

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Rolle fossiler und nicht-fossiler Treibstoffe im Verkehrssektor: Ein globaler Überblick über bestehende Treibstoffmärkte und ihre Interdependenzen

>> Konferenz „Verkehrsökonomik und –politik“

Berlin, 23. – 24. Mai 2019

B. Dröschel, E. Hauser, B. Zeck;

Unter Mitarbeit von Uwe Klann & Patrick Matschoss und Ursula Rachor

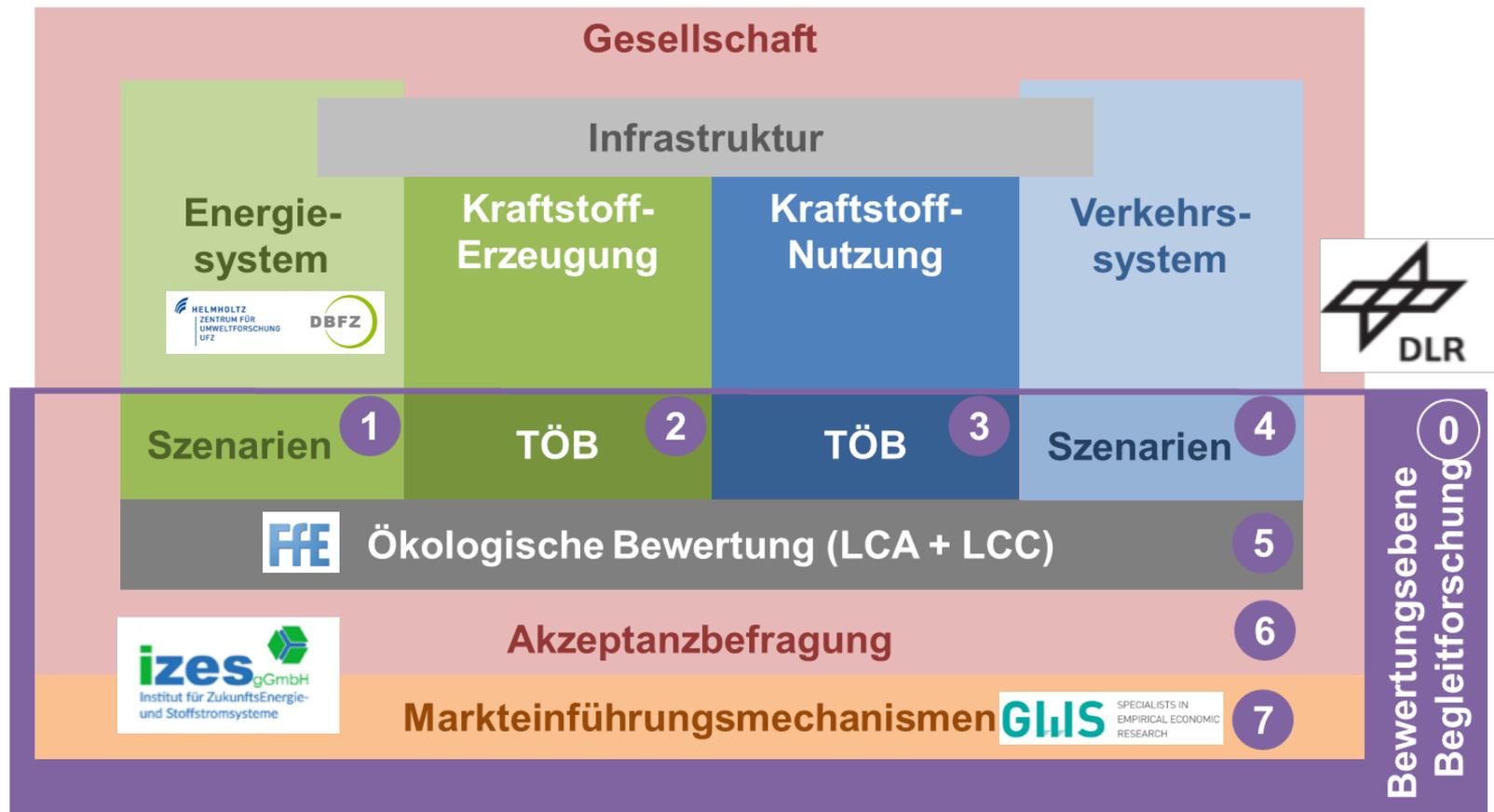
- ❖ Das IZES
- ❖ Kurzvorstellung BEniVer – Begleitforschung Energiewende im Verkehr
- ❖ Weltweite und europäische Kraftstoffnachfrage – nach Sektoren
- ❖ Status quo Erdölnutzung
- ❖ Globale Treibstoffmärkte
- ❖ Bedeutung erneuerbarer biogener Kraftstoffe
- ❖ Weitere alternative Treibstoffe und ihre heutige Rolle:
Methanol und LNG
- ❖ Fokus: Schiff- und Luftfahrt



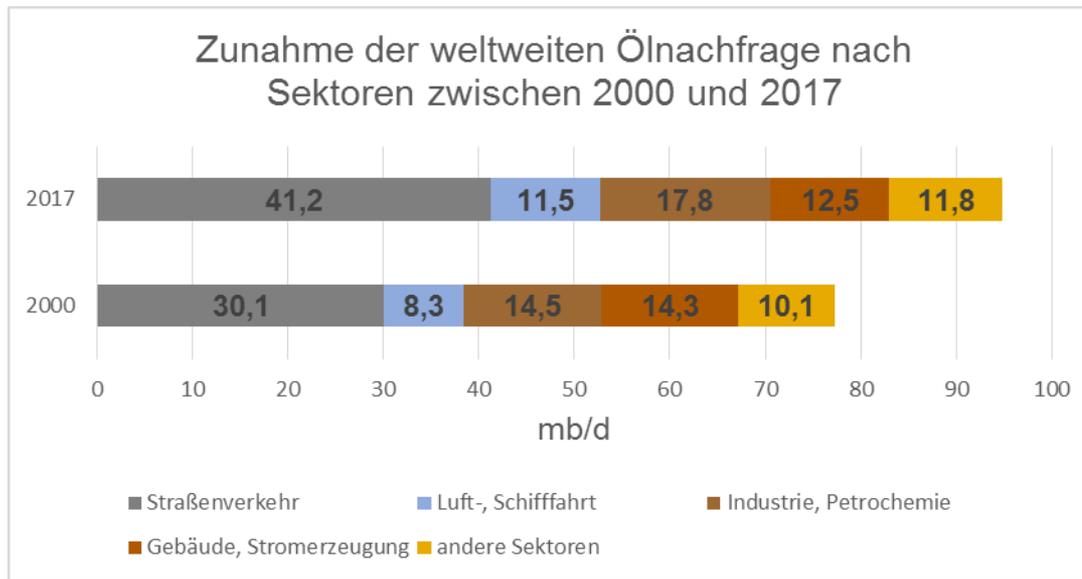
- Rechtsform: gemeinnützige GmbH
- Schwerpunkte:
 - anwendungsnahe Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet nachhaltiger Energie- und Stoffstromsysteme
 - Initiierung, Konzeption und Unterstützung von innovativen Projekten zur rationellen Energie- und Stoffstromnutzung und zur Nutzung erneuerbarer Energien
- 5 interdisziplinär ausgerichtete Arbeitsfelder
- ~ 55 Menschen im Institut tätig, davon rund 40 fest angestellte Mitarbeiter*innen aus unterschiedlichen Disziplinen sowie Student*innen im Rahmen ihres Praxissemesters oder der Erstellung der Bachelor- oder Masterthesis, Praktikant*innen und Aushilfen



- BEniVer untersucht umfassend die Entwicklung regenerativer Kraftstoffe, wobei neben eigenen Analysen die technischen Forschungsvorhaben der Förderinitiative vernetzt, Synergiepotenziale gehoben und die Projektergebnisse vergleichbar gemacht werden sollen.



