



# Roadmap reFuels für Baden-Württemberg



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR



# Impressum

## HERAUSGEBER

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg  
Dorotheenstraße 8, 70173 Stuttgart  
Telefon: 0711 89686-0  
Internet: [vm.baden-wuerttemberg.de](http://vm.baden-wuerttemberg.de)  
E-Mail: [poststelle@vm.bwl.de](mailto:poststelle@vm.bwl.de)

## KONZEPTION UND REDAKTION

Ministerium für Verkehr  
Referat 55 - Luftverkehr und klimaneutrale  
Kraftstoffe  
Dr. Monika Herrmann, Leitung Projektgruppe  
und Programm reFuels  
E-Mail: [Monika.Herrmann@vm.bwl.de](mailto:Monika.Herrmann@vm.bwl.de)

## KONZEPTION UND AUSARBEITUNG

Zentrum für Sonnenenergie- und  
Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg  
(ZSW) Meitnerstraße 1, D-70563 Stuttgart



Maike Schmidt  
E-Mail: [Maike.Schmidt@zsw-bw.de](mailto:Maike.Schmidt@zsw-bw.de)  
Phone: +49-(0)711-7870-232

weitere Bearbeiter:  
Dr. Peter Bickel, Marcel Klingler,  
Andreas Püttner, Patrick Wolf

## GESTALTUNG & LAYOUT

ViV Werbeagentur, Stuttgart

## DRUCK

druckfrisch, Stuttgart



Ökodruckfarben  
auf Basis nachwach-  
sender Rohstoffe.



Auf Papier aus  
nachhaltiger Forst-  
wirtschaft gedruckt.



Produktion mit 100%  
Ökostrom aus erneuer-  
baren Energien.



Mit dieser Druckproduktion  
wird ein Waldprojekt für den  
Bienen- und Klimaschutz  
unterstützt.



## TITELBILD

MiRO Karlsruhe

## STAND

Stuttgart, November 2022



Winfried Hermann MdL  
*Minister für Verkehr Baden-Württemberg*

Quelle: Sebastian Berger

## Vorwort

**Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Bürgerinnen und Bürger,**

ich freue mich sehr, Ihnen mit der „Roadmap reFuels für Baden-Württemberg“ unsere Strategie für die schrittweise Umstellung der Kraftstoffherzeugung von fossilem Rohöl auf grüne Rohölprodukte vorstellen zu können. Sie wurde am 26. Juli 2022 als erste Roadmap dieser Art durch das Landeskabinett Baden-Württemberg beschlossen.

Damit das Land bis zum Jahr 2040 klimaneutral werden kann, sind mit erneuerbaren Energien erzeugte synthetische Kraftstoffe, kurz „reFuels“, von großer Bedeutung. Sie tragen zum Erreichen der Klimaziele im Verkehrssektor bei und

liefern außerdem Grundprodukte für die chemische Industrie. Darüber hinaus sichern sie die Versorgung des Landes mit Kraftstoffen. Ein besonderes Anliegen ist uns dabei der Einstieg in den klimaneutralen Luftverkehr.

Baden-Württemberg als Energieimportland muss seine Lieferbeziehungen diversifizieren und zunehmend klimaneutrale Produkte importieren. Daher ist der Aufbau von Energiepartnerschaften im europäischen und außereuropäischen Ausland zur Sicherung des Imports synthetischer Vorprodukte wie eMethanol und der Import von reFuels wichtig.

Um das zu erreichen, treibt mein Haus seit dem Jahr 2017 die Transformation in

Richtung klimaneutrale Kraftstoffe und deren Raffinerie aktiv voran. Wir wollen so bestehende Strukturen der Wertschöpfung erhalten, neue zukunftsfähige Arbeitsplätze schaffen und gleichzeitig zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit beitragen.

In der Roadmap reFuels für BW werden die Ziele und grundlegenden Überlegungen für den erforderlichen Markthochlauf der Produktionskapazitäten für reFuels erläutert. Es wird beschrieben, wo noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht und welches die erforderlichen Schritte sind. Es wird dargestellt, was für einen verlässlichen regulatorischen Rahmen notwendig ist, damit dieser Geschäftsmodelle ermöglicht, damit die Wirtschaft investiert. Und wie wir uns seitens des Verkehrsministeriums dafür einsetzen.

Neben der Mitgestaltung der notwendigen Rahmensetzungen bei der Europäischen Union und beim Bund ist der Umbau der Mineraloelraffinerie Oberrhein (MiRO) in Karlsruhe das wichtigste Vorhaben. Die größte Raffinerie in Deutschland soll eine klimafreundliche Raffinerie werden. Dies ist neben dem Verkehrssektor auch von Bedeutung für die chemische Industrie.

Ein besonderes Anliegen ist uns der Einstieg in den klimaneutralen Luftverkehr über die Beimischung von klimaneutralem synthetischem Kerosin am Flughafen Stuttgart. Mit den bei der Produktion von Kerosin entstehenden Zusatzprodukten wollen wir Teile der Bestandsflotten mit klimafreundlichem Diesel oder Benzin versorgen und zum Klimaschutzziel im Jahr 2030 beitragen.

Die Roadmap reFuels für BW verdeutlicht, in welchen Bereichen wir tätig werden müssen, damit reFuels einen nennenswerten Beitrag zum Erreichen unserer Klimaziele, Versorgungssicherheit und zur Standortsicherung leisten können. Nicht zuletzt bedarf es einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Roadmap und Überprüfung des Umsetzungsstandes.

Der fortschreitende Klimawandel erfordert ein konsequentes, zielgerichtetes und rascheres Vorgehen. Wir müssen erhebliche Anstrengungen unternehmen und an Geschwindigkeit zulegen bei der Planung, bei Genehmigungsverfahren und der baulichen Umsetzung.

Hierfür setzen wir uns ein.



Ihr  
Winfried Hermann MdL  
Minister für Verkehr Baden-Württemberg

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ziele und Hintergrund</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Ansatzpunkte einer reFuels-Roadmap</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Roadmap reFuels für BW</b>	<b>11</b>
3.1	Erforderlicher Markthochlauf der Produktionskapazitäten für reFuels	11
3.2	Forschungs- und Entwicklungsbedarf	14
3.3	Schritte einer Roadmap reFuels für BW	17
<b>4</b>	<b>Politische Handlungsfelder und Aktivitäten</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Landesseitige Maßnahmen zur Gestaltung des Markthochlaufs</b>	<b>30</b>
5.1	Maßnahmen zur unmittelbaren Steigerung des Angebots von reFuels in Baden-Württemberg	31
5.2	Maßnahmen zur Steigerung der Nachfrage nach reFuels in Baden-Württemberg als Beitrag zum Erreichen der Klimaziele	33
5.3	Maßnahmen im Bereich Forschung, Entwicklung und Technologiediffusion	36
5.4	Maßnahmen zur kontinuierlichen Weiterentwicklung der Roadmap reFuels für BW	38

# Abkürzungen

a	Jahr
AEL	alkalische Elektrolyse
Bio-CNG	Compressed Natural Gas
Bio-LNG	Liquefied Natural Gas
C	Kohlenstoff
CAPEX	Kapitalkosten
CCU	Carbon Capture and Utilization/ Kohlenstoffabscheidung und -nutzung
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> äq	CO <sub>2</sub> -Äquivalent
DAC	Direct Air Capture
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Erneuerbare-Energien-Verordnung
EU-ETS	EU Emissions trading system/ EU Emissionshandelssystem
FTS	Fischer-Tropsch-Synthese
GW	Gigawatt
h	Stunde
H <sub>2</sub>	Wasserstoff
Mio.	Millionen
MiRO	Mineraloelraffinerie Oberrhein
Mrd.	Milliarden
MW	Megawatt
OPEX	Operational Expenditure (Betriebskosten)
PEM/PEMEL	Protonen-Austausch-Membran Elektrolyse
PÖL	Pflanzenölkraftstoff
RED	Renewable Energy Directive/ Erneuerbare Energien Richtlinie
reFuels	Kraftstoffe, auf Basis von erneuerbaren Energien
RFNBOs	Renewable Fuels of Non-Biological Origins / Erneuerbare Kraftstoffe nicht biologischen Ursprungs
RME	Rapsöl-Methylester
SAF	Sustainable Aviation Fuels/ Nachhaltige Flugkraftstoffe
t	Tonne
TRL	Technology Readiness Level/ Maß des technologischen Reifegrads
TWh	Terawattstunde



## 1

## Ziele und Hintergrund

Wesentliches Ziel der **Roadmap reFuels für Baden-Württemberg** ist es, den Anteil klimaneutraler Kraftstoffe im Verkehrssektor deutlich zu steigern und damit zum Erreichen der auf allen Ebenen formulierten ambitionierteren Klimaschutzziele beizutragen. Aufgrund der politischen Rahmenbedingungen sind zudem die Versorgungssicherheit und die Diversifizierung von Lieferbeziehungen stark in den Mittelpunkt gerückt. Die produktionsbedingt entstehenden Koppelprodukte sollen unter anderem Einsatz in der Industrie finden und damit zur Wirtschaftlichkeit beitragen.

Die Roadmap reFuels für Baden-Württemberg stellt den Beginn eines Transformationsprozesses dar, der unterschiedliche Branchen und Industriezweige mit verschiedener Intensität zu unterschiedlichen Zeitpunkten betrifft.

Um den Einsatz von reFuels überhaupt zu ermöglichen, sind mehrere Aspekte entscheidend. Zunächst geht es darum, vom hinreichend in der Produktion und Anwendung erprobten Forschungsmaßstab den Sprung zu industriellen Demonstrationsanlagen oder industriellen Anlagen zu schaffen, um die technische Machbarkeit zu demonstrieren, sowie stabile Ausgangsbedingungen für die Hochskalierung auf der Erzeugungsseite zu schaffen und Referenzen für den internationalen Markteinstieg zu generieren. Darüber hinaus sind zwingend erste Kraftstoffmengen in den Markt zu führen. Mittel- und langfristig ist eine preisliche Wettbewerbsfähigkeit anzustreben, wobei hier die direkten Handlungsmöglichkeiten des Landes begrenzt sind.

Der Begriff „renewable energy fuels (reFuels)“ umfasst alle Kraftstoffe, die auf Basis von erneuerbaren Energien produziert werden. Dazu zählen u. a. auf Basis von grünem Wasserstoff erzeugte synthetisch hergestellte Kohlenwasserstoffe und nachhaltige Biokraftstoffe (advanced biofuels) im Sinne der Renewable Energy Directive (RED II) der EU. Unter advanced biofuels werden dabei die auf den in Annex IX Part A der RED II definierten Stoffen basierenden, ausschließlich aus nachhaltig verfügbarer Biomasse, wie Rest- und Abfallstoffen, gewonnenen Kraftstoffe biogenen Ursprungs verstanden.

