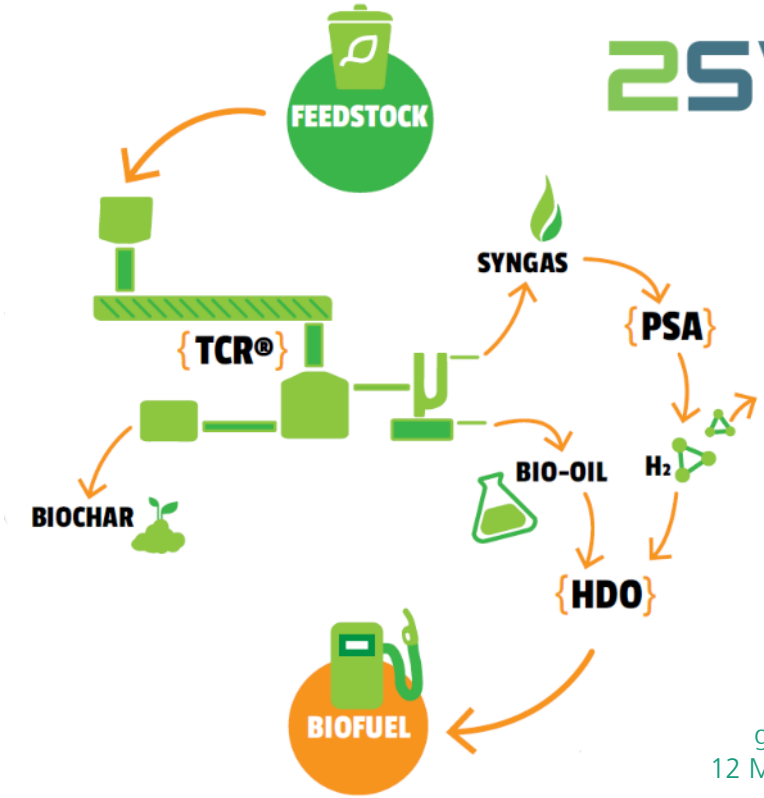


© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

To-Syn-Fuel: "The Demonstration of Waste Biomass to Synthetic Fuels and Green Hydrogen"

- Horizon2020 Innovation Action
- Dezentrale Nutzung von biogenen Reststoffen (wie Klärschlamm) zur Erzeugung grüner Kraftstoffe
- Kombination von TCR®-Technologie, Hydrotreatment (HDO) und Wasserstoff-Separation (PSA)
- Mit H_2 aus TCR-Gas (bis zu 50 Vol.-%) kann grüner Kraftstoff nach Norm erzeugt werden (EN228+EN590)
- >200.000 Liter TCR-Öl im Projekt



2synfuel

Rahmen:
Mai 2017 bis Juni 2022
12 Partner aus 5 EU Ländern
gefördert durch die EU mit ca.
12 Mio. € (total budget14 Mio. €)

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 745749.

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Konversion – To-Syn-Fuel & FlexJet

Laufende EU-Projekte (Horizon 2020)

2synfuel

Turning sewage sludge into fuels and hydrogen

Budget: 14,5 Mio. €

Partner:

ENGIE, LEITAT Technological Center, University of Birmingham, eni, Susteen Technologies GmbH, GrantG, etaflorence, VTS, HYGEAR, SNB

FlexJet:
Sustainable Jet Fuel from Flexible Waste Biomass

KETBIO AWARD Gewonnen (17.06.20)

Start: May 2018 (Horizon 2020)
13 Partner
13,4 Mio. € (10 Mio. € Förderung)
Ziel: TCR®500 zur Produktion von **1.200 t Flugkraftstoff**

© Fraunhofer UMSICHT

Europäische Kommission

Fraunhofer UMSICHT

TCR-Projekt – To-Syn-Fuel

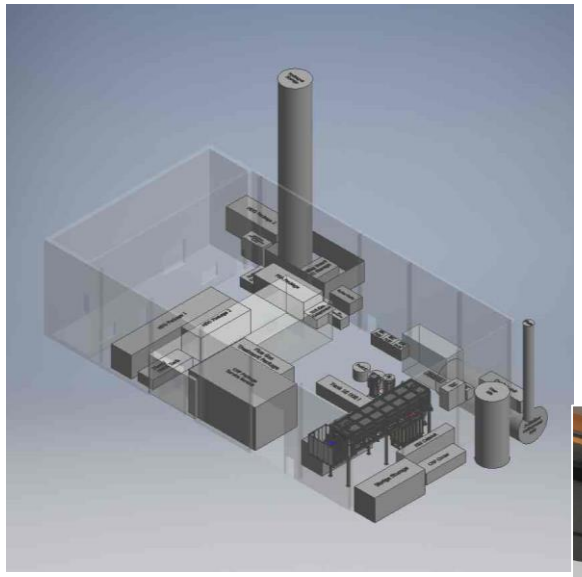
Inbetriebnahme TCR500 Langzeit-Demonstrator geplant für Ende 2020

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Standort Hohenburg

Basis für das Anwendungszentrum



- Demonstrationsanlage in Hohenburg
- Integrierte Anlage zur Reststoffverwertung
- Angeschlossenes BHKW und Kraftstofferzeugung

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

- Walter Röhrl plädiert für grüne Kraftstoffe
- Unterstützung am Standort Hohenburg

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

Zusammenfassung

- Verkehrswende erst am Anfang
- Verschiedene Alternativen
  zu fossilen Kraftstoffen/Antrieben
- Kraftstoffe aus Biomasse und Reststoffen
  als ein Teil der Lösung
- Entwicklungen bei UMSICHT
  als innovative Lösung in der Region
- Herstellung von grünen Kraftstoffen
  auf Normqualität möglich

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer UMSICHT

F&E zum Mieten: Das Industry-Lab in Sulzbach-Rosenberg

© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

FRAUNHOFER UMSICHT

Biokraftstoffe der neusten Generation
https://www.umsicht-suro.fraunhofer.de/de/unsere-loesungen/Kraftstoffe.html

Kraftstoffe der Zukunft: Position des Fraunhofer UMSICHT
https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2020/zukunft-der-kraftstoffe.html

Kontakt
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Dr. Robert Daschner
Leiter Abteilung Energietechnik
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
Telefon: 09661-8155 410
E-Mail: robert.daschner@umsicht.fraunhofer.de

Fraunhofer UMSICHT