Weltweite Ölnachfrage 2017



- Entspricht einer Produktion von:
 - 2017: 14.754.272.000 l/d
 - 2000: 11.956.048.000 l/d

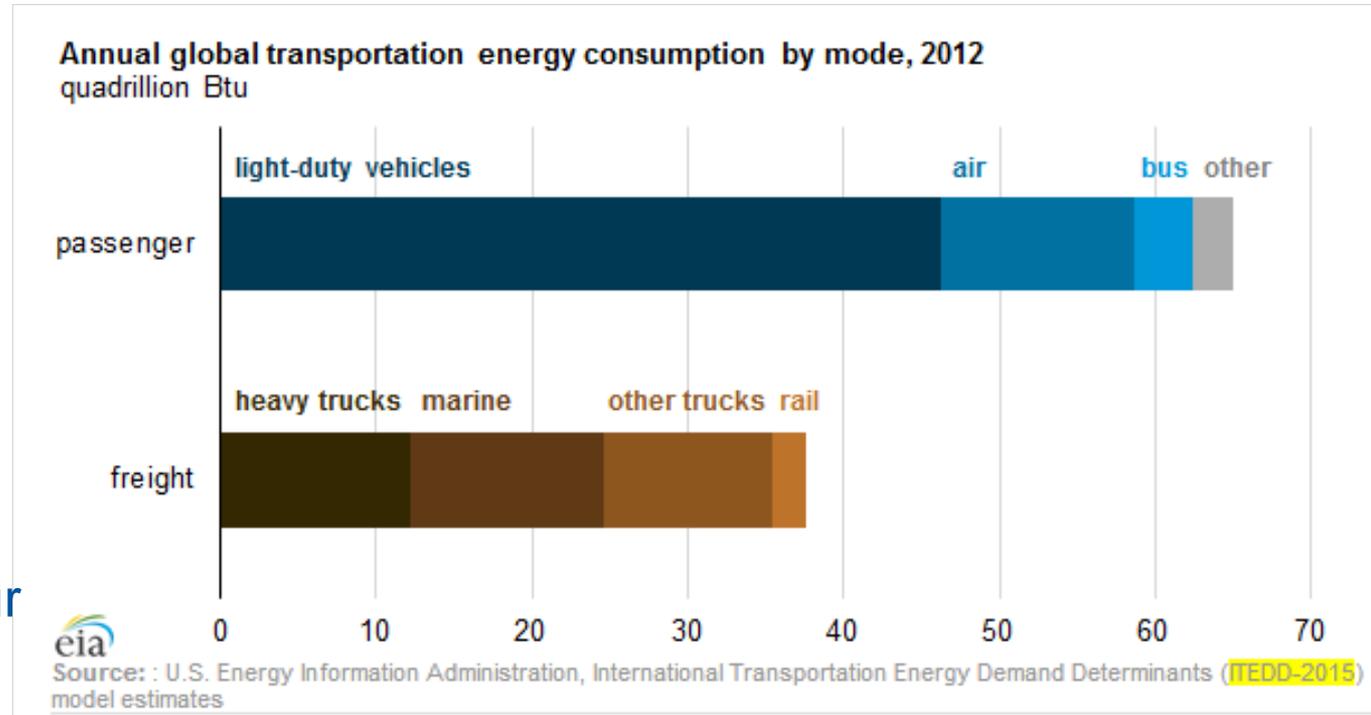
- Zunahme zwischen 2000 und 2017: 23%

- Anteil Straßenverkehr : 41,2 %
 - Zunahme seit 2000: 37%

- Anteil Luft- und Schifffahrt : 11,5 %
 - Zunahme seit 2000: 39%

Weltweiter Energieverbrauch für den Verkehr (2012)

- ❖ In der Summe wurden lt. EIA weltweit 103 Quad BTU (~ 30.200 TWh) an Energie für den Verkehr benötigt
- ❖ Davon ~ 63% für Personenbeförderung und 37% für Frachtzwecke; „light duty vehicles“ allein nutzen annähernd 50% der gesamten Energie
- ❖ Das entspricht (rein zahlenmäßig) fast 134 Mal der bundesdeutschen EE-Stromerzeugung!
- ❖ Dabei sind keine Umwandlungsverluste für SynFuels berücksichtigt!



CO₂ Emissionen aus dem Transportsektor: + 150% (1970-2010)

