

Für Mensch & Umwelt

Online-Medien-Seminar

E-Fuels und Biokraftstoffe: Was ist möglich, was ist nötig?

Martin Schmied

Abteilungsleiter „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“

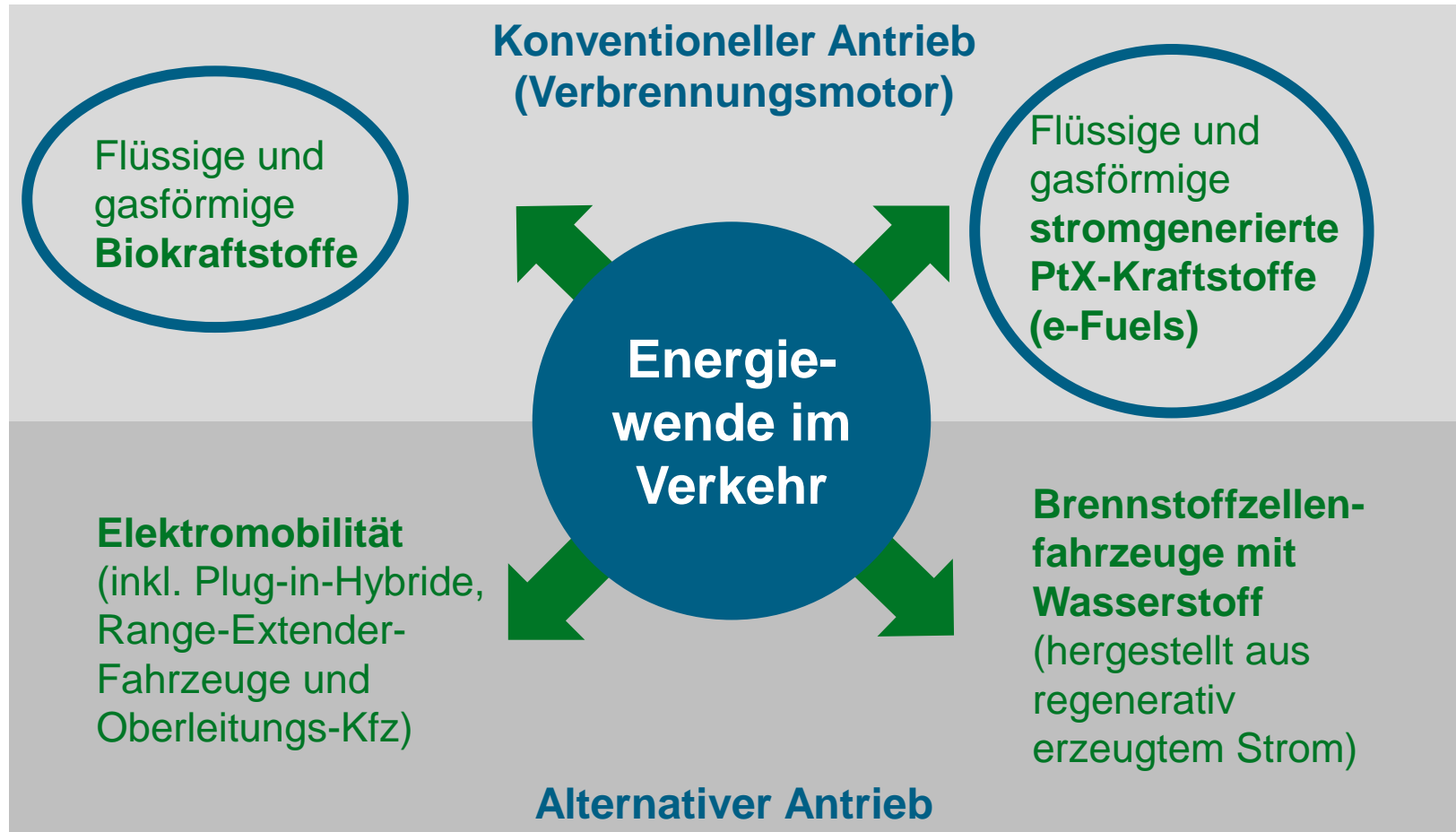
Dr. Martin Lange

Fachgebietsleiter „Schadstoffminderung und Energieeinsparung im Verkehr“

Umweltbundesamt

Berlin, 11. Februar 2021

Vier mögliche Wege in die postfossile Zukunft des Verkehrs



Quelle: Darstellung INFRAS (Ergänzungen UBA).

Biokraftstoffe

1



© Daniel Schwen, [CC BY-SA 2.5](#), via Wikimedia Commons

Power-to-X-Kraftstoffe / e-Fuels

2



© Manuel Gruber, [CC BY-SA 4.0](#), via Wikimedia Commons

RED II – EU-Anforderungen und nationale Umsetzung

3



joho345, Public domain (via Wikimedia Commons)

Was heißt das für den Verkehr?

4



Bild: Schmied.

Biokraftstoffe

1



© Daniel Schwen, [CC BY-SA 2.5](#), via Wikimedia Commons

Überblick Biokraftstoffe und deren ökologische Bewertung: Differenzierte Betrachtung notwendig

1. Konventionelle Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse

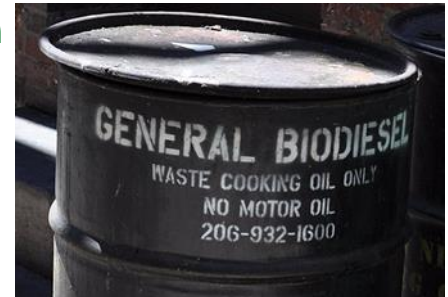
- Aus Nahrungs- und Futtermitteln → Nutzungskonkurrenz um Flächen
- Oft schlechtere Klimabilanz durch Landnutzungsänderung
- negative Auswirkungen auf Wasser, Boden, Biodiversität und Natur
→ **UBA empfiehlt: Ausstieg aus energetischer Nutzung im Verkehr**