Synthetische Roh- und Kraftstoffe – dies umfasst Wasserstoff und hierauf basierende synthetische Folgeprodukte wie Methanol und Ammoniak oder Fischer-Tropsch-Crude – werden nicht nur im Mobilitätssektor, sondern auch in energieintensiven Industrien als klimaneutrale Alternative für fossile Brennstoffe oder als Ausgangsstoff, beispielsweise für die Kunststoffherstellung in der chemischen Industrie, eine wichtige Rolle spielen. Mit der „Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg“ für grünen Wasserstoff durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und mit der Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“ für Biokraftstoffe durch das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg und das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-

Württemberg hat die Landesregierung bereits übergreifende Strategien vorgelegt, die konkret die Themen Wasserstoff und Biokraftstoffe u. a. im Mobilitätssektor adressieren.

**Die Roadmap reFuels für Baden-Württemberg fokussiert daher auf die synthetischen regenerativstrombasierten flüssigen Kraftstoffe (reFuels) für den Mobilitätsbereich,** die heutige, aus fossilen Kohlenwasserstoffen gewonnene Kraftstoffe ersetzen können, ohne dass eine Anpassung der jeweiligen Antriebstechnologie erforderlich wäre. Dementsprechend wird der Einsatz von Wasserstoff in Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb und Brennstoffzellen hier nicht adressiert. Die Roadmap konzentriert sich auf die von Seiten des Landes Baden-Württemberg zu ergreifenden Maßnahmen und gibt darüber hinaus Handlungs- und Maßnahmenempfehlungen für die Bundes- und EU-Ebene.



Quelle: INERATEC

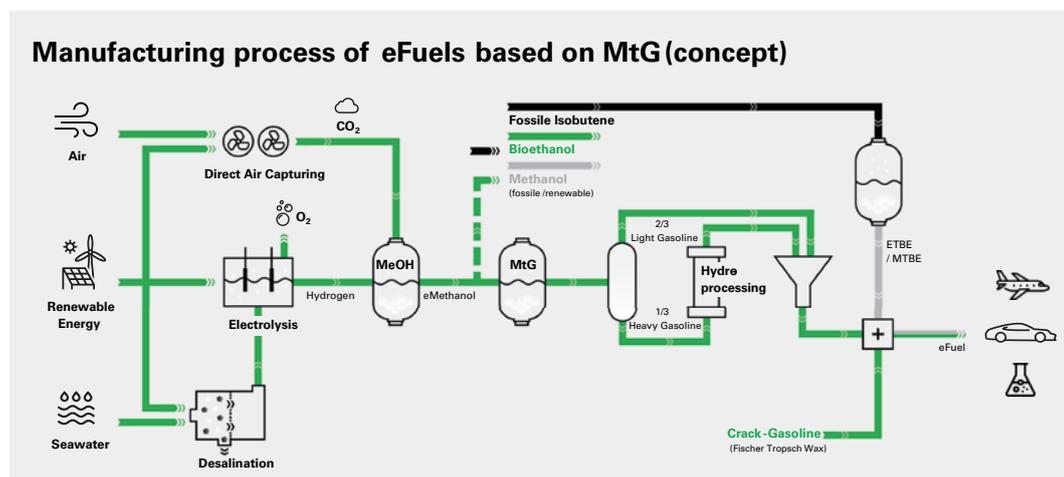
## 2

## Grundlagen und Ansatzpunkte der reFuels-Roadmap

Der Begriff reFuels wird im Kontext dieser Roadmap entsprechend synonym für Power-to-Liquid-Kraftstoffe (PtL) verwendet, schließt aber gleichzeitig die Nutzung von Biokraftstoffen, insbesondere die fortschrittlichen Biokraftstoffe (advanced biofuels), ein. Mittel- bis langfristig werden PtL-Kraftstoffe aus Gründen der Verfügbarkeit von Rohstoffen gegenüber den fortschrittlichen Biokraftstoffen im Vorteil sein.

Für die Roadmap reFuels BW bestehen folgende Grundlagen und Ansatzpunkte. Diese sind in einem Hintergrundpapier ausführlicher erläutert:

- Alternative Kraftstoffbereitstellungspfade sind technisch entwickelt und bereit für den Schritt in die großtechnische Anwendung.
- Die Weiternutzung bestehender Kraftstoffrouten und Transport-Infrastrukturen bietet die Chance, mit reFuels zeitnah einen Beitrag zur Erreichung der ambitionierteren Klimaziele zu leisten.
- Die Szenarienanalyse zur Nachfrageentwicklung im Verkehrssektor zeigt die große Bedeutung von reFuels für eine langfristig zukunftsfähige klimaneutrale Mobilität, insbesondere im Flug- und Schiffsverkehr. Daneben werden Potenziale für die Pkw-Bestandsflotte gesehen.
- Eine Etablierung von Partnerschaften mit potenziellen Lieferländern kann dazu beitragen, die bestehende gute Ausgangsposition baden-württembergischer Unternehmen aktiv zu nutzen.
- Die Entwicklung, der Bau sowie der Export von reFuels-Technologien bergen große Chancen für die baden-württembergische Industrie sofern sie rechtzeitig begonnen werden. Es besteht ein hoher Zeitdruck sich im internationalen Wettbewerb durchzusetzen.
- Dies gilt auch für deren Anwendung und den Einsatz – überwiegend von Koppelprodukten – in bestehenden Industriezweigen.
- Gleichzeitig erfordert ein Markthochlauf eine weitere deutliche Kostenreduzierung.



# 3 Roadmap



Quelle: Flughafen

Primäres Ziel der Roadmap reFuels für Baden-Württemberg ist es, den flächen-deckenden Einsatz von reFuels in den Berei-chen zu beginnen, in denen keine alternati-ven Antriebskonzepte zur Verfügung stehen, um somit ein Erreichen der Klimaschutzziele überhaupt erst zu ermöglichen. Für einen Einsatz von reFuels kommen primär der Luft-, Schiffs- und Schwerlastverkehr in Betracht. Daneben werden Potenziale für die Pkw-Bestandsflotte gesehen. Darüber hinaus sind Flotten zu berücksichtigen, die aus Gründen der Resilienz kritischer Infrastrukturen weiter auf Basis von lagerfähigen Flüssigkraftstoffen betrieben werden müssen, wie Einsatzfahr-zeuge der Polizei, der Feuerwehr oder des Katastrophenschutzes. Die Hochwasser-katastrophe im Ahrtal im Juli 2021 hat ein-drucksvoll gezeigt, dass für derartige Natur-

katastrophen entsprechende Fahrzeuge und Baumaschinen vorzuhalten sind.

## 3.1 ERFORDERLICHER MARKTHOCHLAUF DER PRODUKTIONSKAPAZITÄTEN

Basierend auf den Vorgaben des teilweise noch in Diskussion befindlichen rechtlichen Rahmens werden bis zu den Stichjahren 2025, 2030 bzw. 2035 bestimmte Mengen an reFuels erforderlich. Diese lassen sich aus Prognosen der Entwicklung der Kraftstoffbedarfe ableiten.

Die benötigte Menge PtL-Kerosin (e-Kerosin) für den Luftfahrtsektor, vgl. Tabelle 1, lässt sich mit den angestrebten Beimischungsquo-ten für die Zieljahre 2025 und 2030 ermitteln. Für die EU-27 wird für das Jahr 2025 eine

Kraftstoffnachfrage von 49,7 Mio. t Kerosin prognostiziert, die auf 56 Mio. t im Jahr 2030 steigen könnte. **Bei einer Beimischungsquote von 0,7 Prozent PtL werden im Jahr 2030 europaweit knapp 400.000 t PtL-Kerosin benötigt.**

Für Deutschland beliefe sich der Kerosinbedarf unter gleichen Randbedingungen auf 11 Mio. t Kerosin im Jahr 2025, 12,4 Mio. t im Jahr 2030. Bei einem angestrebten PtL-Kerosin-Anteil von 0,5 Prozent werden in 2026 55.000 t, **bei 2 Prozent werden in 2030 in Deutschland knapp 250.000 t PtL-Kerosin benötigt.** Zum Vergleich: Im Jahr 2018 lag der Gesamtkerosinbedarf in Deutschland bei 11,27 Mio. t Kerosin.

Für **Baden-Württemberg** wird unter gleichen Annahmen ein Kerosinbedarf von 0,354 Mio. t im Jahr 2025 und 0,395 Mio. t im Jahr 2030 erwartet, was zu PtL-Kerosin-Bedarfsmengen von **1.770 t im Jahr 2025 (0,5 Prozent)** und **7.908 t PtL-Kerosin im Jahr 2030 (2 Prozent)** führt.

Im folgenden Beispiel wird davon ausgegangen, dass synthetisches Sustainable Aviation Fuel (SAF) für den Flugverkehr als „Green Crude“ in einem Fischer-Tropsch-Prozess und mit einer Weiterverarbeitung unter Verwendung von neuen erneuerbaren Energien in der Raffinerie produziert wird. Dann kann bei einer kerosinoptimierten Fahrweise bei 50 Prozent Kerosinausbeute die Versorgung des deutschen Luftverkehrs im Jahr 2025 bei einer Beimischungsquote für PtL-Kerosin

von 0,5 Prozent bspw. über die in Planung befindlichen Pilotanlagen, z. B. am Standort der MiRO in Karlsruhe gewährleistet werden. Voraussetzung ist, dass diese Anlagen bis dahin erfolgreich umgesetzt sind. Hierbei spielen der künftige regulatorische Rahmen und damit Planungssicherheit, Verlässlichkeit und Business Cases eine entscheidende Rolle.

**Im Jahr 2030 muss dagegen zusätzlich mindestens eine Großanlage mit einer Gesamtproduktion von 500.000 Jahrestonnen (bei 50 Prozent Kerosin bei den Endprodukten) umgesetzt sein, um die dann geforderte Beimischung von 2 Prozent für Deutschland sicher zu erreichen.**

**Ähnliche Größenordnungen sind erforderlich, wenn PtL-Kerosin über den Methanolfad produziert wird.** Aktuelle Überlegungen bevorzugen den Methanolfad. Hier könnte in einem ersten Schritt im Ausland produziertes Methanol in der Demonstrationsanlage bei der MiRO zu PtL-Kerosin weiterverarbeitet werden und zur Erfüllung der Quoten beitragen. Voraussetzung ist, dass der Import nach EU-Regulatorik zulässig ist.

**Unabhängig vom Produktionspfad entstehen bei der Herstellung von PtL-Kerosin Koppelprodukte.** Bei „Green Crude“, das im Fischer-Tropsch-Verfahren hergestellt wird, fallen in der Verarbeitung analog zur heutigen Mineralölverarbeitung neben Kerosin in nahezu gleichen Teilen Diesel und Naphtha an. Über den Methanolfad fallen Kerosin und Benzin sowie Diesel und Flüssiggas an.