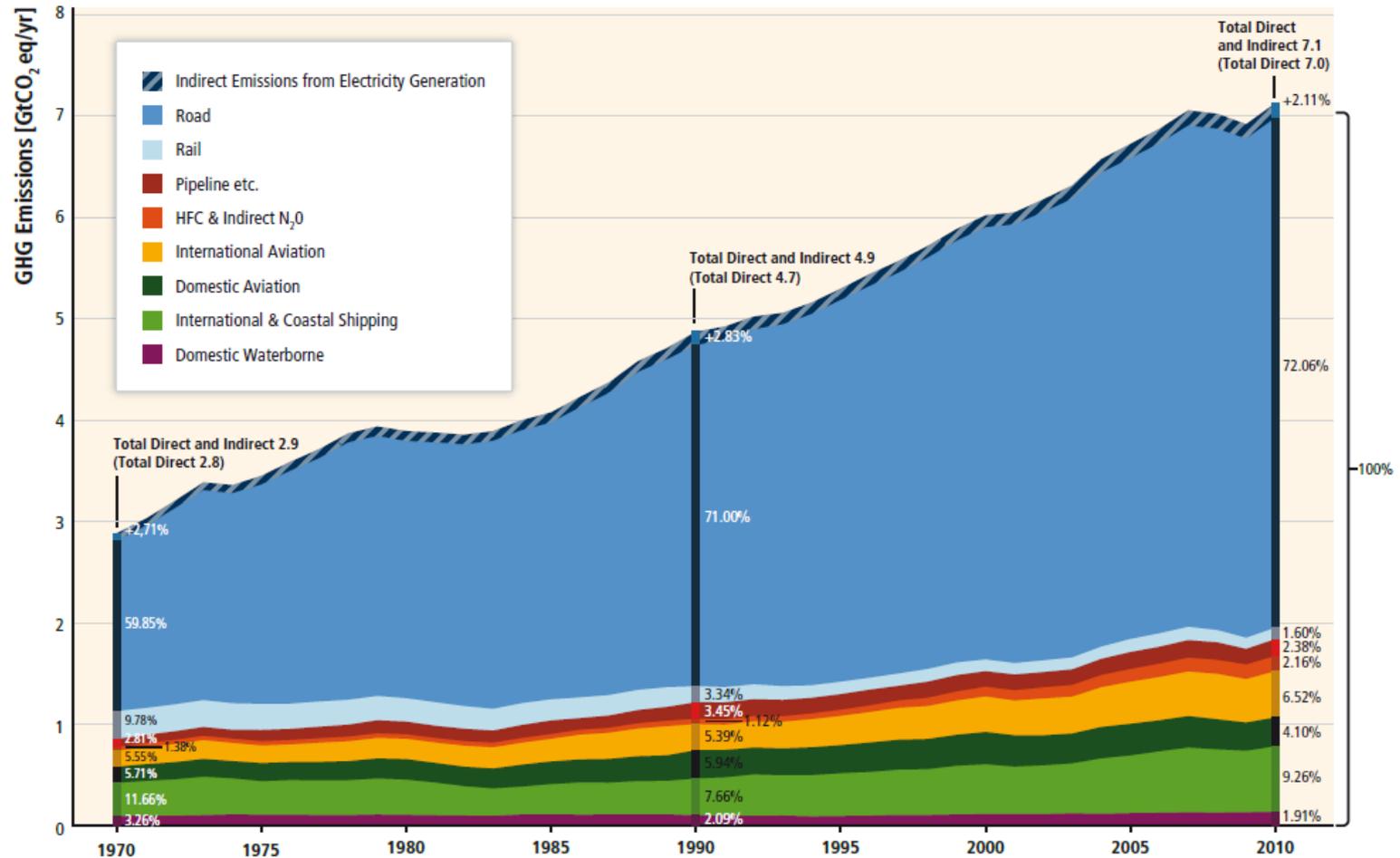
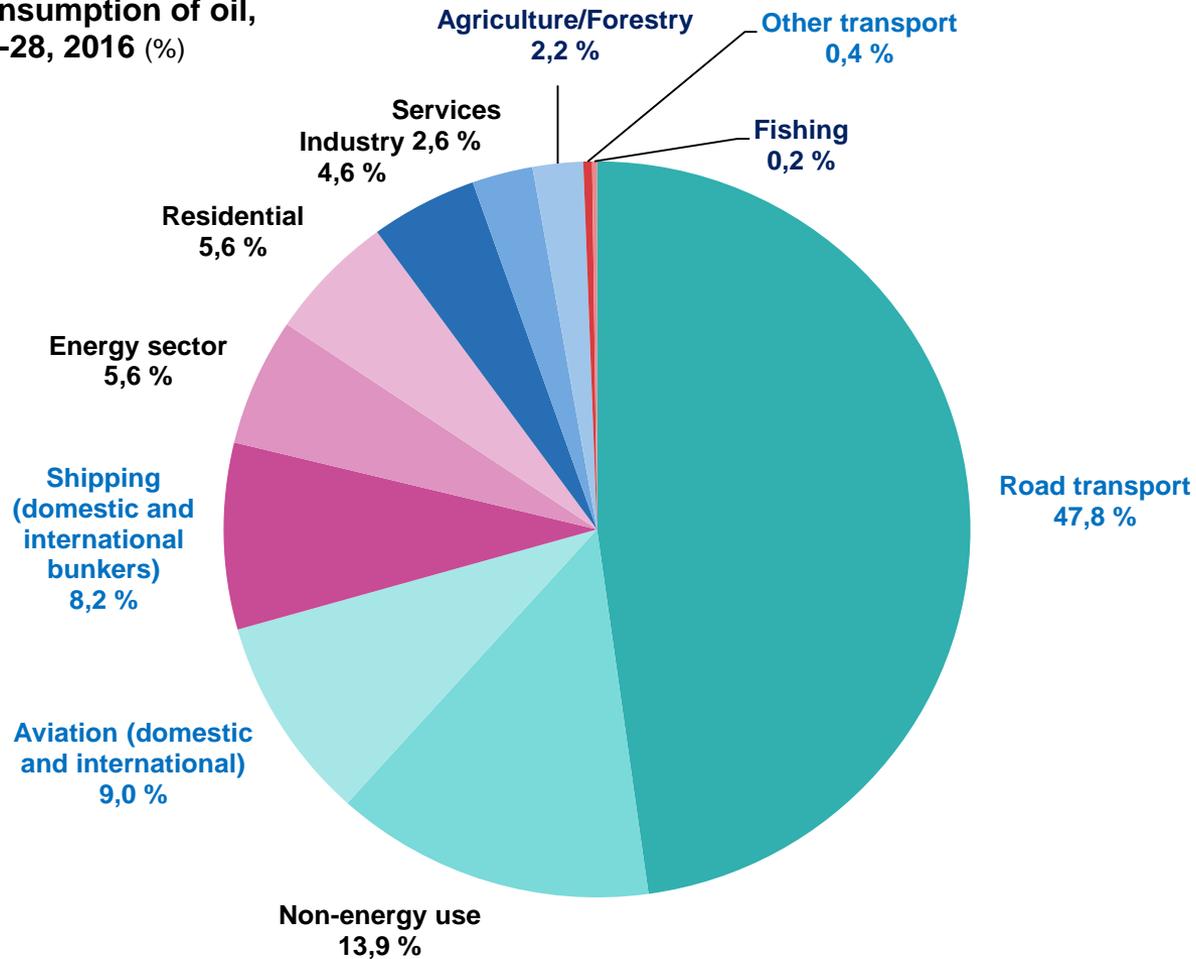


Figure 8.1 | Direct GHG emissions of the transport sector (shown here by transport mode) rose 250 % from 2.8 Gt CO₂eq worldwide in 1970 to 7.0 Gt CO₂eq in 2010 (IEA, 2012a; JRC/PBL, 2013; see Annex II.8).

Verbrauch von Erdöl in der EU nach Sektoren (2016)

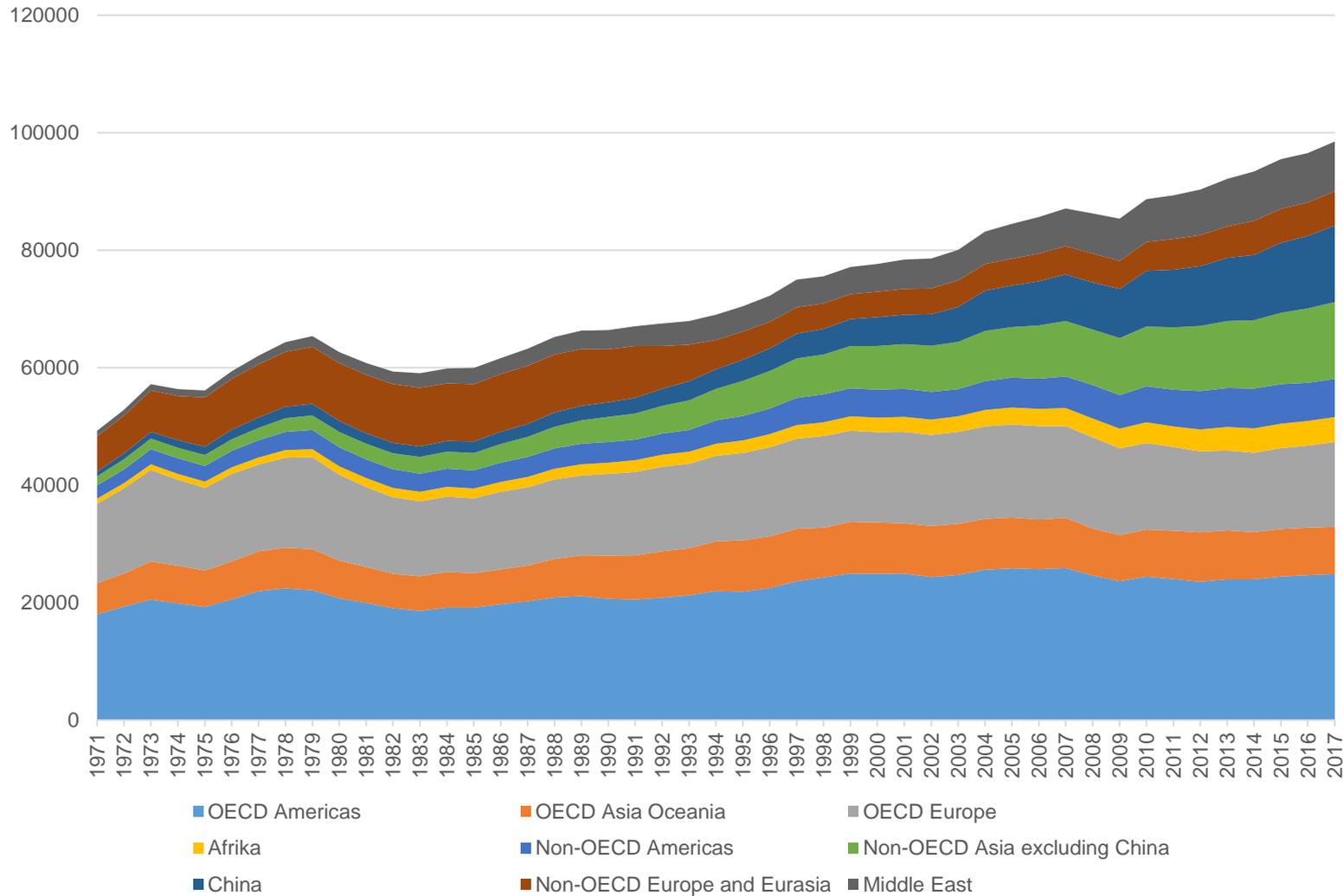
Consumption of oil,
 EU-28, 2016 (%)



- 34.4 % (ca. 561 Mtoe) des Bruttoendenergieverbrauchs der EU (gesamt ~ 1.360 Mtoe) bestanden aus Erdölprodukten.
- Ungefähr 66% des EU-weiten Ölverbrauchs (~370 Mtoe) gehen auf den Transportsektor zurück. Dieser stieg seit 2000 um 6,7% an (damals ~344 Mtoe)
- Davon entfällt fast die Hälfte auf den motorisierten Straßenverkehr.