Aidenvironment, 2006, [CC BY-SA 2.0](#)
(via Wikimedia Commons)

2. Nicht fortschrittliche Biokraftstoffe aus Abfällen und Reststoffen

- Vor allem aus gebrauchtem Speiseöle
- Hoher THG-Minderung, Möglichkeit zur Erhöhung Potentiale unklar
- Mögl. Verschiebungseffekte und Änderungen Abfallhierarchie und Gefahr als Reststoffe zu deklarieren (ca. 1/3 aus Asien importiert)?!
→ **Mit möglichst geringen Mengen Gefahren begegnen**



Joe Mabel, [CC BY-SA 3.0](#)
(via Wikimedia Commons)

3. Fortschrittliche Biokraftstoffe

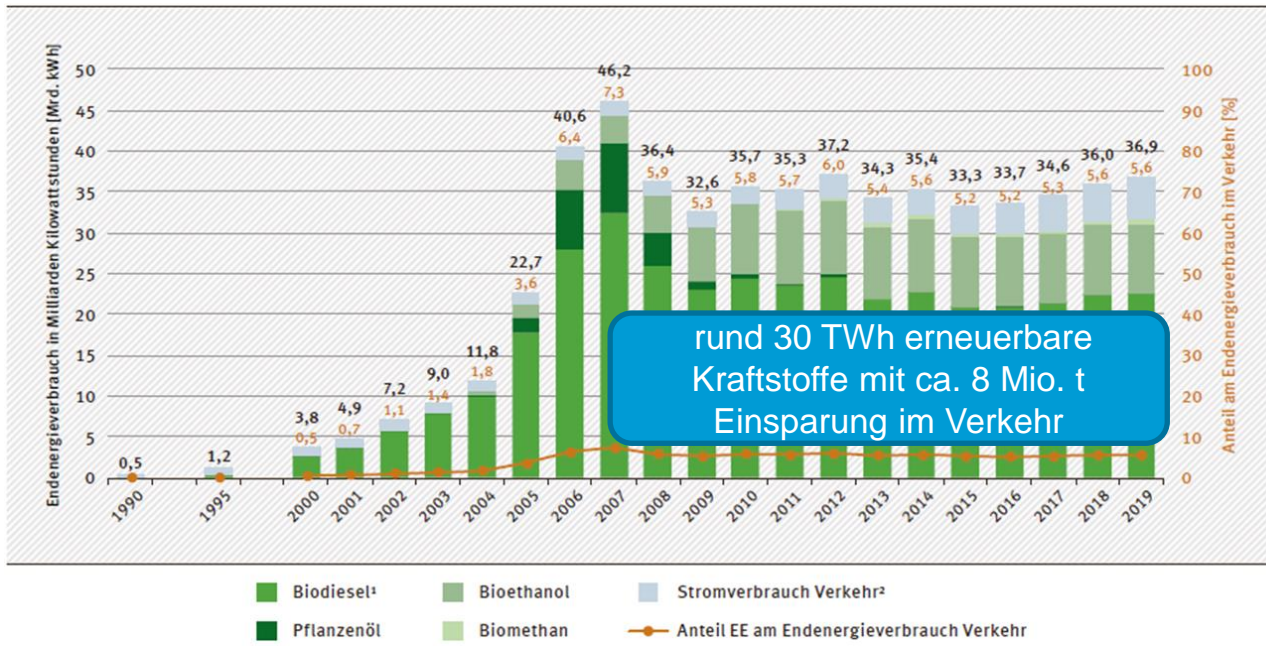
- Aus Reststoffen: bspw. Stroh, Gülle und Waldrestholz
- Hohe THG-Minderungen aber limitierte Potentiale und eher teuer
- Nutzungskonkurrenz mit anderen Anwendungen (stofflich, energetisch)
→ **Nutzung nur in Nachhaltigkeitsgrenzen**



© Superbass / [CC-BY-SA-4.0](#)
(via Wikimedia Commons)

Nutzung von erneuerbaren Energien im Verkehr

Entwicklung des Endenergieverbrauches aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor

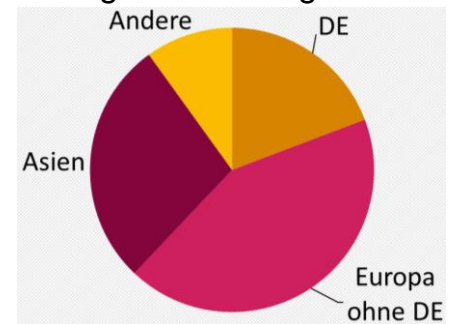


¹ Verbrauch von Biodiesel (inkl. HVO) im Verkehrssektor, ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär

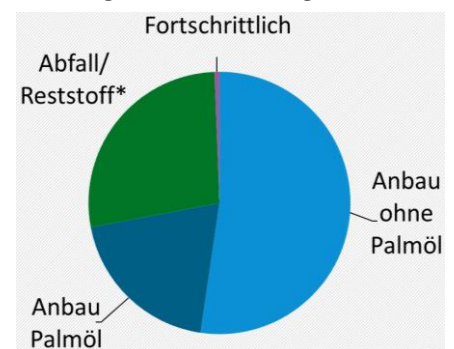
² berechnet mit dem Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch des jeweiligen Jahres