Für die Erfüllung der 2 Prozent-Quote im Luftverkehr müssen 250.000 t PtL-Kerosin pro Jahr produziert werden, bedingt durch die Koppelproduktion fallen hierbei zusätzlich rund 250.000 t PtL-Diesel an. Dieser kann in heutigen Dieselanwendungen im Schiffsverkehr oder auch in der Bestandsflotte im Straßenverkehr eingesetzt werden. Der PtL-Diesel könnte somit mögliche künftige Beimischungsanteile für den maritimen Schiffsverkehr (wie auf EU-Ebene in Diskussion) bedienen, wobei die Binnenschifffahrt hierin noch nicht berücksichtigt ist. Beim Methanolfad fallen vor allem Kerosin, Benzin, Diesel und Flüssiggas (LPG) an.

Alternativ könnte mit diesem PtL-Diesel bei einem Dieselmotorkraftstoffverbrauch von 34,9 Mio. t im gesamten Straßenverkehr ein

Beimischungsanteil von 0,7 Prozent für den Straßenverkehr erreicht werden. Explizite Vorgaben für synthetische Kraftstoffe im Straßenverkehr, z. B. durch Quoten, bestehen aber auf Bundesebene derzeit nicht.

Der regulatorische Rahmen auf europäischer Ebene befindet sich noch im Abstimmungsprozess. Im Hinblick auf Business Cases für derartige Anlagen ist eine Abnahmesicherheit der Koppelprodukte wie Diesel und Naphtha und beim Methanolfad Benzin von hoher Bedeutung. Dies steht in Relation zu den Preisen für PtL-Kerosin. Ein Ausbleiben würde sich signifikant negativ im Sinne deutlich höherer PtL-Kerosin-Preise auswirken. Zudem können diese reFuels zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im (maritimen) Schiffsverkehr und der Pkw-Bestandsflotte beitragen.

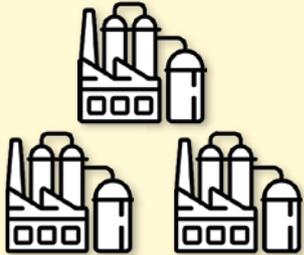
<b>Benötigte Anlagenkapazität in Deutschland</b>		<b>2025</b>	<b>2030</b>
FT-Green Crude Methanol-Route	Menge Kerosin [Mt] (Beimischungsquote [%])	0,055 (0,5%)	0,25 (2,0%)
	Menge Diesel [Mt] (Beimischungsquote [%])	0,045 (0,13%)	0,204 (0,57%)
	Anzahl Anlagen small-scale	4	5
	Anzahl Anlagen large-scale	0	1
<b>Benötigte Anlagenkapazität in Baden-Württemberg</b>		<b>2025</b>	<b>2030</b>
FT-Green Crude Methanol-Route	Menge Kerosin [t] (Beimischungsquote [%])	ca. 1.800 (0,5%)	<i>ca. 7.900</i> <i>(0,5%)</i>
	Menge Diesel [t] (Beimischungsquote [%])	ca. 1.470 (0,032%)	<i>ca. 6.450</i> <i>(0,18%)</i>
	Anzahl Anlagen small-scale	1	<i>1</i>
	Anzahl Anlagen large-scale	0	<i>0</i>
Zur Erfüllung der Quote für eKerosin in Deutschland erforderliche Erzeugungskapazitäten bei kombinierter Produktion von PtL-Kerosin und PtL-Diesel inkl. resultierende Beimischungsanteile von PtL-Diesel. Methanol-Route: Ausbeute Kerosin 49%, Diesel 40%, Benzin 11%			

### 3.2 FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF

Die Roadmap reFuels für Baden-Württemberg baut auf einer Vielzahl bereits abgeschlossener, laufender und geplanter Aktivitäten insbesondere auf Landesebene auf, die die Erforschung und Entwicklung synthetischer Kraftstoffe und deren Einsatz zur Senkung der Klimawirkung des Mobilitätssektors im Fokus haben. Sie sind Teil des Programm reFuels des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg, das von einer Projektgruppe im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW koordiniert wird. Sie reichen vom Nachweis der technologischen Machbarkeit über die tatsächliche technologische Anlagenauslegung bis hin zur Analyse von Business Cases und den Auswirkungen der rechtlichen Rahmenbedingungen auf den avisierten Markthochlauf. Bekannte laufende Forschungsarbeiten und Projekte auf Bundes- und europäischer Ebene wurden einbezogen, so dass die Roadmap für reFuels optimal für den Standort Baden-Württemberg eingebettet einen stringenten Pfad zur Steigerung des Anteils regenerativstrombasierter flüssiger synthetischer Kraftstoffe zum Erreichen der Klimaschutzziele im Verkehrssektor verfolgen kann.



Auftaktveranstaltung „reFuels - Kraftstoffe neu denken“ am 18.01.2019. Quelle: FotoFabry

Erforderliche Skalierung der Produktionstechnologie	
<b>2028/29:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Industrielle Anlage</li> <li>– Skalierung 1:10</li> <li>– Realisierte Jahresproduktion &lt;50.000 t/a</li> </ul>	<b>SPÄTESTENS 2030:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Weltweiter Roll-Out der Produktion</li> <li>– Zahlreiche industrielle Anlagen weltweit</li> <li>– Jahresproduktion je Anlage &gt; 500.000 t/a</li> </ul>
	

Um den Transformationsprozess zur klimaneutralen Raffinerie in Baden-Württemberg umzusetzen, in absehbarer Zeit Green Crude oder grünes Methanol als Rohstoff für die Raffinerie zu beziehen und entsprechend nennenswerte Mengen an reFuels noch vor 2030 zur Verfügung zu haben, ist die weitere Skalierung der Anlagentechnologie durch die Wirtschaft in industrielle Maßstäbe zwingende Voraussetzung. Hierfür sind verschiedene Innovations- und Skalierungsaktivitäten im Sinne von Forschungs- und Entwicklungsbedarf für die unterschiedlichen Technologiebereiche erforderlich:

- Für die **Elektrolyse** auch für Standorte im Ausland sind Konzepte für Multi-MW-Elektrolyseblöcke und -Systeme (A-EL/PEM) zu entwickeln und durch Forschung und Entwicklung zur Erhöhung des Technologiereifegrades der Hochtemperatur-Elektrolyse zu ergänzen. Dies wird in Abstimmung mit den Aktivitäten innerhalb der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg verfolgt werden.



- Für die **CO<sub>2</sub>-Bereitstellung** für die Erzeugung von Green Crude oder grünem Methanol sind die verschiedenen Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Gewinnung aus der Luft für großtechnische Anwendungen zu skalieren. Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung in raffinerieinternen Prozessen und an nicht vermeidbaren Punktquellen (CCU) sowie aus lokalen Biomasseanlagen (z.B. durch OxyFuel-Verbrennung oder -Vergasung mit Elektrolyse-O<sub>2</sub>) sind zu industrieller Reife zu führen.
- Für eine **optimierte Synthesegasaufbereitung** sind noch Entwicklungsfragen offen. So sind katalytische, plasmachemische und integrierte Systeme denkbar und bedürfen der Entwicklung, um im großindustriellen Maßstab eingesetzt werden zu können.
- Auch wenn **Fischer-Tropsch-Synthesen auf Basis von Erdgas bzw. fossilbasierten Synthesegasen** bereits im großindustriellen Maßstab umgesetzt sind, sind Arbeiten zu deren kosteneffizienter Einbettung in den Raffinerieprozess erforderlich, ebenso wie die Hochskalierung oder ggf. das Downsizing der Technologie für den jeweils angestrebten Produktionsmaßstab. **Gleiches gilt für den Methanolfad.** Anpassungen im Hinblick auf eine dynamische bzw. intermittierende, an die fluktuierende erneuerbare Stromerzeugung angepasste Betriebsführung und die Entwicklung und Skalierung der Fischer-Tropsch-Synthese unter direkter CO<sub>2</sub>-Nutzung (d. h. mit Verzicht auf eine zusätzliche Verfahrensstufe wie eine Reverse-Watergas-Shift-Stufe) und der hierfür notwendigen Katalysatoren und Prozessführung sind erforderlich. Hinzu kommt die Charakterisierung und anwendungstechnische **Zulassung** der Produkte. Für den **Raffinerieprozess** selbst bedarf es der Konzeption einer Einkopplung und Anpassung der Prozessführung für die künftige Nutzung von Green Crude bzw. grünem Methanol.
- **Nutzungskonzepte für Nebenprodukte** wie die (Ab-)Wärmenutzung und Verwertungslinien für O<sub>2</sub> aus der Elektrolyse sind zu entwickeln. Auch die **Entwicklung erforderlicher Ersatzprodukte** ist zu berücksichtigen, da manche Produkte (wie Bitumen) bei der Umstellung von Erdöl-Raffination auf „Green Crude“ nicht mehr anfallen.
- Die **Entwicklung integrierter Standortkonzepte für den industriellen Maßstab**, die die erneuerbare Stromversorgung, Wasserbereitstellung und eine optimierte Prozessintegration von Elektrolyse, CO<sub>2</sub>-Bereitstellung und Fischer-Tropsch-Synthese bzw. alternativ der Methanolroute beinhalten, sind sicherzustellen.
- **Die Technologieentwicklung und -skalierung ist systemanalytisch zu begleiten:** Zum Beispiel über Marktbeobachtung und Wettbewerbsscreening mit Analyse der Markteinführungsoptionen und Absatz-

märkte für reFuels inkl. Beimischungen, die Analyse von Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsverflechtungen mit Blick auf eine sinnvolle Standortwahl für die großtechnische Umsetzung, eine Analyse der Akzeptanz von reFuels, die Adressierung kritischer Rohstoffe und eine umfassende Ökobilanzierung / Life-Cycle-Assessment auch mit Blick auf konkurrierende Technologiealternativen.

- Die **Sicherung der Nachhaltigkeit** von reFuels in Bezug auf soziale Themenstellungen ist wichtig. Es geht neben der Frage der Kraftstoffkosten für den Endkunden um Nachhaltigkeit im gesamten Produktionsprozess: Von der erneuerbaren Stromerzeugung, über die Wasserbereitstellung, die mögliche Sauerstoffnutzung, die CO<sub>2</sub>-Bereitstellung, Abwärmenutzungskonzepte bei der Produktion vor Ort bis hin zu nachhaltigen Transportketten. Bei Länderpartnerschaften sind die sozialen und ökologischen Aspekte der Nachhaltigkeit an den Produktionsstandorten besonders zu beachten.
- **Weiterer Forschungsbedarf** ist u. a. auch bei den Beimischungsquoten gegeben. Es ist zu untersuchen, welche Beimischungsanteile in Otto- und Dieselmotoren sowie Flugtreibstoffen ohne Anpassungen der Motorentechnik in Bestandsfahrzeugen möglich sein werden. Es ist zu klären, ob, wie und in welchem Zeitraum die für Kerosin geltende Beimischungsgrenze von 50 Prozent weiter erhöht werden kann, um eine tatsächliche Perspektive für klimaneutrales Fliegen zu eröffnen.
- **Beim Markthochlauf von reFuels ist die Entwicklung der Transportinfrastruktur sowie der Gas- und Stromnetze zu berücksichtigen**, sofern diese in Deutschland hergestellt würden, was nicht die Intention

der reFuels-Roadmap ist. In der Wasserstoffroadmap des Landes werden diese Themen aufgegriffen. Der notwendige Aus- und Neubau der Fernleitungsnetze Gas und der Übertragungsnetze Strom ist in den jeweiligen Netzentwicklungsplänen für Gas und Strom abgebildet und wird entsprechend vorangetrieben.