Globale Erdölnachfrage seit 1971

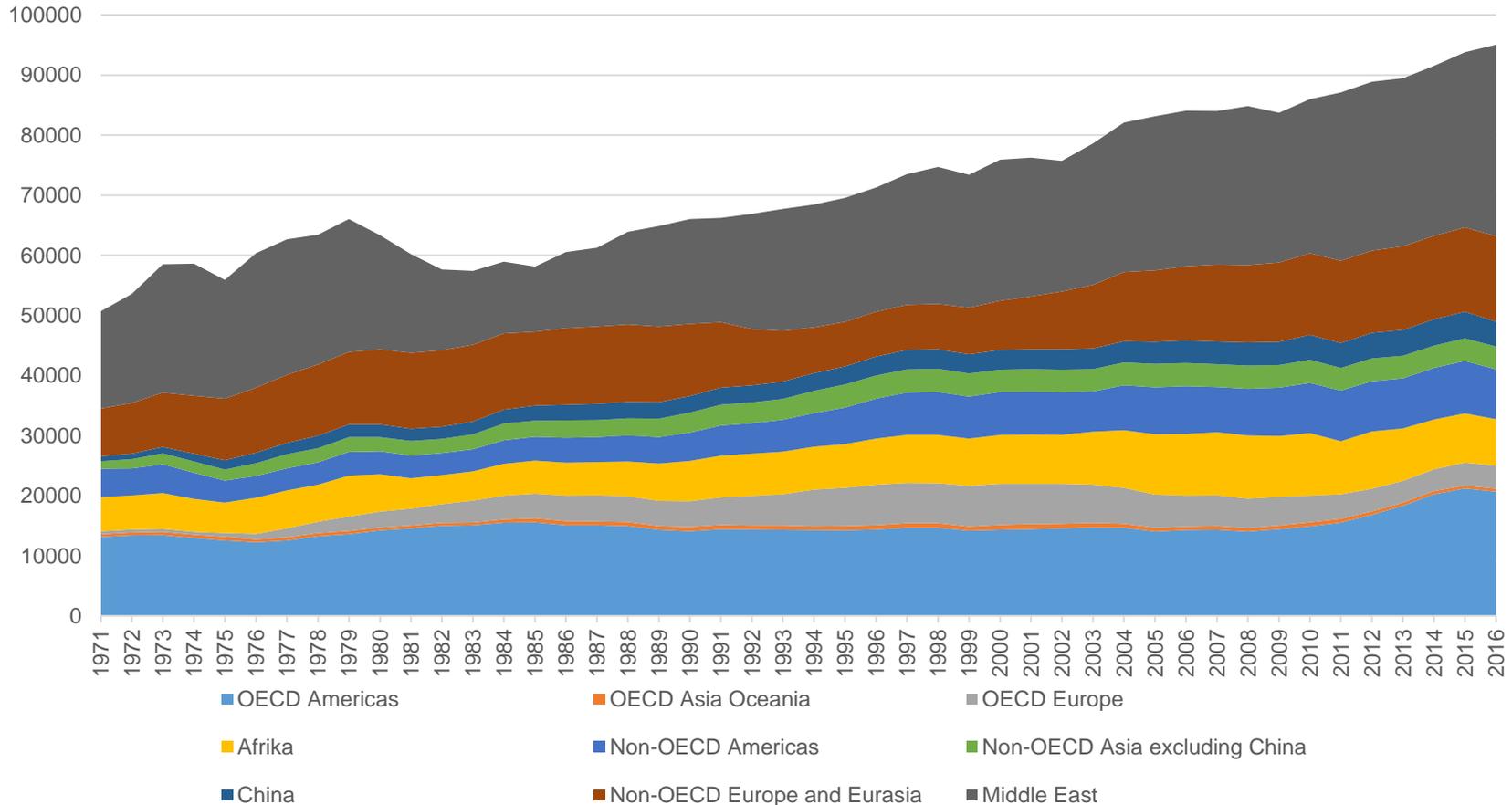
Erdöl - Nachfrage (in Kilobarrel/ Tag)



Quelle: IEA-Daten, eigene Darstellung

Globale Erdölproduktion seit 1971

Erdöl - Produktion (in Kilobarrel/ Tag)



Quelle: IEA-Daten, eigene Darstellung

Anzahl der Lieferländer hat zu- & die Marktkonzentration abgenommen

Erneuerbare Kraftstoffe aus biogenen Quellen

Ausgangsprodukte

- Bioethanol aus Zuckerrohr, Zuckerrüben, Getreide, Mais
- Biodiesel aus Ölpflanzen z.B. Soja, Raps, Palmöl
- sog. „fortgeschrittene“ Biotreibstoffe (advanced biofuels): aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen, Pflanzen, die nicht als Nahrungsmittel verwendet werden (z.B. Miscanthus, Fette), andere biogene Reststoffe
- Biokraftstoffe der 2. Generation: oft mit Fortgeschrittenen identisch, s. auch weiter unten

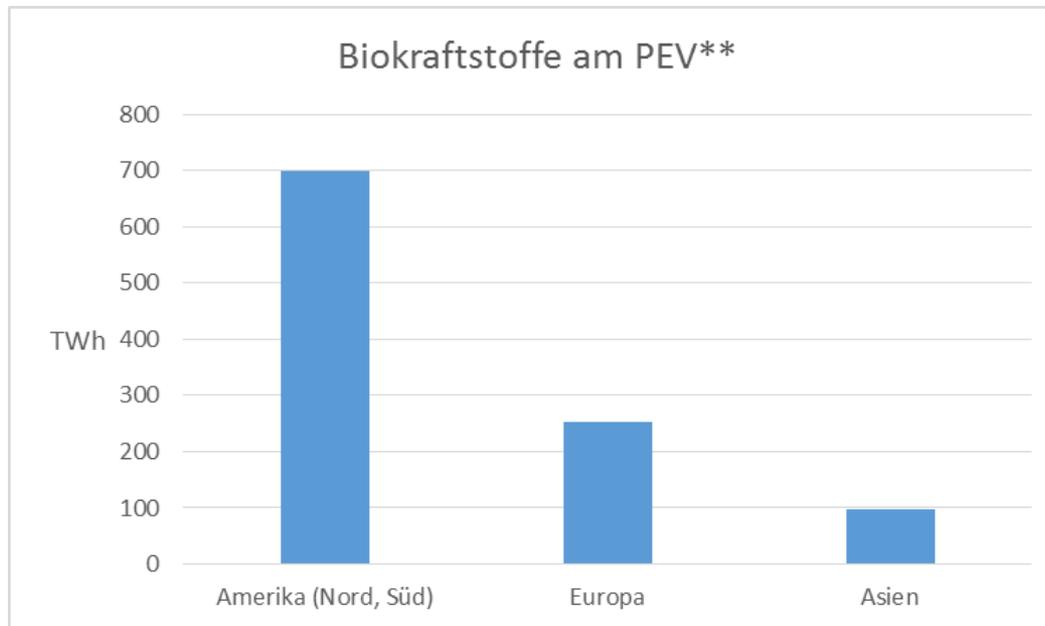
Probleme

- Teller-Tank-Diskussion
- Landnutzungsänderungen zugunsten Ausweitung von Anbauflächen
- „Reboundeffekt“ Biokraftstoffe der 2. Generation: Gefahr der Ausweitung landwirtschaftl. Überproduktion in den reichen Industriestaaten. Denn aus „Abfällen“ können nun Kraftstoffe werden.