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

2019: Herkunft der Ausgangsstoffe Bezogen auf Energie



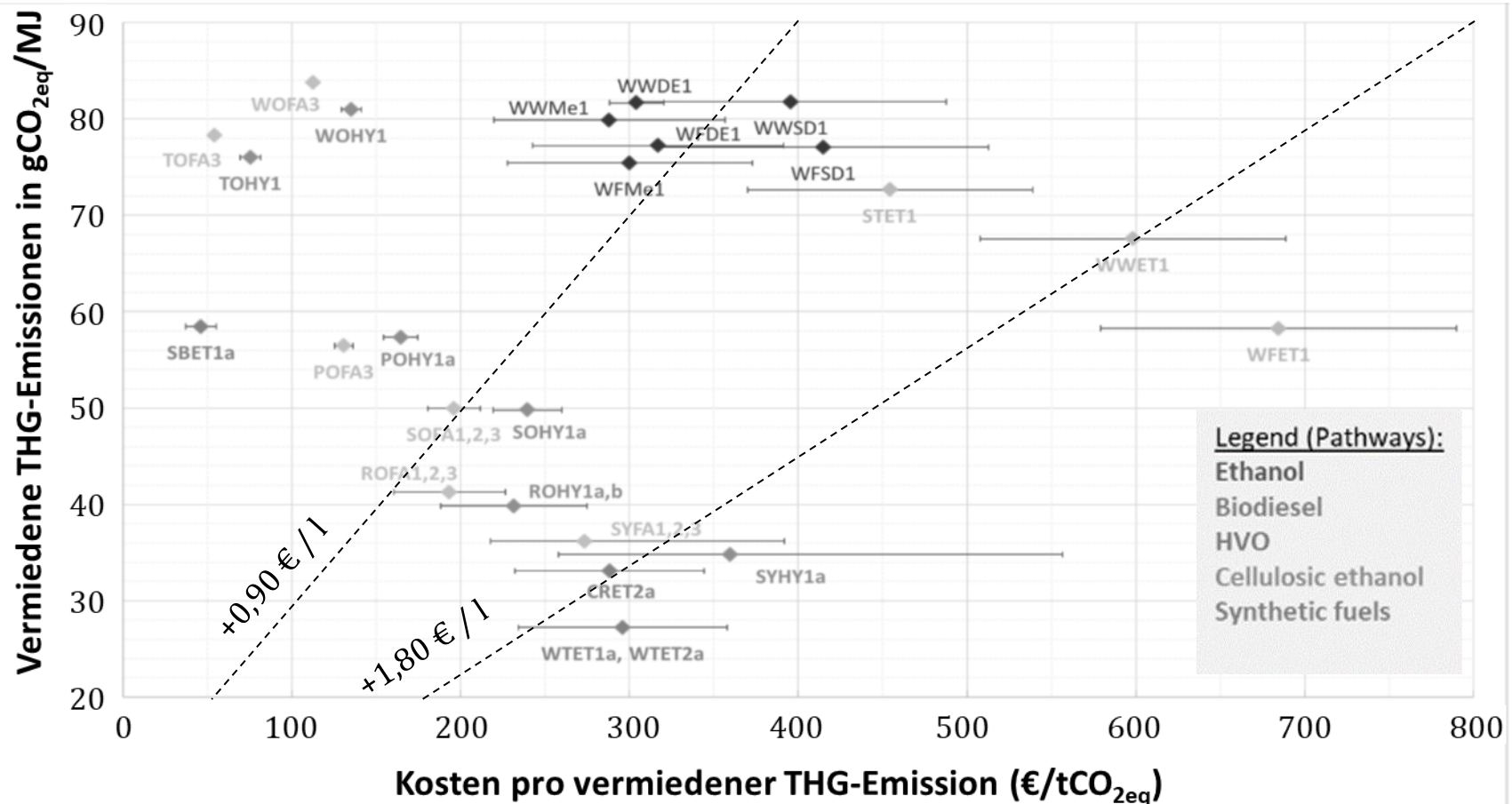
2019: Art des Ausgangsstoffes Bezogen auf Energie



Quelle: Eigene Darstellungen UBA, (2021), nach Evaluationsbericht 2019 BLE (2020)