- Die **Transformation des Energiesektors** in Baden-Württemberg sollte explizit unter Berücksichtigung der zukünftigen Energiebedarfe des Verkehrssektors – der Nutzung von grünem Strom für Elektromobilität, der Nutzung von grünem Wasserstoff in Brennstoffzellen-Lkw und der Nutzung von synthetischen Kraftstoffen – in den jeweiligen Anwendungsbereichen zum Erreichen der Klimaneutralität gedacht werden. Hier ist der Dialog wichtig, sollte es zu Änderungen bei der Einschätzung der Bedarfe kommen. Nur so kann der Bedarf des Verkehrssektors korrekt berücksichtigt werden – gerade auch im Zusammenspiel mit anderen Bundesländern und dem benachbarten Ausland. Hierzu zählt auch die (Neu)Planung und (Neu)Bewertung der erforderlichen Infrastrukturbedarfe für erneuerbaren Strom, Wasserstoff, synthetische Gase und Flüssigkraftstoffe. Die Transformation des Energiesektors ist eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Verkehrswende. Sie ist zudem elementar für die Wirtschaft und eine klimaneutrale Gesellschaft. Zu den Infrastrukturen zählen neben den Stromnetzen (u. a. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung/HGÜ) und Ladeinfrastrukturen u. a. Erdgas- und Wasserstoffnetze, Mineralöl-Pipelines, CO<sub>2</sub>-Pipelines, Schienen- und Schiffstransportwege und Tankstellen.



Quelle: Dr. Monika Herrmann

### 3.3 SCHRITTE EINER ROADMAP FÜR REFUELS

Um den Einsatz von reFuels zu ermöglichen, sind mehrere Aspekte wichtig:

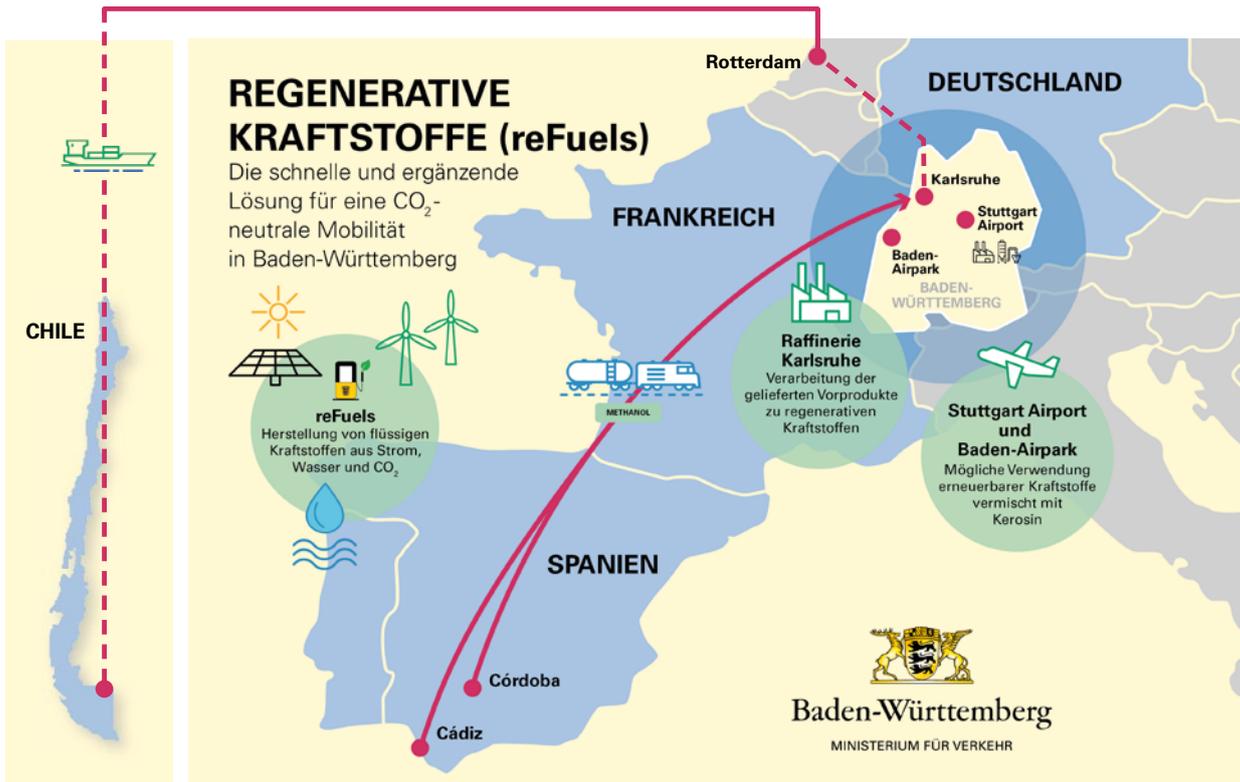
- **Zunächst geht es darum, den Sprung vom Forschungs- oder Pilotmaßstab zu industriellen Demonstrationsanlagen zu schaffen.** Damit soll die technische Machbarkeit demonstriert und damit stabile Ausgangsbedingungen für die Hochskalierung auf der Erzeugungsseite geschaffen werden. Nur so können entsprechende Anlagen für den internationalen Markteinstieg ausreichend erprobt werden. Wichtig ist zudem, dass erste Kraftstoffe und deren Koppelprodukte in den Markt eingeführt werden.
- **Die Hochskalierung der einzelnen Technologiekomponenten** (Elektrolyse, Direct-Air-Capture, Synthesegas-Erzeugung, Fischer-Tropsch-Synthese, Methanol-to-X-Synthesen, Produktaufbereitung) **ebenso wie der Gesamtsysteme in den industriellen Maßstab ist die nächste Stufe, die unmittelbar und konsequent vorzubereiten ist.** Synergien entstehen dabei gerade auch durch die Bestrebungen der Skalierung, Kommerzialisierung und industriellen Produktion für die Elektrolýsetechnologien im Kontext der zahlreichen Wasserstoffstrategien und der notwendigen Aktivitäten zum Umbau einer stabilen Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Ressourcen.
- **Daneben gilt es, Standorte mit möglichst günstigen Produktionsbedingungen im Ausland zu identifizieren, verbindlich zu sichern und zu erschließen.** Diese zeich-

nen sich durch die Verfügbarkeit von sehr kostengünstigem erneuerbarem Strom bei gleichzeitig hohen Volllaststunden aus. Ein Betrieb mit hohen Volllaststunden ist gerade für die ersten Anlagen elementar, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten und auch mittelfristig konkurrenzfähig sowohl zum Einsatz fossilbasierter Ressourcen als auch zu Anlagen zur synthetischen Kraftstoffproduktion der nächsten Generationen mit zunehmend weniger CO<sub>2</sub>-Anteil zu bleiben. Dies sollte nicht durch zu strenge regulatorische Vorgaben verhindert werden. Hinzu kommt eine gute Verfügbarkeit von Wasser oder ein Zugang zum Meer für eine ergänzende Meerwasserentsalzung, benötigte Kohlenstoffquellen und vorhandene Infrastrukturen wie Transporthäfen oder Pipelines etc.

- **Für geeignete Standorte sind möglichst rasch Energiepartnerschaften anzubahnen.** Diese Partnerschaften sind so zu gestalten, dass das jeweilige Partnerland durch die Produktion von reFuels eigene Wertschöpfungspotenziale erschließen kann, die zur Zukunftssicherung und wirtschaftlichen Prosperität dieser Länder ebenso beitragen, wie zur Unterstützung der Klimaschutzbestrebungen vor Ort. Bestehende Lieferbeziehungen können je nach Produktionsbedingungen, bspw. für „Green Crude“ oder grünem Methanol, in den jeweiligen Ländern erhalten, ausgeweitet oder diversifiziert werden, was auch zur Versorgungssicherheit in Baden-Württemberg und darüber hinaus beiträgt. Die Energiepartnerschaften sollen in enger Abstimmung ressortübergreifend unter Berücksichtigung der Themen erneuerbare Energien, Wasserstoff und reFuels betrachtet werden.

- **Der Hochlauf des flächendeckenden Einsatzes von reFuels soll zunächst insbesondere über die Beimischung innerhalb der bestehenden Kraftstoffnormen** (z.B. EN590 und EN228) zu den verschiedenen Kraftstofffraktionen **erfolgen.** Dies kann durch eine kontinuierliche Steigerung der Beimischungsanteile im Einklang mit dem Hochlauf der Produktionsmengen erfolgen.

Zusammenfassend kann für Baden-Württemberg der Einsatz von reFuels bzw. klimaneutralen Vorprodukten wie „Green Crude“ oder grünem Methanol nicht nur dabei helfen, den klimaneutralen Anteil am Kraftstoffverbrauch zu erhöhen, sondern auch den Erhalt von Wertschöpfungsstrukturen wie der Mineralölverarbeitung oder der Distribution der Endprodukte zu sichern. Darüber hinaus kann Baden-Württemberg von einem Markthochlauf von reFuels erheblich profitieren, wenn über Energiepartnerschaften, **möglichst mit Ländern in denen ein demokratisches und stabiles politisches System vorhanden ist und soziale und ökologische Aspekte hinreichend berücksichtigt werden,** der Import synthetischer, klimaneutraler Rohölersatz oder Vorprodukte wie Methanol und damit der Fortbestand der gewachsenen Industrie- und Energieinfrastrukturen über die Transformation zur Klimaneutralität gesichert werden kann und gleichzeitig der Industrieanlagen und Maschinenbau durch den Export von Produktionstechnologien für die einzelnen Produktionsstufen sowie deren Komponenten Wachstumsimpulse erhält.



So könnten bis zum Jahr 2030 bis zu 22.500 und bis zum Jahr 2050 bis zu 50.000 zusätzliche Arbeitsplätze in Baden-Württemberg geschaffen werden. Auf diese Weise können reFuels sowie ihre Vor- und Nebenprodukte branchenübergreifend zu einem Zukunftsthema für Baden-Württembergs Wirtschaft werden.

Vorrangiges Ziel ist es, die erforderlichen Schritte für die Skalierung von Produktionsanlagen und die Errichtung von Pilotproduktionsanlagen im Land, von Produktionsanlagen im industriellen Maßstab in geeigneten Partnerländern sowie für den entsprechenden Markthochlauf, der Produktions- und Absatzmengen gleichermaßen umfasst zu formulieren. Ein weiterer Aspekt ist die Darstellung und Ausschöpfung der mit reFuels verbundenen Wertschöpfungspotenziale von bis zu 4,5 Mrd. Euro bis zum Jahr 2030.