Erneuerbare Kraftstoffe

- ◆ Produzentenregionen: 2016 insgesamt 137 Mrd l*
 USA und Brasilien produzierten mehr als 70%

- ◆ Verbrauchsregionen (2015): ca. 4% des weltweiten Kraftstoffverbrauchs aus Biokraftstoffen im Jahr 2016*



* Quelle: IEA, Tracking Clean Energy Progress 2017, S. 52, 103: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TrackingCleanEnergyProgress2017.pdf/>

** Quelle: WBA, Global Bioenergy Statistics 2018, S. 10, https://worldbioenergy.org/uploads/181017%20WBA%20GBS%202018_Summary_hq.pdf

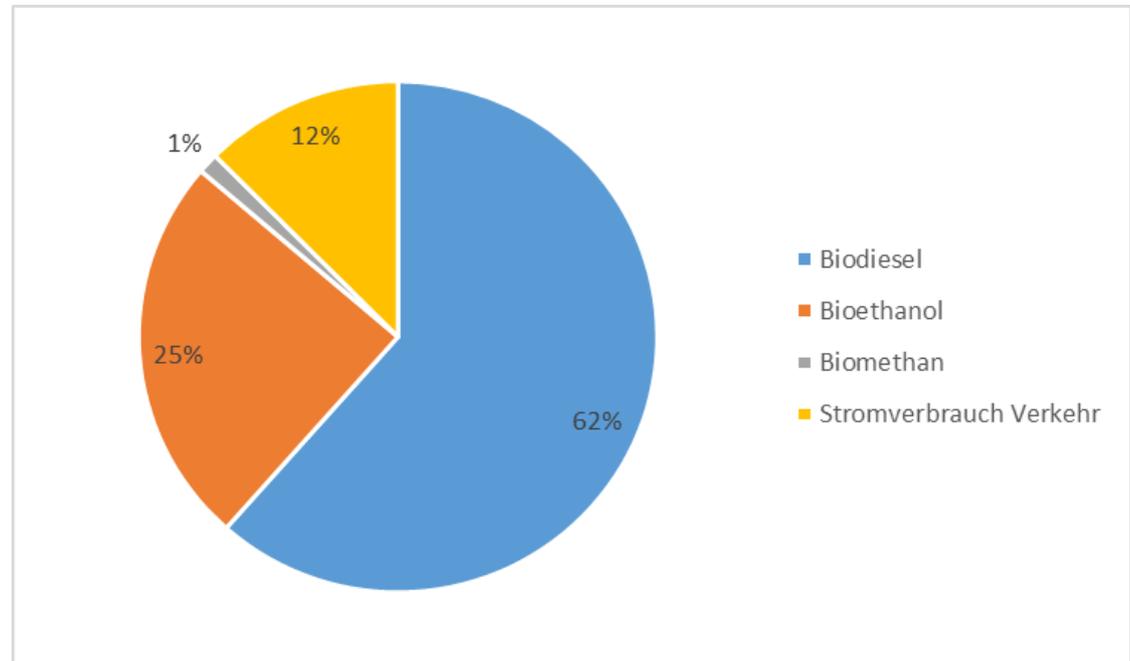
Erneuerbare Kraftstoffe

EU

- RL (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED II)
- Ziele EE-Kraftstoffe: 10% im Jahr 2020 (2015: 4,2%)
- Neue REDII-Ziele: 14% im Jahr 2030

Deutschland

- Aufkommen am gesamten Kraftstoffverbrauch 2017: 5,2%*
- gesetzl. geregelt nach 38. BImSchV, 10. BImSchV und Kraftstoffnorm DIN EN 14214



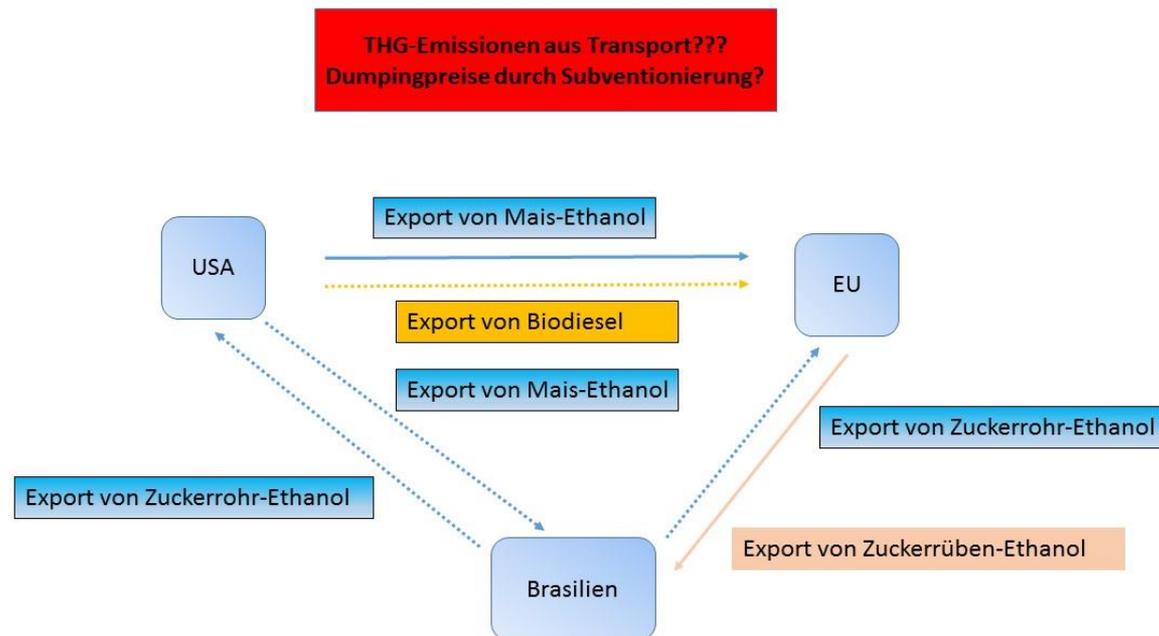
* Ohne Flugbenzin

Quelle: eigene Darstellung nach BMWI, Zahlen und Fakten Energiedaten, Tab. 20, 22.2.2019

Erneuerbare Treibstoffe: Globale Märkte

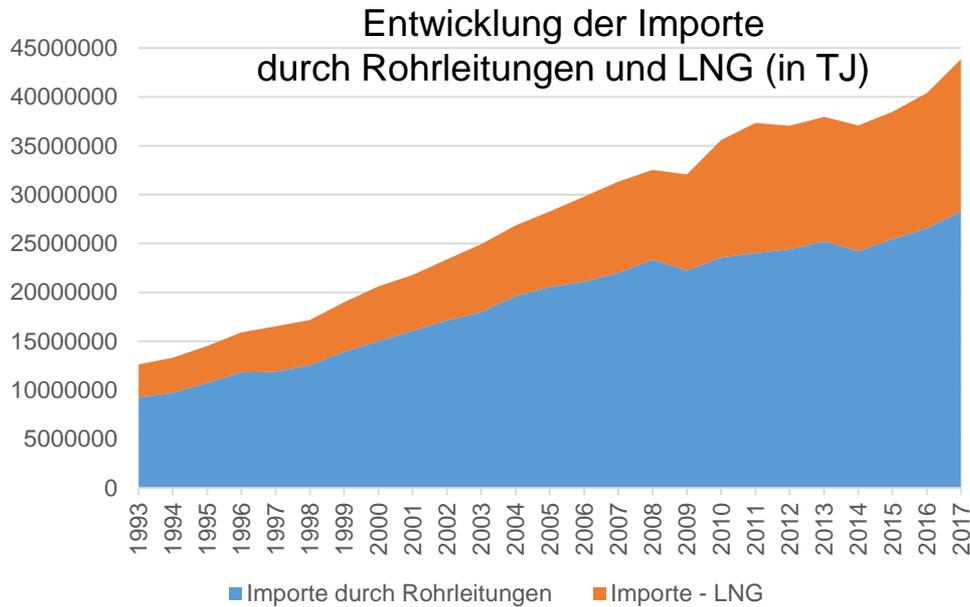
Biotreibstoffe

- Brasilien: Seit 2000 jährl. Exportzuwächse von Agrarprodukten. Dabei machen Soja, Rindfleisch und Bioethanol 60% der Agrarexporte in die USA und in die EU aus.*