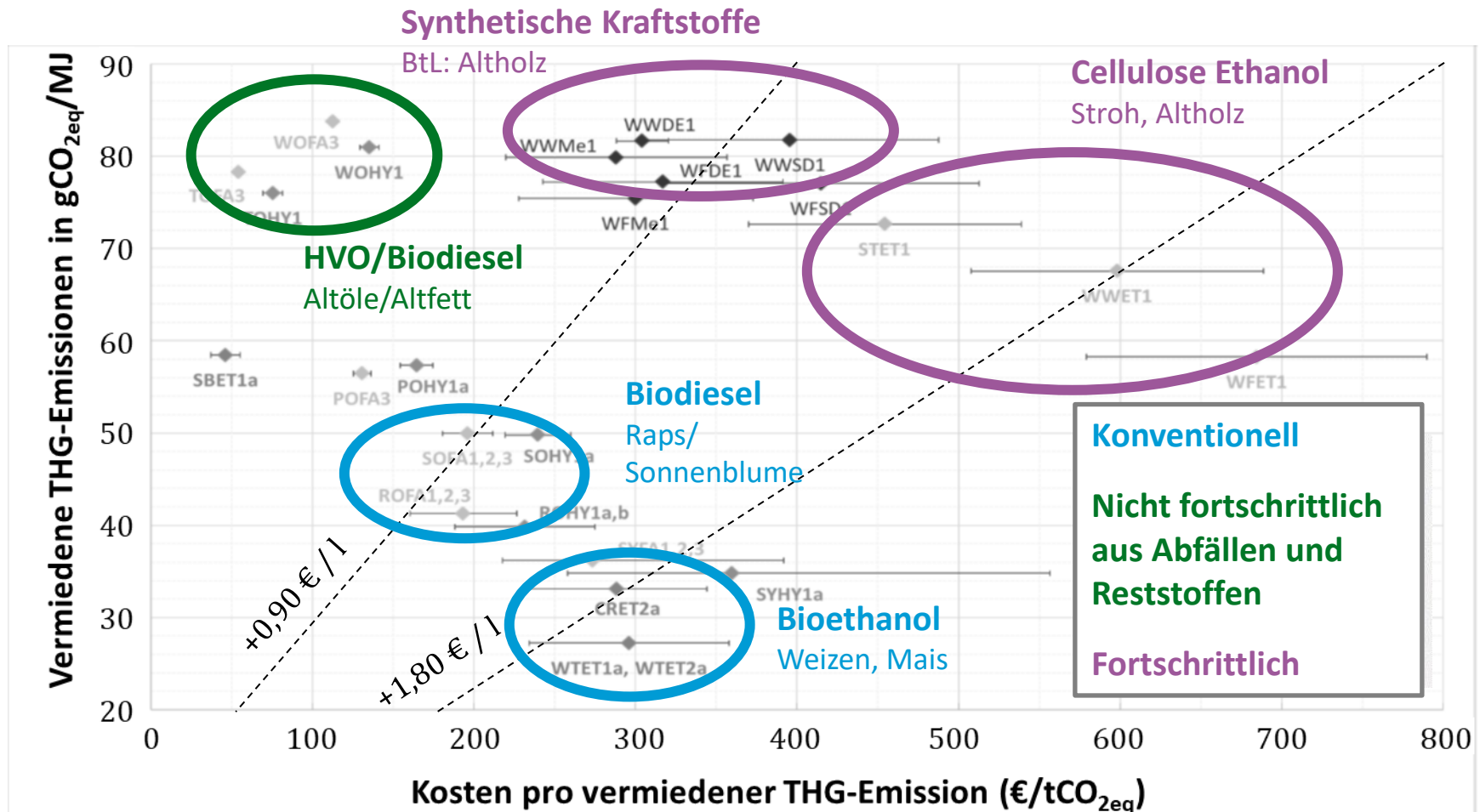
Kosten und THG-Einsparung (nach JEC wtt v5)

**KOSTEN FÜR THG-EINSPARUNGEN FÜR AUSGEWÄHLTE PFADE
2014 BIS 2016 (Ohne Emissionen durch Landnutzungsänderungen)**



Kosten und THG-Einsparung (nach JEC wtt v5)

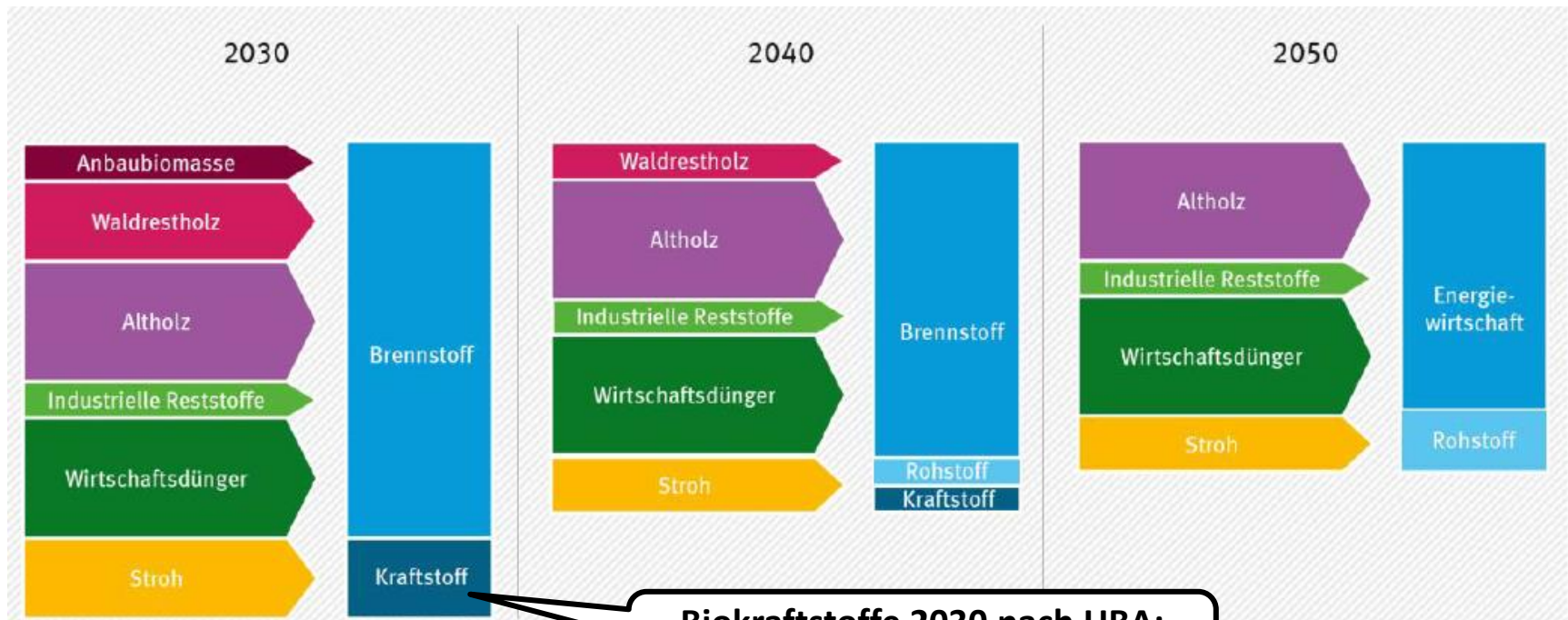
**KOSTEN FÜR THG-EINSPARUNGEN FÜR AUSGEWÄHLTE PFADE
2014 BIS 2016 (Ohne Emissionen durch Landnutzungsänderungen)**



Biomasse kann im Energiesektor mit höheren Wirkungsgraden und THG-Minderungen eingesetzt werden als im Verkehr