Schematische Abbildung der Roadmap für reFuels für Baden-Württemberg

Die hier genannten Aspekte für den Hochlauf sind ausführlich im Hintergrundpapier, das dieser Fassung zu Grunde liegt, dargestellt. Die Abbildung oben zeigt schematisch die Roadmap für reFuels für Baden-Württemberg, wobei sowohl die erforderlichen Fortschritte im Forschungs- und Entwicklungs-Bereich als auch die Umsetzungsstrategie für Baden-Württemberg exemplarisch enthalten sind.

## Maßnahmenvorschläge der Roadmap für reFuels in Baden-Württemberg

- › Klimaneutrale Kraftstoffe als Beitrag für mehr Klimaneutralität in der **Landwirtschaft**
- › Klimaneutraler **Busverkehr** in Baden-Württemberg bis 2030
- › Klimaneutraler **Landespolizei** bis 2030
- › Klimaneutraler **Zugverkehr** bis 2030
- › Klimaneutraler **Landesverwaltung** bis 2030
- › Klimaneutraler **Bodensee**
- › Klimaneutraler **Flughäfen** bis 2030 und klimaneutrales Fliegen bis 2040

### Maßnahmen zur Steigerung der NACHFRAGE für reFuels in Baden-Württemberg

**2026:** Mind. 0,5 %  
Beimischung im  
Flugverkehr

**2030:**  
Mind. 5 TWh reFuels in  
Baden-Württemberg  
über Beimischung im  
Straßenverkehr und  
mind. 2 % Beimischung  
im Flugverkehr

**2022/23**

- Erprobung von reFuels im Schwerlastverkehr im Vergleich zu Oberleitungs-Lkw und Wasserstoff-Lkw
- Beginn der Umsetzung der Roadmap reFuels BW

**2024/25**

- Baubeginn Pilotanlage für 50.000 t/a reFuels + Beginn F&E-Arbeiten für die Skalierung im Maßstab 1:10
- Weitere Pilotprojekte (Sustainable Aviation Fuel Flughafen Stuttgart, Pilotproduktion mit CO<sub>2</sub> aus Zementwerk)

**2026/27**

- Demonstration der skalierten Prozess-technologien (Elektrolyse, RWGS, DAC,...)
- Aufbau erster Produktionsanlagen im industriellen Maßstab
- Verarbeitung von 200.000 t/a eMethanol

**2028/29**

- Inbetriebnahme erster Produktionsanlagen im industriellen Maßstab im Ausland
- Ziel: Produktion von mind. 500.000 t/a reFuels-Vorprodukten für den Import nach Baden-Württemberg

**2030**

- Produktion und Import von reFuels-Vorprodukten aus dem Ausland (1. Anlage mit 500.000–1.500.000 t/a)
- Baubeginn weiterer Anlagen (Ausland)

### Maßnahmen zur Steigerung des ANGEBOTS für reFuels in Baden-Württemberg



## 4

# Politische Handlungsfelder und Aktivitäten

Eines der Hauptziele der Roadmap ist die sukzessive Erhöhung des klimaneutralen Anteils im Kraftstoff entweder durch Beimischung klimaneutraler Kraftstoffe oder durch den Einsatz klimaneutraler Reinkraftstoffe. Im Folgenden werden die wichtigsten politischen Handlungsfelder (H) und die damit verbundenen Politikaktivitäten (P) auf den verschiedenen Handlungsebenen zum Erreichen dieser Zielsetzung im Kontext der Roadmap reFuels für Baden-Württemberg dargestellt. Hier besteht eine enge Verknüpfung zu Forschungs- und Entwicklungsprojekten auf Bundes- und EU-Ebene.

## **H 1: Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für erste Produktionsanlagen – vom Forschungsmaßstab zur industriellen Demonstrationsanlage mit Business Case:**

### *P 1 Bundesebene: Umsetzung von Carbon Contracts for Difference*

Baden-Württemberg setzt sich auf Bundesebene für eine zeitlich befristete Absicherung der Investitionen gegenüber regulatorischen und marktlichen Risiken ein. Unter den geltenden Rahmenbedingungen werden mit jeder Betriebsstunde von reFuels-Produktionsanlagen Verluste generiert, weil die Betriebskosten die erzielbaren Erlöse für die Produkte deutlich übersteigen. Aufgrund der zeitlichen Dringlichkeit des Markthochlaufs von reFuels ist es geboten, parallel zur Entwicklung von Absatzmärkten (z. B. über Abnahmevereinbarungen) für die ersten Projekte

zur Produktion von reFuels im Pilotmaßstab seitens des Bundes eine **OPEX-Förderung** über einen „Carbon-Contract-for-Difference“ zu gewähren. Dabei tragen die Investoren zwar weiterhin das Produktionsrisiko, der Staat sichert aber das Vermarktungsrisiko ab. Dieser Vorschlag sollte idealerweise auch für Wasserstoff- und andere Investitionsprojekte gelten.

### *P 2 EU- und Bundesebene:*

#### *Weitere Maßnahmen zur Lösung des*

#### *First-Mover-Dilemmas*

Wichtig für die Gestaltung des reFuels-Markthochlaufs ist die längerfristige Absicherung der Rentabilität der ersten großindustriellen Anlagen (sog. First-Mover). Während für die ersten Anlagen im Demonstrationsmaßstab „Carbon Contracts for Difference“ die erforderlichen Sicherheiten für einen Markteintritt bieten können, ist das für die ersten Anlagen im industriellen Maßstab aufgrund der erforderlichen monetären Mittel nicht umsetzbar. Daher ist zu prüfen, ob für die ersten Großanlagen neben Beimischungsquoten weitere Instrumente zu entwickeln sind, da diese erfahrungsgemäß jeweils die teuersten Anlagen sind: Einerseits, weil viele der Komponenten, die in den ersten Anlagen eingesetzt werden noch nicht als Serienprodukte verfügbar sind und Skalierungseffekte erst mit zunehmender Nachfrage nach Anlagen und Komponenten realisiert werden können. Andererseits liegen häufig noch keine Erfahrungen beim Aufbau und der Inbetriebnahme des neuen An-

lagentyps vor, so dass viele Abläufe deutlich mehr zeitliche und finanzielle Ressourcen in Anspruch nehmen. Lerneffekte treten erst bei weiteren Anlagen dieser Art auf. In den folgenden Anlagengenerationen führen beide Aspekte zusammen mit weiteren Effizienzverbesserungen zu sukzessive sinkenden Kosten. Dies bedeutet geringere Produktkosten für die nächsten Anlagengenerationen und damit Wettbewerbsvorteile. Um dennoch Investoren zu finden, die die ersten Anlagen bauen und betreiben, sind ggf. Preisabsicherungsmechanismen zu entwickeln, gleiches gilt grundsätzlich für Wasserstoff und andere nachhaltige Großprojekte. Das Land setzt sich auf Bundesebene für die Entwicklung entsprechender Mechanismen ein.

## **H 2: Schaffung eines geeigneten regulatorischen Rahmens für die Skalierung von Produktionsanlagen und den Hochlauf von reFuels-Produktionsmengen**

### *P 3 EU- und Bundesebene: Anrechenbarkeit von reFuels aus Nicht-EU-Staaten*

Aus Gründen der Energieeffizienz und der Wirtschaftlichkeit werden Produktionsanlagen für reFuels im großindustriellen Maßstab vorrangig an geeigneten Standorten im Ausland errichtet werden müssen. Daher ist auf der europäischen Ebene ein regulatorischer Rahmen erforderlich, der die Anrechenbarkeit von reFuels oder Vorprodukten aus dem außereuropäischen Ausland auf die Erfüllung der Kraftstoffquoten im europäischen und im nationalen Kontext sicherstellt und Vorgaben für die praktische Umsetzung in den

Mitgliedstaaten macht. **Dazu zählt insbesondere die Zertifizierung der Kraftstoffe unter Nachhaltigkeitsaspekten**, damit die beteiligten Unternehmen oder die Kunden diese auf ihre Nachhaltigkeitsverpflichtungen anrechnen können. Die Landesregierung wird sich im Rahmen ihrer Möglichkeiten sowohl auf Bundes- als auch auf europäischer Ebene für die zeitnahe Entwicklung und Einführung entsprechender Regelungen einsetzen.

### *P 4 Bundesebene: Entwicklung eines Zertifizierungssystems, das die Aufhebung des Verbots paraffinischer Reinkraftstoffe ermöglicht*

Paraffinische Reinkraftstoffe können auf Basis unterschiedlicher Ausgangsstoffe hergestellt werden, wie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen, Pflanzenölen, Anbau-Biomasse, Wasserstoff und CO<sub>2</sub> bis zu Erdgas und Kohle. Aufgrund der fehlenden Nachweismöglichkeit der Kohlenstoffherkunft und der Herstellungspfade anhand der chemischen/physikalischen Identität der Endprodukte wurde der Einsatz von paraffinischen Reinkraftstoffen im Straßenverkehr in Deutschland untersagt. Mit einem Zertifizierungssystem könnten paraffinische Kraftstoffe als Reinkraftstoff wieder zugelassen werden. Dies könnte weitere Absatzmöglichkeiten für Produzenten eröffnen und deren Investitionsrisiko mindern helfen, insbesondere wenn die öffentliche Beschaffung, z. B. im Rahmen des Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetzes, als Abnehmer auftreten würde. Zur Beschleunigung des Markthochlaufs ist ein entsprechendes **Nachweissystem zu entwickeln und auf nationaler Ebene zu etablieren**.

### P 5 Bundesebene: Einsatz für höhere Diesel-Beimischungsmengen

Eine weitere Möglichkeit zur Stärkung der Absatzperspektiven für mögliche Investoren besteht in der Erhöhung der zulässigen Beimischungsquoten. Aktuell liegt das Höchstmaß bei R33-Diesel. Dieser enthält 33 Prozent biogene Reststoffe, wovon in der Regel 26 Prozent hydrierte Pflanzenöle und sieben Prozent Ölmethylester sind. Die verbleibenden 67 Prozent sind konventioneller Dieselmotorkraftstoff. In Abhängigkeit von der Erfüllung der europäischen Diesel-Kraftstoffnorm EN 590 sollten **Blends mit höheren Beimischungsanteilen** gerade auch für synthetische Kraftstoffanteile erwirkt und parallel dazu eine Absenkung der Dichtegrenze der Norm EN590 angestrebt werden.