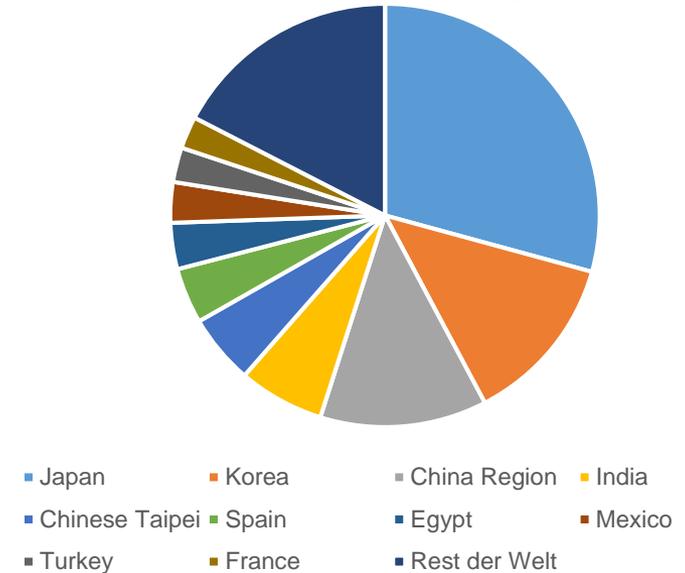


- BRA: Ethanolproduktion hängt am Zuckerpreis
 - Bei hohem Zuckerpreis wird Ethanolproduktion gedrosselt;
 - niedriger Zuckerpreis führt zu höherer Ethanolproduktion.

LNG: zunehmende Verbreitung



Anteil der weltweiten LNG-Importe (2017)



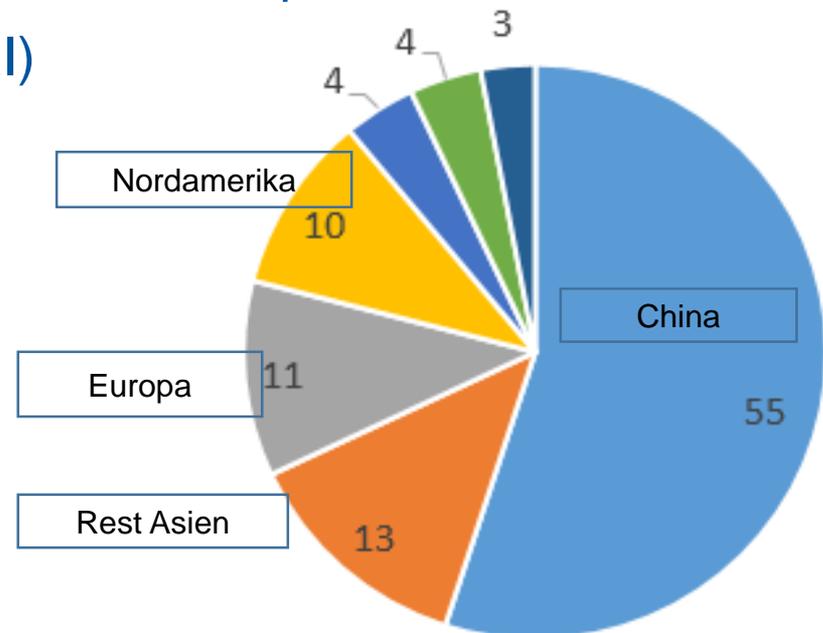
- Der weltweite Handel mit beiden Produkten hat zugenommen.
- Insb. Japan und Korea sind gegenwärtig die größten LNG-Importeure.
- Gegenwärtig haben 18 Länder Verflüssigungsanlagen und 41 Länder "regasification capacities" (Deutschland besitzt keine).
- Im Transportsektor spielt LNG jedoch heute nur eine geringe Rolle; dies kann sich aufgrund der Regelungen für die Schifffahrt und der zunehmenden Substituierbarkeit von Leitungsgas und LNG ggf. ändern.

LNG-Verbreitung: zunehmende Substituierbarkeit mit Erdgas

- ❖ Für den Erdgasaußenhandel ist die Konkurrenz von Rohrleitungs- und LNG-Importen als wettbewerbsfördernder Faktor bedeutsam.
- ❖ Sofern beide Optionen bestehen, besitzt die LNG-Importmöglichkeit eine disziplinierende Wirkung auf die Preise der Importe per Rohrleitung.
- ❖ Kontrakte über Rohrleitungen dürften aufgrund der erheblichen spezifischen Investitionen Bestandteile enthalten, die die längerfristige Nutzung des LNG sichern und stranded investments vermeiden sollen.
- ❖ Sofern ein Weltmarkt für LNG existiert, ist hingegen die Gefahr von stranded investments gering, da sich auch ein Erdgasexporteur durch Verflüssigungskapazitäten einen alternativen Vermarktungsweg zu Rohrleitungen eröffnen kann.
- ❖ Demnach könnte LNG zu einem Erdgas-Weltmarkt führen. Für LNG ist dieser nach IEA im Entstehen begriffen. Er zeigt sich in einer Konvergenz der LNG-Importpreise.
- ❖ Je geringer die Gefahr von „stranded investments“ wird, desto attraktiver *könnte* tendenziell LNG als Treibstoff werden.