UBA-Projekt: Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE

Qualitative Darstellung der Nutzung von Biomasse zur Brenn-, Kraft- und Rohstoffversorgung*



*Stroh wird in 2050 ausschließlich als Rohstoff in der chemischen Industrie genutzt

**Biokraftstoffe 2030 nach UBA:
rund 16 TWh aus 10 Mio. t Stroh**

Quelle: UBA (2019), [Link](#)

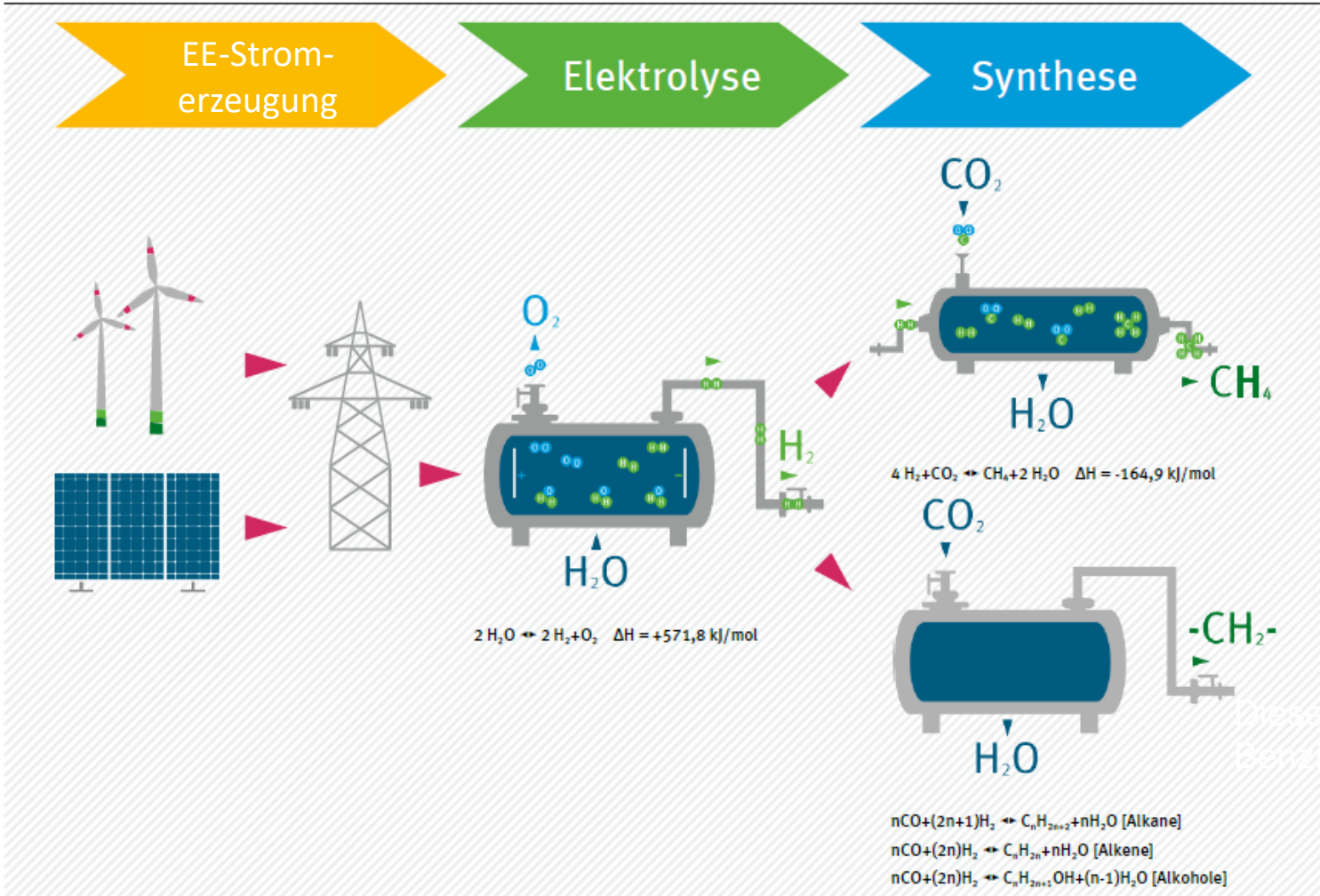
Power-to-X-Kraftstoffe / e-Fuels

2

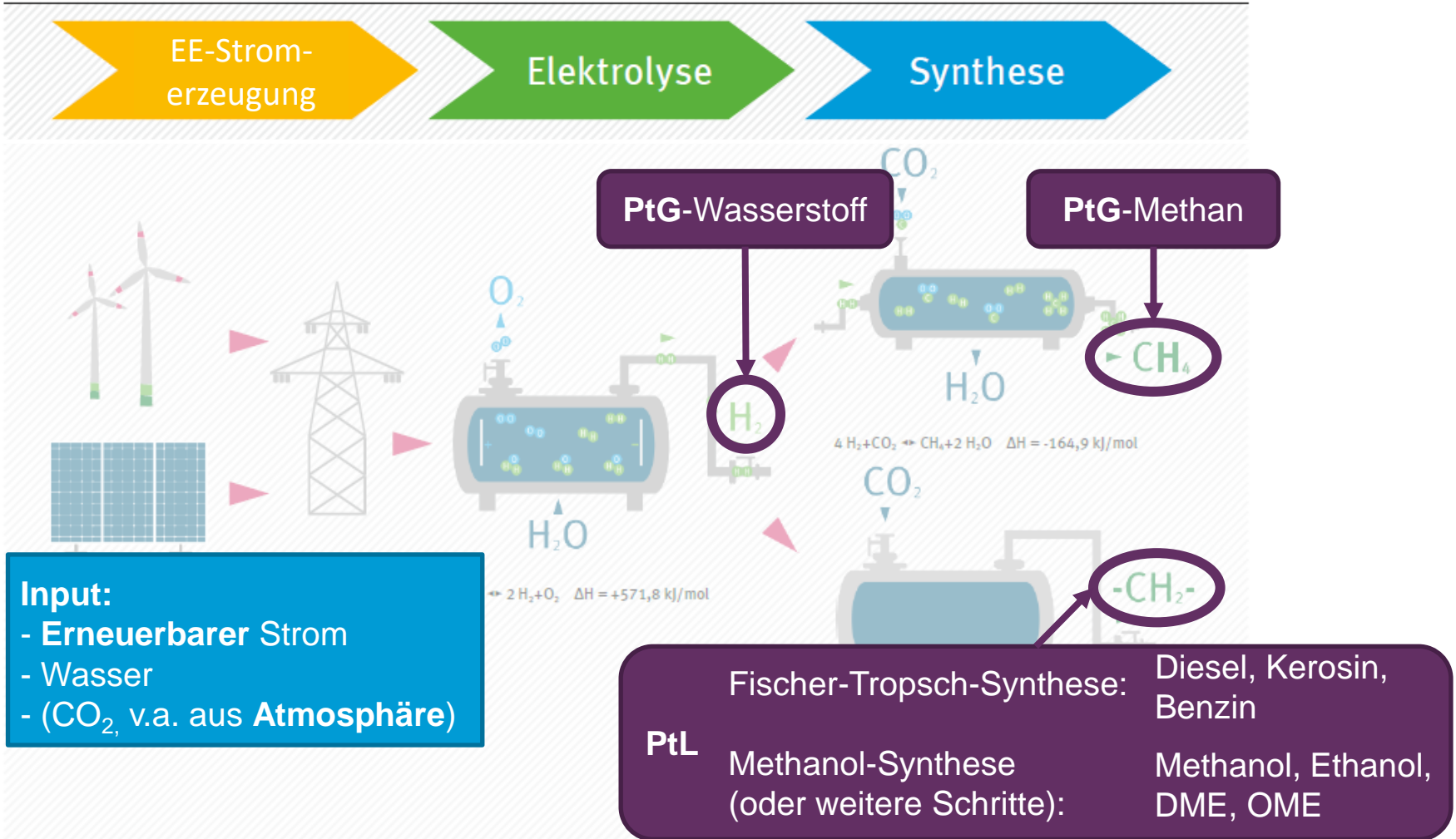


© Manuel Gruber, [CC BY-SA 4.0](#), via Wikimedia Commons

Schema: Herstellung von Power-to-Gas- (PtG-) und Power-to-Liquid- (PtL-)Kraftstoffen