### H 3: Schaffung verlässlicher Rahmenbedingungen für Investitionen, um Business Cases zu ermöglichen und die Produktion anzustoßen

#### P 6 EU- und Bundesebene: Definition von grünem Wasserstoff für die Anrechenbarkeit im Rahmen der RED II/RED III

Hierzu gehört auf Bundesebene die Anpassung der Erneuerbare-Energien-Verordnung (EEV) zur Umsetzung des § 93 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) unter Übernahme der Vorgaben zur Anerkennung, Anrechenbarkeit und Nachweisführung für die erneuerbare Stromerzeugung zur Produktion von grünem Wasserstoff für reFuels aus dem delegierten Rechtsakt auf EU-Ebene. Erstrebenswert wäre eine **Nachweisführung für den Grünstrom-**

## SOWOHL DURCH CfDs, ALS AUCH DURCH ABNAHMEVERTRÄGE, KÖNNEN PREISRISIKEN FÜR PRODUZENTEN REDUZIERT WERDEN ...

### Wirkungsweise Contract-for-Difference (CFD)



### Wirkungsweise Abnahmevertrag

- Preis und Menge garantiert für bestimmte (längere) Laufzeit – **nicht einmalig**
- Produzent vermarktet Produkt nicht mehr selbst am Markt, sondern bei Weiterverkauf der Abnehmer

**... HAUPTUNTERSCHIED ZWISCHEN DEN BEIDEN INSTRUMENTEN LIEGT DARIN, WELCHER AKTEUR DIE VERMARKTUNG DURCHFÜHRT.**

bezug über Power Purchase Agreements (PPA), die mit Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung geschlossen wurden. Die in der RED II angekündigten, zu berücksichtigenden Faktoren stellen für die ersten reFuels-Anlagen und Wasserstoffanlagen sehr hohe Markteintrittsbarrieren dar und behindern bzw. verhindern den Markthochlauf. Die Landesregierung wird sich im Rahmen ihrer Möglichkeiten etwa über Teilnahme an EU-Konsultationen, Stellungnahmen zu Gesetzes-/Verordnungsentwürfen, in die Debatte einbringen. Dies erfolgt in Abstimmung mit der Roadmap Wasserstoff und deren Umsetzung.

#### *P 7 EU- und Bundesebene: Anrechenbarkeit von klimaneutralem Kohlenstoff*

Weiterhin offen ist die **Anerkennung von Kohlenstoffquellen**. Dies ist für die klimaneutrale Produktion der Industrie entscheidend. Für die ersten Umsetzungsschritte der klimaneutralen Raffinerie ist es zwingend erforderlich, dass aus dem allgemeinen Raffinerieprozess abgetrenntes (nicht emittiertes) und für reFuels-Syntheseprozesse eingesetztes Kohlenstoffdioxid als klimaneutrale Kohlenstoffquelle anerkannt wird. Sicherzustellen ist dabei, dass keine Mehrfachanrechnung der Minderungswirkung erfolgt. Mit zunehmend klimaneutralen Inputströmen in der Raffinerie („Green Crude“ oder grünem Methanol statt Rohöl) wird auch das aus dem Prozess gewonnene Kohlenstoffdioxid sukzessive klimaneutral, weil das Ausgangsprodukt nicht mehr fossilen Ursprungs ist, sondern bereits mit klimaneutralem Kohlenstoff erzeugt wurde.

**Für Prozesse mit prozessbedingten Emissionen, die nicht über Rohstoff- oder Energieträgerwechsel vermeidbar sind, wie in der Zementindustrie, sind klare Regelungen erforderlich.** Gerade für die Markthochlaufphase ist es wichtig, Kohlenstoff aus vorhandenen Punktquellen inklusive bereits existierender und künftiger Biomassenutzungspfade (Koppel-, Kaskaden-, Kreislaufnutzung von biogenen Kohlenstoffen im Rahmen einer kreislauforientierten Bioökonomie) für Carbon Capture and Utilization (CCU) zu nutzen. Die Technologien zur Abscheidung sind verfügbar und die Kosten kalkulierbar. Zudem stellen CCU-Konzepte für einige Wirtschaftsakteure selbst einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz dar. Auf europäischer Ebene steht hierzu noch ein Delegierter Rechtsakt aus, der die Definition und Berechnungsmethodik für die Treibhausgasreduzierung von Recycled Carbon Fuels festlegen soll. Erst auf Basis dieser Randbedingungen können entsprechende Investitionsentscheidungen von Unternehmen in Baden-Württemberg getroffen werden. Die Landesregierung wird sich über die Teilnahme an EU-Konsultationen und Stellungnahmen zu Gesetzes-/ Verordnungsentwürfen in den Diskurs einbringen. Dies erfolgt in enger Abstimmung mit der Umsetzung des Klimaschutzgesetzes und der Festlegung der Sektorziele.



Zementwerk. Quelle Schwenk Zement GmbH &amp;Co. KG

### *P 8 EU- und Bundesebene: Anrechenbarkeit des Produktmixes*

Bei der Produktion von reFuels fällt eine Mischfraktion aus Kohlenwasserstoffen an. Daraus entstehen in der Weiterverarbeitung separate Brenn- und Kraftstoff-Fractionen. Für diese bedarf es weiterführender Regelungen zur Klärung der **Zuordnung und Anrechenbarkeit der erneuerbaren Eigenschaft**. Dies ist über die bisherigen Regeln zur Anrechenbarkeit der Minderung von Up-Stream-Emissionen und den Einsatz von grünem Wasserstoff bei der Herstellung von konventionellen Kraftstoffen nicht ausreichend definiert. Es ist zeitnah eine einheitliche Methodik zur Bilanzierung und Anerkennung der Kraftstoffe zu entwickeln, die Doppelanrechnungen vermeidet.

Die Landesregierung wird das Thema auf Bundes- und EU-Ebene in die Diskussion einbringen, ggf. einen Bilanzierungsvorschlag unterbreiten und auf eine rasche Klärung und die Formulierung klarer Rahmenbedingungen hinwirken. Gleiches ist für die Beimischung von „Green Crude“ oder grünem Methanol in den Produktionsprozess und für die Beimischung von reFuels in die Ausgangsstoffströme der Raffinerie zu klären.

*P 9 Landesebene: Analyse von Transportmöglichkeiten für CO<sub>2</sub>, Diskussion von Maßnahmen und Prüfung des gesetzlichen Rahmens*

Neben Wasser und erneuerbarem Strom für die Erzeugung von klimaneutralem Wasserstoff, ist die Verfügbarkeit von CO<sub>2</sub> als Kohlenstoffquelle (inkl. Punkt- und biogener CO<sub>2</sub>-Quellen) die Grundvoraussetzung für die Produktion von reFuels. Im Kontext erster Überlegungen für konkrete Standortplanungen zeigt sich die Notwendigkeit, zukünftig auch infrastrukturelle Überlegungen für den Transport von CO<sub>2</sub> zu berücksichtigen. Die Landesregierung beabsichtigt, das Thema genauer zu beleuchten, um eine Orientierung für das weitere Vorgehen zu erhalten. Gleichzeitig werden mögliche Aktivitäten in anderen Bundesländern oder auf Bundesebene in den Blick genommen, um hier ein abgestimmtes Vorgehen zu erwirken.

**H 4: Sicherung der Kraftstoffversorgung in Baden-Württemberg und Erschließung der Exportpotenziale für den Anlagenbau**

*P 10 Landesebene ggf. in Abstimmung mit der Bundesebene: Entwicklung einer Strategie zum Aufbau internationaler Länderbeziehungen für den Kraftstoffbezug*

Um den Bezug der erforderlichen klimaneutralen Kraftstoffmengen in kurz- bis langfristiger Sicht zu sichern, ist zeitnah eine zeitlich gestaffelte **Strategie zum Aufbau internationaler Länderbeziehungen** (Energiepartnerschaften) zu entwickeln, die zumindest eine Abdeckung des reFuels-Bedarfs in Baden-Württemberg gewährleistet. Diese Überlegungen bauen auf bestehenden internationalen Aktivitäten, Aktivitäten des Bundes sowie des Landes und werden in ein Gesamtkonzept für Energiepartnerschaften eingebettet.



Besuch im Energy Lab 2.0 beim KIT 2021,  
Quelle: Dr. Monika Herrmann

*P 11 Landesebene in Abstimmung mit der Bundesebene: Flankierende Maßnahmen zum Aufbau der erforderlichen Produktions- und Exportinfrastrukturen*

Vor allem bei Ländern mit vergleichsweise niedrigem Entwicklungsstatus ist der Aufbau von internationalen Beziehungen mit flankierenden Maßnahmen zum Aufbau der erforderlichen Produktions- und Exportinfrastrukturen zu unterstützen. Das Vorgehen wird mit der im Rahmen der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg adressierten internationalen Energiepartnerschaften abgestimmt. Hierin liegt eine Chance für diese Länder, zusätzlich ihre eigene (wirtschaftliche) Entwicklung zu stärken. Dabei beeinflussen die Interessen der Partnerländer und die örtlichen Gegebenheiten die Wahl des zu transportierenden Produkts (v. a. grüner Wasserstoff, grünes Methanol, „Green Crude“ oder grüner Ammoniak) ausschlaggebend. Vorteilhaft wäre der Aufbau der Länderbeziehungen in Abstimmung und Kooperation mit den auf Bundesebene gestarteten Aktivitäten. Baden-Württemberg wird bei der Umsetzung der Wasserstoff-Roadmap (Maßnahme 2) ein abgestimmtes Konzept der zuständigen Landesressorts vorlegen.

**H 5: Gestaltung der Transformation durch Abstimmung politischer Ebenen**

*P 12 Landesebene: Forschungs- und Skalierungsaktivitäten stärken und abstimmen*

Für den in Abschnitt 3.2 aufgezeigten Forschungs- und Entwicklungsbedarf prüft das Land, welche Aspekte auf Landesebene adressiert werden können und für welche die entsprechenden Aktivitäten – möglichst gemeinsam mit anderen Bundesländern wie bereits mit Hessen in der beantragten Plattform Innofuels beabsichtigt – auf Bundes- oder auf EU-Ebene initiiert oder unterstützt werden können, um die Skalierung von reFuels in den industriellen Maßstab zu ermöglichen. Insbesondere für die Forschungs- und Skalierungsaktivitäten für den Bereich der Elektrolyse erfolgt dies in Abstimmung mit den im Rahmen der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg laufenden und zukünftigen Maßnahmen.

*P 13 Landesebene: Gestaltung der industriellen Transformation im Kraftstoffbereich*

Im Sinne einer aktiven Gestaltung der industriellen Transformation in Richtung Klimaneutralität trägt die Landesregierung mit der Roadmap für reFuels als Teil des Strategiedialog Automobilwirtschaft BW zum Erhalt bzw. zur Transformation bestehender Wertschöpfungsstrukturen und zur Sicherung zukunftsfähiger Arbeitsplätze bei. Dies gilt auch für die Mineralölindustrie/Raffinerie, die

Chemieindustrie und nachgelagerte Verbrauchssektoren. **Um die Klimaschutzziele zu erreichen geht es um eine Beschleunigung der Transformationsdynamik mit dem Ziel der Bereitstellung klimaneutraler Treibstoffe.** Hierzu prüft die Landesregierung in den Bereichen, in denen noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht, aber keine Bundesmittel zur Verfügung stehen oder diese nicht ausreichen, Forschungs- und Entwicklungsprogramme. Darüber hinaus engagiert sich die Landesregierung im Rahmen der Umsetzung der im folgenden genannten industrieorientierten Maßnahmen.