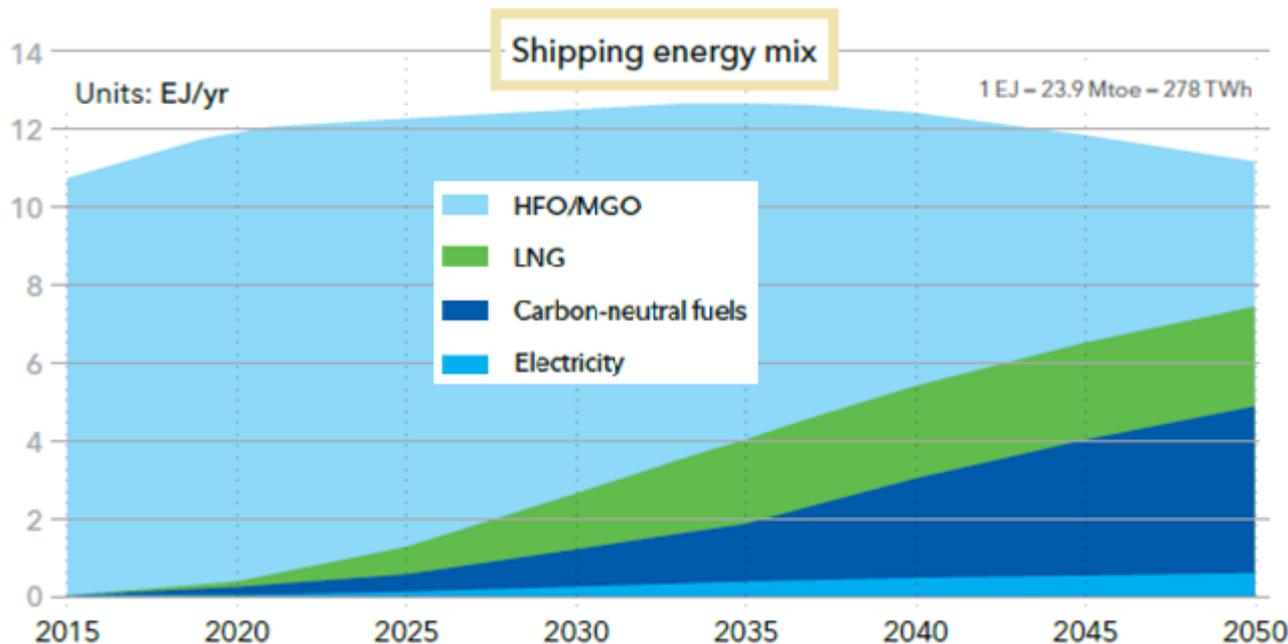
Methanol

- ❖ Weltweite Produktion: 2010 ca. 50 Mt, 2015 ca. 75 Mt
- ❖ Rund 28% könnten als Kraftstoff Verwendung finden (Beimischung Benzin, Herstellung Diesel)
- ❖ Größter Produzent und Verbraucher ist China;
 - ❖ Herstellung überwiegend aus Kohle (weltweit eher Erdgas)
 - ❖ ~ 35% als Kraftstoff genutzt (entspricht ~ 19% der weltweiten Produktion)
- ❖ Der chinesische Methanolpreis gilt weltweit als preissetzend
- ❖ Carbon Recycling International (CRI) produziert erneuerbares Methanol (4.000 t/Jahr) in Island (mittels Wasserkraft, Geothermie, Wind, PV)



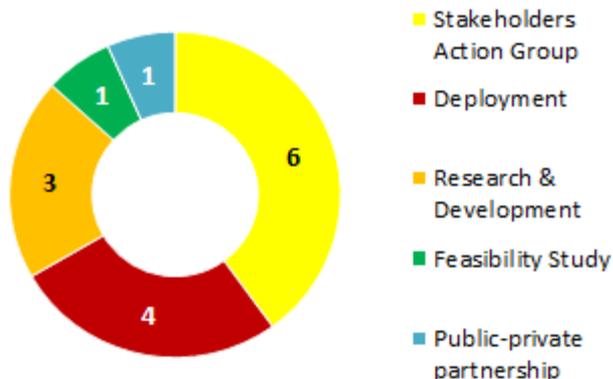
FOKUS Schifffahrt – Nutzung alternativer Kraftstoffe

- ❖ Auch in der Schifffahrt ist Öl (bzw. sog. bunker oil oder heavy fuel oil [HFO], welches besonders viele Schadstoffe enthält) bislang der wesentliche Energieträger
- ❖ IMO-Regelung (Senkung der Schwefelemissionen ab 2020 AUF 0,5% des Status quo) zwingt zum Handeln: LNG, Methanol als (Teil)Substitute denkbar.
- ❖ Auch lokale Regelungen (in Küstennähe, sog. Emission Control Areas o. ECAs) zwingen die Reeder und Schiffshersteller zum Handeln



FOKUS Luftfahrt

- It. ICAO sollen „die THG-Emissionen der zivilen Luftfahrt – trotz geplanter Vervielfachung des Luftverkehrs auf dem (derzeit unbekanntem) Level des Jahres 2020 stabilisiert werden“
- Dez. 2017: Es liegen internationale Übereinkommen für die Nutzung von AAF zw. 0,645 und 0,918 Mt vor.
- 2017 wurden auf 0,15% aller Flüge AAF eingesetzt: Von 36,4 Mio Flügen insgesamt 15.000 mit SAF (Beimischung 50% max.)
- Rohstoffe für sustainable aviation fuels (SAF) sind Ölsaaten, Fette sowie Zucker- und Getreidepflanzen. Diese können auch aus Zellulose aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen hergestellt werden.



- Unter den 193 Mitgliedstaaten der ICAO gibt es 15 Initiativen, die SAF betreffen: Nur 4 beschäftigen sich mit deren konkreter Einführung (Stand 2018)!

Fazit

- ❖ Bislang spielen Alternativen zu fossilen Treibstoffen eine marginale Rolle, was einen kurz- bis mittelfristigen Wechsel zu alternativen Treibstoffen erschwert.
- ❖ Synthetische Kraftstoffe sind nur dann weniger klimaschädlich als fossile, wenn zu ihrer Herstellung EE eingesetzt werden. Auch dann setzen sie bei der Verbrennung jedoch CO₂ frei.
- ❖ Die Energiedichte von Biotreibstoffen und synthetischen Treibstoffen kann niedriger sein als die von fossilen Kraftstoffen *
-  Es werden größere Mengen Primärenergie für vergleichbare Fahrleistungen benötigt.
- ❖ Für den Straßentransport erscheinen direkt elektrische Antriebe wg. ihrer geringen Umwandlungsverluste sinnvoll.
- ❖ Ohne Energieeffizienz- und Suffizienzmaßnahmen im Verkehr wird eine Defossilisierung dieses Sektors nicht gelingen.

*Quellen: https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/WhitePaper_E_Fuels-p-20002780.pdf, <https://basisdaten.fnr.de/bioenergie/biokraftstoffe/>

Barbara Dröschel M.A.

IZES gGmbH
Altenkessler Str. 17, Geb. A1
D-66115 Saarbrücken

droeschel@izes.de

Gefördert durch:

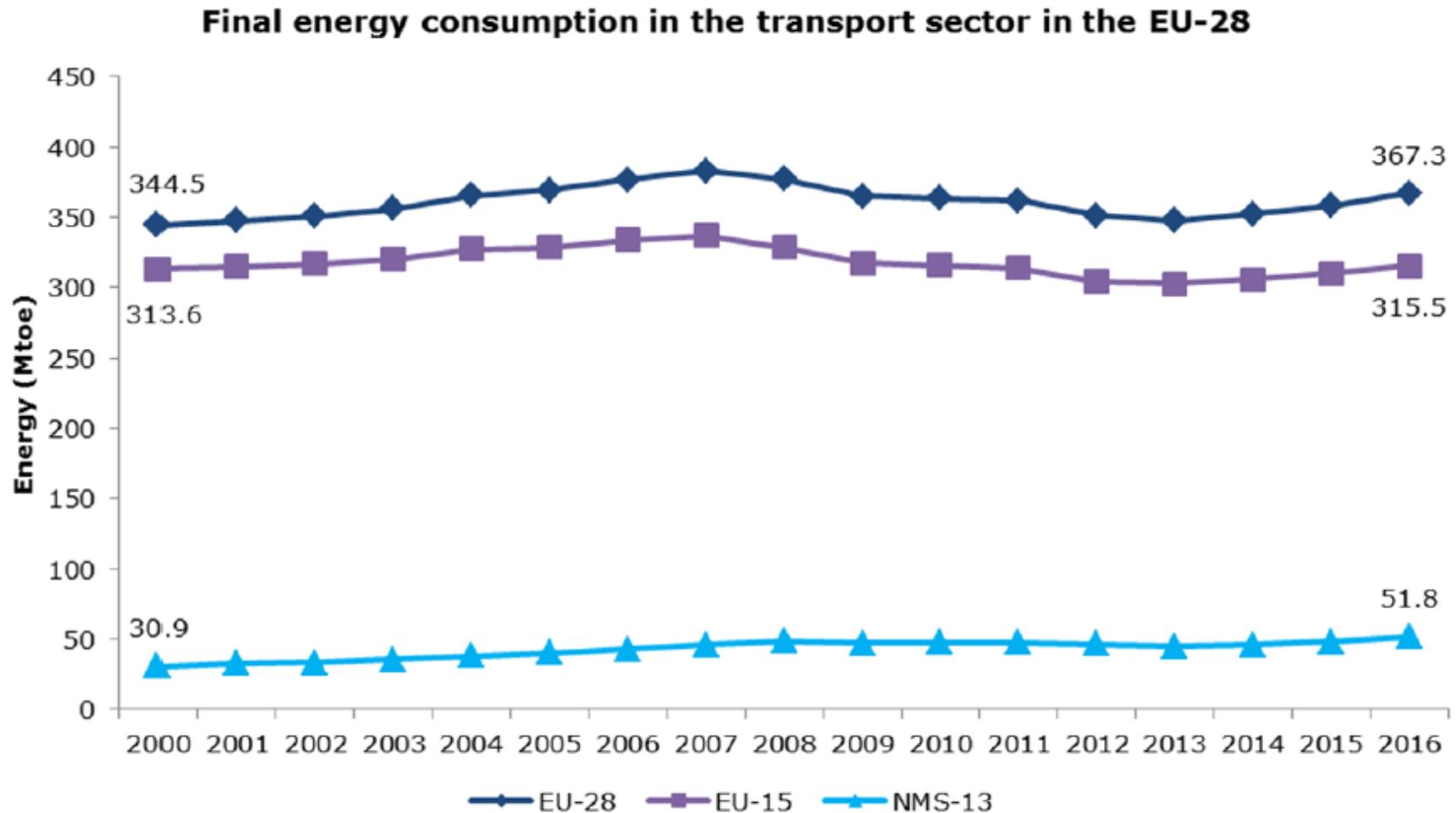


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Energieverbrauch im Verkehr

🌱 Energieverbrauch im Verkehr in der EU: weiter steigend



FOKUS Luftfahrt: die ICAO-Ziele

ICAO'S ASPIRATIONAL GOALS

ICAO has agreed on two aspirational goals for the international aviation sector:

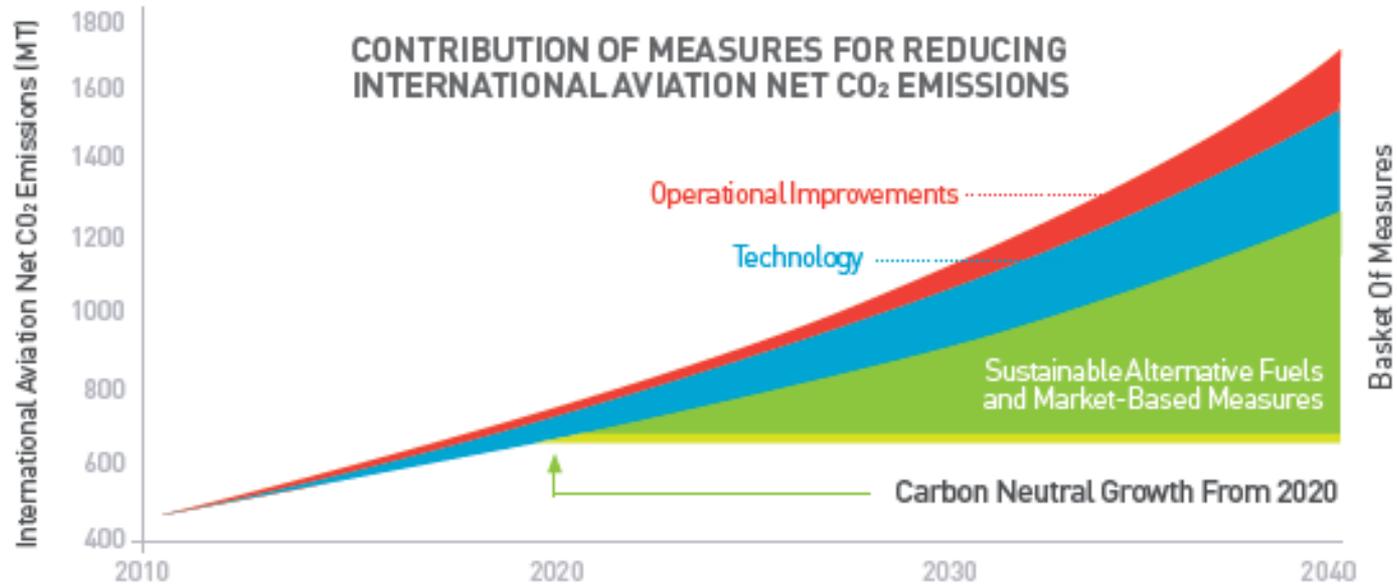
- **2% annual fuel efficiency improvement through 2050**
- **CNG2020 Carbon neutral growth from 2020 onwards**

ICAO is also exploring long-term goals.

ICAO'S BASKET OF MEASURES

ICAO has identified the following areas that can contribute to reductions of CO₂ emissions. They are known as ICAO's basket of measures:

- **Aircraft related technology and standards**
- **Improved air traffic management and operational improvements**
- **Development and deployment of sustainable alternative fuels**
- **Market-based measures**

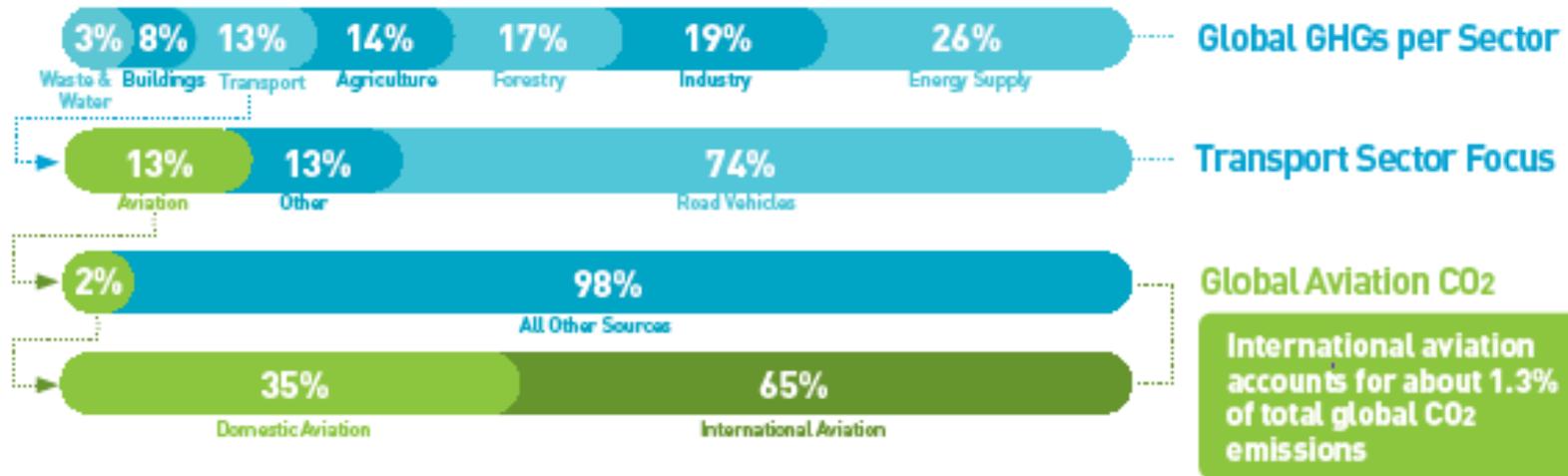


Quelle: ICAO 2016: On board. A sustainable future, S.2

FOKUS Luftfahrt: die ICAO-Ziele

INTERNATIONAL AVIATION IN GLOBAL GHG EMISSIONS

Total CO₂ emissions from aviation (domestic and international) account for approximately 2% of total global CO₂ equivalent emissions (IPCC 5th Assessment Report); international aviation accounts for about 1.3% of total global CO₂ emissions.



Quelle: ICAO 2016: On board. A sustainable future, S.2