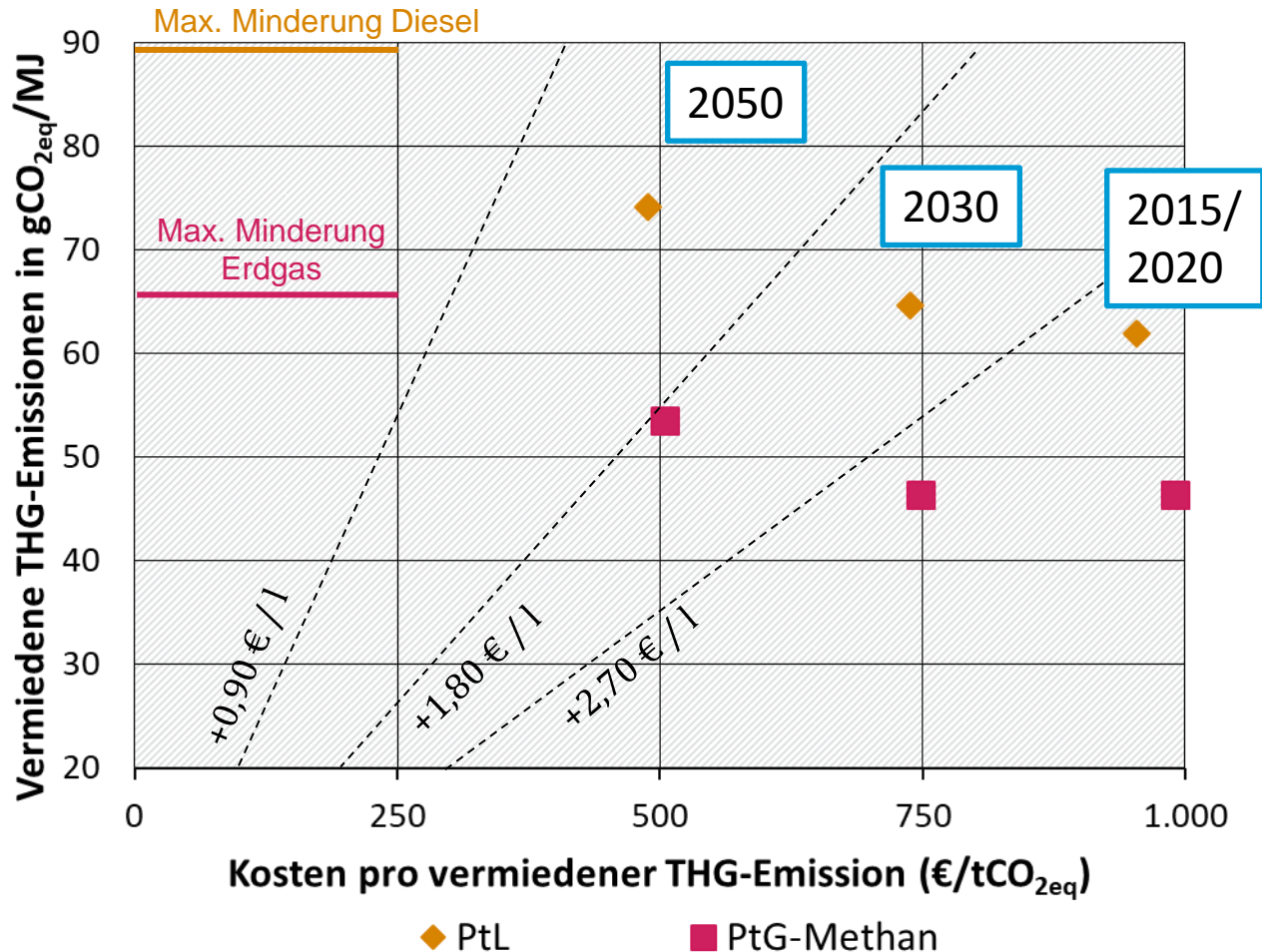


Schema: Herstellung von Power-to-Gas- (PtG-) und Power-to-Liquid- (PtL-)Kraftstoffen



THG-Minderungen und Kosten von PtL und PtG-Methan

KOSTEN FÜR THG-EINSPARUNGEN FÜR PTL UND PTG-METHAN



THG-Minderungen nach UBA
„Systemvergleich speicherbarer
Energieträger aus erneuerbaren Energien“
(2020) [Link](#);
Pfade PtL (11-13, 19) | PtG (49-52)

Gestehungskosten nach UBA „Sensitivitäten
zur Bewertung der Kosten verschiedener
Energieversorgungsoptionen des Verkehrs
bis zum Jahr 2050“ (2019) [Link](#)

Substitutionswirkung und vermiedene THG-Emissionen

	Nutzung regenerativer Strom			Substitution fossiler Bereitstellung				
	regenerative Bereitstellung			fossile Einsparung			Substitutions- verhältnis Energie	Vermiedene THG- Emisionen in CO ₂ Äq
	Input	Technik	bereitgestellte Energie / Nutzen	Technik	Input			
	1 kWh reg. Strom	PtH Wärmepumpe	3,3 kWh Wärme	3,3 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	3,14 kWh Erdgas	3,14	~ 640
E-Pkw	1 kWh reg. Strom	E-Auto (80%)	4,6 km	4,6 km	Verbrennungs- motor (28%)	2,6 kWh fl. Kraftstoff	2,6	~ 690
	1 kWh reg. Strom	PtH direktelektrisch	0,95 kWh Wärme	0,95 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	0,91 kWh Erdgas	0,91	~ 185
	1 kWh reg. Strom	PtG – H2 stofflich	0,74 kWh Wasserstoff	0,74 kWh Wasserstoff	Dampfpreforming (85,2%)	0,87 kWh Erdgas	0,87	~ 180
PtG-Methan/ PtL im Verkehr	1 kWh reg. Strom	PtG – CH4	0,58 kWh Methan	0,58 kWh Methan		0,58 kWh Erdgas	0,58	~ 120
	1 kWh reg. Strom	PtL	0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5 kWh fl. Kraftstoff		0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5	~ 135