#### **Flankierende Maßnahmen und Vorschläge für weiterführende Studien auf Bundes- bzw. EU-Ebene:**

Folgende Maßnahmen werden seitens des Landes gegenüber dem Bund oder der EU entsprechend adressiert und beispielsweise durch die beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) beantragte Plattform InnoFuels weiterverfolgt (vorbehaltlich Bewilligung) und bei Bedarf beauftragt:

#### **M 1 (Bund/ EU): Entwicklung finanzieller Absicherungselemente für First Mover**

Um mehr Planungssicherheit für Investoren zu schaffen, bedarf es der Entwicklung und Etablierung von Elementen, die das Risiko der Investoren befristet auf ein Niveau absenken, das eine Investitionsentscheidung zulässt. Die auf der Europäischen Ebene diskutierten CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssysteme (Carbon Border Adjustments Mechanisms) sind, bspw. im Rahmen einer Studie, mit Blick auf die Anwendbarkeit für reFuels ebenso zu beleuchten wie „Carbon Contracts for Difference“ und weitere Instrumente die geeignet erscheinen, das Investitionsrisiko zu mindern. Es sollen gezielt Vorschläge erarbeitet werden, die in die politische Diskussion eingebacht werden können. Ein weiterer Aspekt ist eine Risikoabsicherung. Diese Fragen betreffen die generelle Förderung nachhaltiger Investitionsprojekte und bedürfen der Abstimmung zwischen den Ressorts.

#### **M 2 (Bund/ EU): Entwicklung einer Berechnungsmethodik für die Bilanzierung und Anerkennung von Kraftstoffen**

Es wird zeitnah eine einheitliche Methodik zur Bilanzierung und Anerkennung der Kraftstoffe benötigt, die eine eindeutige Klärung der Zurechnung der grünen Eigenschaft auf die einzelnen Kraftstofffraktionen und die Anrechenbarkeit auf die jeweiligen Quoten herbeiführt. Hierfür bedarf es einer genauen Betrachtung, z. B. im Rahmen einer Kurzstudie, sofern dies nicht durch den Delegierten Rechtsakt zu § 27 RED II geklärt wird.

### M 3 (Bund/ EU): Bewertung bestehender Zertifizierungssysteme und Entwicklung von Vorschlägen zur Weiterentwicklung im reFuels-Kontext

Da es möglich ist, dass eine Skalierung der „Green Crude“, Methanol- oder der reFuels-Produktion unmittelbar im Ausland erfolgt, was den Bezug von reFuels zur Erfüllung der Quote für eKerosin aus dem Ausland erlauben würde, ist zeitnah ein entsprechendes Zertifizierungssystem zu entwickeln, das den erforderlichen Nachweis der mit dem Kraftstoff erzielten Treibhausgasreduktion ermöglicht. Es ist davon auszugehen, dass entsprechende Aktivitäten auch auf der europäischen Ebene vorangetrieben werden, weshalb Ziel dieser Maßnahme sein wird, Vorschläge auf der europäischen Ebene fachlich kommentieren und bei Bedarf Änderungs- oder Ergänzungsvorschläge einbringen zu können. Hierzu werden entsprechende Arbeiten geprüft. Der inhaltliche Zusammenhang mit der Roadmap Wasserstoff ist dabei zu berücksichtigen. Rechtssicherheit für die Kraftstoffanbieter ist Grundvoraussetzung für die Schaffung eines entsprechenden Angebots.

### M 4 (Bund/ EU): Entwicklung einer Berechnungsmethodik für die THG-Einsparung von reFuels auf Basis von prozessbedingtem CO<sub>2</sub> der Zementindustrie und biogenen Punktquellen

Auf europäischer Ebene steht noch ein Delegierter Rechtsakt aus, der u. a. die Definition und Berechnungsmethodik für die Treibhausgasreduktion von Recycled Carbon Fuels festlegen soll. Um sich zielorientiert in die Diskussion einbringen und ggf. auf europäischer Ebene noch wichtige Hinweise zur Ausgestaltung geben zu können, erscheint eine Kurzstudie zielführend, die den Gesamtzusammenhang zum Klimaschutz berücksichtigt. Denn erst auf Basis der Randbedingungen aus dem delegierten Rechtsakt können Investitionsentscheidungen von Unternehmen in Baden-Württemberg, beispielsweise aus der Zementindustrie oder von Unternehmen entlang der Biomassenutzungskaskade, die zum Aufbau einer kreislaufforientierten Bioökonomie in Baden-Württemberg beitragen, getroffen werden.

Zementwerk Mergelstetten  
Quelle: Zement GmbH & Co. KG



## 5

## Landesseitige Maßnahmen zur Gestaltung des Markthochlaufs

Nachdem die in Kapitel 4 dargestellten politischen Aktivitäten den zeitnahen Beginn eines Markthochlaufs von reFuels ermöglichen sollen, muss dieser aktiv gestaltet werden. Die folgenden Maßnahmen legen trotz teils noch vorhandenen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs den Schwerpunkt auf der Kraftstoffproduktion und eine industrieorientierte Unterstützung des Markthochlaufs, um das Ziel von mehr klimaneutralen reFuels in vorhandenen Kraftstoffen zu erreichen. Ein weiteres Ziel ist es, der Industrie Baden-Württembergs im internationalen Wettbewerb eine Spitzenposition zu sichern. Dabei wird in drei wesentliche Maßnahmenbereiche unterschieden. Der Erste dient der Entwicklung der

Angebotsseite für reFuels, denn solange keine reFuels produziert und vermarktet werden, ist kein Markthochlauf möglich. Der Zweite adressiert gezielt die Nachfrageseite, denn ohne eine Entwicklung der Nachfrage nach reFuels, werden Investitionen in Produktionskapazitäten ausbleiben. Der Dritte widmet sich offenen Forschungs- und Entwicklungsthemen, so dass ein dynamischer Markthochlauf von reFuels bestmöglich flankiert wird. Forschungs- und Entwicklungsfragen werden möglichst in Kooperation mit den beteiligten Unternehmen adressiert, was der langfristigen Sicherung von Entwicklungsvorsprüngen dient. Übergeordnete oder ressortübergreifende Themen bedürfen einer engen Absprache.



Mineralöleraffinerie Oberrhein Karlsruhe, MiRO  
Quelle: MiRO

## 5.1 MASSNAHMEN ZUR UNMITTELBAREN STEIGERUNG DES ANGEBOTS VON REFUELS IN BADEN-WÜRTTEMBERG

### M 1: Aufbau einer Demonstrationsanlage für die klimaneutrale Raffinerie der Zukunft

Diese Maßnahme umfasst die inhaltliche und regulatorisch-strategische Unterstützung der Wirtschaft bei der Realisierung einer Demonstrationsanlage für die Produktion von reFuels am Standort der Mineraloelraffinerie Oberrhein (MiRO) in Karlsruhe mit einem Jahresoutput von mind. 50.000 t reFuels im Rahmen der Möglichkeiten des Landes Baden-Württemberg. Die angestrebte reFuels-Produktion wird entsprechend den Nutzungs- und Vermarktungsmöglichkeiten der MiRO anteilig zu den Zielkraftstoffen weiterverarbeitet. Die erzeugten synthetischen Kraftstoffe werden den fossilen konventionellen Kraftstoffen beigemischt und reduzieren somit anteilig die Treibhausgasemissionen der im Luftverkehr, Schiffsverkehr bzw. der im Straßenverkehr in Baden-Württemberg eingesetzten Treib- und Kraftstoffe. Anfallende Nebenprodukte werden in der MiRO weiterverarbeitet und bspw. einer industriellen oder chemischen Nutzung zugeführt. Die Demonstrationsanlage stellt ein Größen-Scale-Up im Maßstab 1:10 zu der im Projekt „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ eingesetzten Pilotanlage dar. Die Konzeption dieser Anlage sowohl für den Einsatz einer Fischer-Tropsch-Synthese als auch für die Kraftstoffproduktion über die Methanolroute erfolgte im Rahmen des genannten Projekts und einer Ergänzungsstudie. Ziel ist es, 2026 mit der Kraftstoffproduktion in Karlsruhe zu beginnen. Die Maßnahme soll falls möglich

im Rahmen eines Bundesförderprojekts bzw. EU-geförderten Projekts realisiert werden. Im Kontext dieser und anderer industrieller Anlagen wird auch eine Studie zur Skalierung der Direct-Air-Capture-Technologie durch das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (Forschungsanteil) und Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (Infrastrukturanteil) gefördert.

### M 2: Skalierung der Produktionstechnologie in den 500.000 Tonnen-Maßstab

Ebenso wichtig wie das Erbringen des „Proof-of-Concept“ und des „Proof-of-Function“ in einer Demonstrationsanlage ist die Vorbereitung der Skalierung der Anlagentechnologien für den Einsatz in großtechnischen Industrieanlagen. Daher sollen parallel zum Aufbau der Demonstrationsanlage in Karlsruhe die Bestandteile der Anlage (Elektrolyse, Synthese, Direct-Air-Capture) gemeinsam von Wissenschaft und Industrie Skalierungskonzepte von der Demonstrationsanlage in den industriellen Maßstab erarbeitet und als Prototypen validiert werden. Die Landesregierung unterstützt und moderiert diesen Prozess im Rahmen des SDA. Avisierte Zielgröße ist der Maßstab 1:10, was einer Anlagenkonfiguration mit einem Jahresoutput von 500.000 t reFuels entspricht. Unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem Aufbau und der Integration der Demonstrationsanlage in die Raffinerienumgebung ist das Ziel, ab 2027 die heute in diesem Maßstab noch nicht verfügbaren, bis dahin hochskalierten Prozesstechnologien in der Realumgebung am Standort der MiRO zu demonstrieren. Maßnahmen 1 und 2 sollen ggf. im Rahmen eines Förderprojekts (EU oder Bund) realisiert werden.

### **M 3: Studie zur Technologieentwicklung für die Abscheidung von CO<sub>2</sub> in der Zementproduktion zur Nutzung als Rohstoff für reFuels**

Das KIT weist in der Studie „Nutzung von CO<sub>2</sub> aus Luft als Rohstoff für synthetische Kraftstoffe und Chemikalien“ im Auftrag des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg einen mit zunehmendem Verzicht auf fossile Kohlenwasserstoffe als Rohstofflieferant in der Chemieindustrie deutlich wachsenden Bedarf an CO<sub>2</sub> als Rohstoff aus. Im Jahr 2050 wird dieser für Deutschland mit 76 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr angegeben. Teils kann dieser aus Punktquellen wie der Zementindustrie bereitgestellt werden, deren prozessbedingtes CO<sub>2</sub> nur eingeschränkt reduzierbar ist. Aus ökonomischer Sicht ist es daher zielführend, zunächst diese vorhandenen und nicht vermeidbaren Punktquellen als Kohlenstofflieferant zu erschließen. Mit Cement Innovation for Climate (CI4C) wurde im Land eine erste Initiative gestartet. Diese soll mit der Studie mit Blick auf ein Erschließen der CO<sub>2</sub>-Quellen als Rohstoff aktiv unterstützt und ressortübergreifend bearbeitet werden.