Hinweis: Das tatsächliche Substitutionsverhältnis und vermiedenen THG-Emissionen sind abhängig von den tatsächlichen Wirkungsgraden der Anlagen- und Anwendungstechniken und können damit zu den hier pauschalisierten Annahmen abweichen.

... und noch größere THG-Minderungen bei Substitution von Kohlestrom.

PtX-Kraftstoffe: Warum Einsatz im Luft- und Seeverkehr?

LUFTVERKEHR

- nutzt bisher kaum alternative Kraftstoffe:
Infrastrukturen und Produktionskapazitäten für diesen noch nicht aufgebaut
- Knappes Volumen im Flugzeug: Kraftstoff mit hoher Dichte erforderlich
- Kaum technische Alternativen:
Nutzung von batterie-elektrischen oder Wasserstoff-Flugzeugen auf der Langstrecke auch langfristig nicht kommerziell möglich
- PtL-Kerosin als flüssiger Kohlenwasserstoff eine Option mit hohen THG-Minderungspotentialen der Klimawirkung durch Verbrennung; auch wenn Nicht-CO₂-Klimawirkungen prinzipiell verbleiben
 - **Markthochlauf sollte bald beginnen, damit insbesondere nach 2030 steigende Anteile genutzt werden können und der Luftverkehr dann bis 2050 seine Klimawirkung verringern kann**



Maarten Visser from Capelle aan den IJssel, Nederland, [CC BY-SA 2.0](#) (via Wikimedia Commons)

PtX-Kraftstoffe: Warum Einsatz im Luft- und Seeverkehr?

SEEVERKEHR

- Geringere Anforderungen an Energiedichte ermöglichen mehr Flexibilität:
 - Neben PtL (z.B. Diesel, Methanol, Ammoniak*) auch PtG (Wasserstoff, Methan) in Diskussion.
- Direkte Elektrifizierung keine Option für Langstrecke ohne Zwischenhalte
- Lange Betriebszeiten erfordern baldige Entscheidungen, um große THG-Minderungen bis 2050 zu erreichen.
- **Ziel: Fokussierung auf langfristig nachhaltige Pfade; PtG/PtL hat auch hier viele Vorteile**



Hummelhummel, [CC BY-SA 3.0](#)
(via Wikimedia Commons)

* Aus grünem Wasserstoff und Luft-Stickstoff mittels Haber-Bosch-Verfahren; Nutzung durch Verbrennung.

RED II – EU-Anforderungen und nationale Umsetzung

3



joho345, Public domain (via Wikimedia Commons)

EU Ziele für erneuerbare Energien (EE) im Verkehr bis 2030: Umsetzung durch Treibhausgasminderungsquote (THG-Quote)

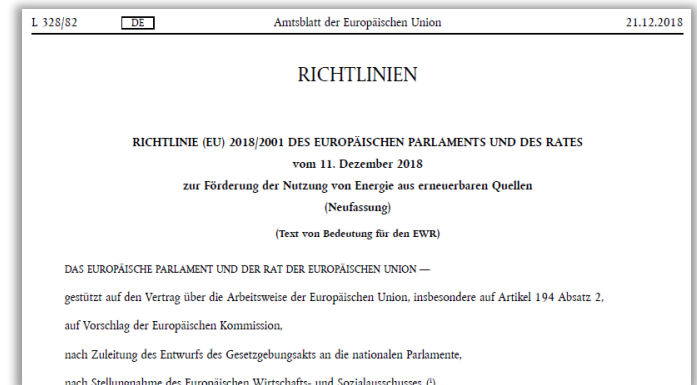
ZIELE FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN BIS 2030 DURCH RED II

- Wichtige Änderungen für Verkehr:
 - Erhöhung des Anteils von erneuerbaren Energien auf mind. 14%
 - Begrenzung von konventionellen Biokraftstoffen
 - Stärkere Nutzung von fortschrittlichen Biokraftstoffen
 - Nutzung von Strom im Straßenverkehr gestärkt

THG-QUOTE ALS UMSETZUNG

- **Ziel:** Verpflichtung die THG-Bilanz der Kraftstoffe zu verbessern und Anteils erneuerbarer Energien zu erhöhen
- Verpflichtete (Inverkehrbringer) kaufen Mengen an vermiedenen Emissionen durch verschiedene Optionen von Dritten

**THG-Quote geht weit über Erfüllung der RED II hinaus,
um zu den nationalen Klimaschutzzielen beizutragen**



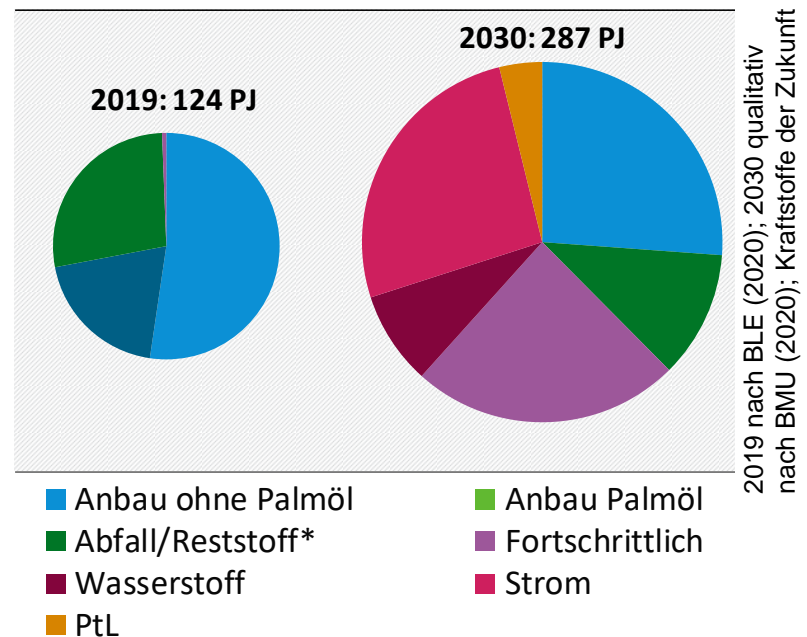
Aktuell im
Gesetzgebungsverfahren

Kabinettentwurf am
03.02.2021 beschlossen

Inhalte des aktuellen Entwurfes zur THG-Quote

- Anrechnung **konventioneller Biokraftstoffe** auf 4,4% begrenzt und Ausphasung von Palmöl basierten Biokraftstoffen bis 2026
- Unterquote für **fortschrittliche Biokraftstoffe** von 1,75% und doppelte Anrechnung darüber hinausgehender Mengen
- Begrenzung für **abfallbasierte Biokraftstoffe** auf 1,9% inkl. Anrechnung von einigen tierischen Fetten
- **Grüner Wasserstoff** und **PtX im Straßenverkehr** werden doppelt angerechnet
- **PtL-Mindesquote im Flugverkehr** von 2% im Jahr 2030 für in Deutschland getankte Menge
- Im **Straßenverkehr genutzter Strom** wird dreifach angerechnet

Realdaten 2019 und denkbarer Mix 2030



Zusammenfassung: Was heißt das für den Verkehr?

4



Bild: Schmied.

Zusammenfassung: E-Fuels und Bio-Kraftstoffe

- Nachhaltige Biokraftstoffe bzw. E-Fuels/PtX-Kraftstoffe aus erneuerbarem Strom ermöglichen deutliche Treibhausgasminderungen
- aber: Nachhaltige Biokraftstoffe bleiben begrenzt und PtX-Kraftstoffe brauchen heute und in Zukunft viel Strom und sind teuer
- Diese Kraftstoffe sollten nur dort eingesetzt werden, wo es technisch keine Alternativen gibt; Biomasse kann zudem effizienter in anderen Bereichen eingesetzt werden
- PtX-Kraftstoffe sind nachhaltige Option für den Luft- und Seeverkehr; mit stärker ansteigenden Anteilen eher nach 2030
- Anspruchsvolle Nachhaltigkeitsanforderungen sind notwendig, um weitere Umweltwirkungen und indirekte Effekte durch Substitutionen zu begrenzen
- Verkehrswende noch dringender notwendig, um Kraftstoffverbrauch durch Vermeidung, Verlagerung sowie Effizienzverbesserungen zu reduzieren

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Martin Schmied

Abteilungsleiter „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“

martin.schmied@uba.de

Dr. Martin Lange

Fachgebietsleiter „Schadstoffminderung und
Energieeinsparung im Verkehr“

martin.lange@uba.de

**Umwelt
Bundesamt** 