### **M 4: Aufbau von Energiepartnerschaften für den Import grüner Produkte und Exportunterstützung speziell für KMU**

Damit ein für das Erreichen der Klimaschutzziele erforderlicher Markthochlauf für reFuels erfolgen kann, muss zeitnah mit dem Aufbau von Anlagen im industriellen Größenmaßstab (mind. 500.000 t Jahresproduktion) im Ausland begonnen werden, so dass ab dem

Jahr 2026 erste Importe von „Green Crude“ von grünem Methanol über die bestehenden Infrastrukturen der Mineralölwirtschaft erfolgen können. Die importierten Produkte sollen in der MiRO verarbeitet werden und als Beimischung zu den konventionellen Kraftstoffherzeugnissen zum Erreichen der Klimaschutzziele beitragen.

Idealerweise sollten mehrere Standorte in verschiedenen Ländern mit möglichst demokratischen, stabilen politischen Systemen und soziale und ökonomische Aspekte hinreichend berücksichtigt werden, falls möglich parallel entwickelt werden. Ziel sollte sein, dass ab dem Jahr 2030 nennenswerte Mengen an „Green Crude“ oder grünem Methanol zu Marktpreisen nach Baden-Württemberg importiert und in der MiRO verarbeitet werden können. Dazu werden in Abstimmung mit den Aktivitäten im Kontext der Wasserstoff-Roadmap und mit Bundes-Aktivitäten weitere Partnerländer identifiziert, Kontakte angebahnt, vertiefte Länderanalysen durchgeführt und Partnerschaften etabliert. Bei Delegationsreisen können frühzeitig gemeinsam mit Industriepartnern mögliche reFuels-Standorte in Partnerländern identifiziert und detaillierter analysiert werden. Darüber hinaus werden insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, die im Kontext von reFuels Exportinteressen haben, gezielt unterstützt. So soll ein Exportmonitor initiiert werden, der über laufende Entwicklungen in den Partnerländern berichtet und interessierten Unternehmen wichtige Informationen für die Entscheidungsfindung liefert.

## 5.2 MASSNAHMEN ZUR STEIGERUNG DER NACHFRAGE NACH REFUELS IN BADEN-WÜRTTEMBERG ALS BEITRAG ZUM ERREICHEN DER KLIMAZIELE

### M 5: Klimaneutraler Flughafen

Die Bestrebungen des Flughafens Stuttgart sich zum klimaneutralen Flughafen STRzero und fairport STR zu entwickeln, werden fortgesetzt. Parallel zu Elektrifizierungsstrategien auf dem Vorfeld sollen auch Fahrzeuge des Fuhrparks, die aus technischen, wirtschaftlichen oder organisatorischen Gründen nur schlecht elektrifizierbar sind, über die rasche Umstellung von fossilem Diesel auf R 33 als Kraftstoff sehr zeitnah zum Klimaschutz beitragen. Ebenso soll die Verwendung von Fahrzeugen mit Brennstoffzellen geprüft werden. Der Anteil von reFuels wird jährlich überprüft und im Einklang mit den jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben und den verfügbaren normkonformen Blends sukzessive ausgeweitet, so dass bis 2030 ein klimaneutraler Fuhrparkbetrieb erreicht wird.

### M 6: Klimaneutrales Fliegen ab Stuttgart bis 2040

Bereits laufende Projekte werden umgesetzt, die zur Versorgung des Flughafens Stuttgart mit Sustainable Aviation Fuels beitragen und dabei teils die Nutzung von CO<sub>2</sub> aus der Zementindustrie vorantreiben. Als ambitionierte Zielsetzung wird eine vollständige Umstellung auf klimaneutrale Treibstoffe für den Flugverkehr am Flughafen Stuttgart bis zum Jahr 2040 angestrebt. Dies setzt voraus, dass der regulatorische Rahmen entsprechend angepasst wird und höhere Quoten als die maximal zulässige Beimischungsquote von 50 Prozent technisch möglich und zulässig sind.

### M 7: Klimaneutralere Binnenschifffahrt – Modellvorhaben Bodensee

Auf dem Bodensee gibt es 40.000 motorisierte Boote. Der Anteil von Schiffen mit elektrischen Antrieben wächst, der überwiegende Anteil wird mit Diesel oder Benzin betrieben (95 Prozent). Ein vollständiger „Flottenaus-



Beitrag zum klimaneutralen Bodensee  
Quelle: Samira Baâroun

tausch“ hin zu batteriebetriebenen Antrieben ist aufgrund langer Lebensdauern und hoher Anschaffungspreise unrealistisch. Aufgrund seiner Eigenschaft als „geschlossenes System“ würde sich der Bodensee für ein Modellvorhaben für den Einsatz synthetischer Kraftstoffe in der Binnenschifffahrt eignen. Im Projekt „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ wurden bereits synthetische Kraftstoffe in Lkw, Pkw und Zügen im Einsatz erprobt. Eine Erprobung und ein Umsetzungskonzept im Bereich der Binnenschifffahrt könnte unter wissenschaftlicher Begleitung ergänzt werden. Bei Erfolg könnten die Anrainerstaaten die vorhandenen Bootstankstellen zur Nutzung von Kraftstoffen mit einem höheren klimaneutralen Anteil oder Reinkraftstoffen verpflichten. Parallel wird ein Weg zur Elektrifizierung erarbeitet.

#### **M 8: Klimaneutraler Zugverkehr**

Im Vordergrund steht die Elektrifizierungsstrategie des Landes. Jedoch soll überall dort, wo diese mittel- bis langfristig nicht umgesetzt werden kann oder auch aus Gründen der Sicherung der Resilienz der Einsatz von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb oder der Einsatz von reFuels (Diesel) für die Bestandslokomotiven (z. B. historische Fahrzeuge, Schneepflüge, Streckeninstandhaltung usw.) geprüft und umgesetzt werden. Im Bereich der Deutschen Bahn wurden bereits reFuels im Rahmen des Strategiedialogprojektes „reFuels – Kraftstoffe neu denken“ am KIT erprobt.

#### **M 9: Klimaneutrale Kraftstoffe als Beitrag für mehr Klimaneutralität in der Land- und Forstwirtschaft**

Land- und forstwirtschaftliche Arbeitsmaschinen sind aufgrund ihrer technischen Ausgestaltung, ihres Einsatzzwecks aber auch ihres Einsatzregimes und ihrer Betriebsweise in der Regel nicht elektrifizierbar. Hier soll der Zugang zu klimaneutralen Alternativen – ergänzend zu den etablierten biobasierten Kraftstoffen (PÖL, RME, Bio-LNG und Bio-CNG etc.) – ermöglicht werden. Dazu soll mit einer Bedarfsanalyse das Potenzial für den Einsatz von reFuels in der Land- und Forstwirtschaft eruiert und darauf aufbauend gemeinsam mit den einschlägigen Akteuren ein Stufenplan für die Einführung von reFuels für land- und forstwirtschaftliche Arbeitsmaschinen entwickelt und ggf. umgesetzt werden.

#### **M 10: Klimaneutrale Landesverwaltung**

Mit der Zielsetzung einer klimaneutralen Landesverwaltung bis 2030 ist auch verbunden, den zur Landesverwaltung zugehörigen Fuhrpark klimaneutral zu gestalten. Daher wird für jene Fahrzeuge der Landesverwaltung und nachgeordneter Behörden für die eine Elektrifizierung aus technischen, wirtschaftlichen oder organisatorischen Gründen nicht umsetzbar erscheint, ebenso wie für jene Fahrzeuge, die bis zum Jahr 2030 nicht zum (altersbedingten) Austausch anstehen, Klimaneutralität über den Einsatz von reFuels sichergestellt. Dafür wird schnellstmöglich für Dieselfahrzeuge der Einsatz von R 33 Diesel vorgeschrieben und die Beschaffungsvorschriften und Ausschreibungen entspre-



chend angepasst. Der Anteil von reFuels wird jährlich überprüft und im Einklang mit den jeweils geltenden gesetzlichen Vorgaben und Fortschritten bei der Bildung von Kraftstoffblends sukzessive ausgeweitet, so dass bis zum Jahr 2030 ein klimaneutraler Fuhrparkbetrieb erreicht wird.

#### **M 11: Klimaneutralere Landespolizei**

Die Landespolizei verfügt über rund 5.300 Fahrzeuge unterschiedlicher Modelle und Klassen. Neben Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor werden verstärkt auch Fahrzeuge mit alternativen Antrieben eingesetzt. Um die Klimawirkung des Fuhrparks im Regelbetrieb der Landespolizei weiter zu verringern, wird über entsprechende Vorgaben angestrebt, die Treibstoffversorgung schnellstmöglich auf drop-in-fähigen R 33 Diesel und perspektivisch soweit als möglich auf klimaneutrale

Klimaneutrale Polizei.

Quelle: picture alliance / dpa | Bernd Weißbrod

Kraftstoffe umzustellen, sofern der Kraftstoff für das zu betankende Fahrzeug vom Hersteller dafür freigegeben ist. Alternativ könnten bei Sondereinsätzen oder in Katastrophenfällen diese Fahrzeuge auch konventionelle Kraftstoffe tanken. Hier steht primär die Beschaffung im Vordergrund. Die Nutzung könnte auch bilanziell ausgeglichen werden, denn Einsatzfahrzeuge sind gemäß § 4 Abs. 1 Nr. 8 SaubFahrzeug-BeschG vom Anwendungsbereich des Gesetzes ausgenommen, die Einsatzfähigkeit muss stets gewährleistet sein. Voraussetzung für die Nutzung von Reinkraftstoffen wäre eine Änderung des regulatorischen Rahmens auf Bundesebene und ihre Verfügbarkeit.

### 5.3 MASSNAHMEN IM BEREICH FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND TECHNOLOGIEDIFFUSION

#### M 12: Initiierung einer Innovationsplattform (InnoFuels) zu reFuels

Um die in Baden-Württemberg sowohl in den Unternehmen als auch in den Forschungseinrichtungen vorhandene Expertise im Kontext von reFuels innovationsfördernd zu verbinden und zum Hochlauf der Technologien beizutragen soll eine Innovationsplattform zu reFuels etabliert werden. Diese soll gezielt bundesweit Wissen vernetzen, Ideen verknüpfen und potenzielle Partner zusammenführen und als Inkubator für technologische, ökonomische, ökologische, soziale oder auch organisatorische Innovationen wirken. Die Plattform soll gezielt dazu beitragen, Baden-Württembergs Wirtschaft beim Thema reFuels auch langfristig eine weltweite Spitzenposition zu sichern. Die Projektleitung des Projektes „reFuels - Kraftstoffe neudenken“ am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat die Innovationsplattform zusammen mit dem Verkehrsministerium Baden-Württemberg und Hessischem Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen beim Bundesverkehrsministerium beantragt.

#### M 13: Zulieferer für und Hersteller von reFuels-Anlagen stärken

reFuels bieten Chancen für viele Wirtschaftszweige in Baden-Württemberg. Daher sollen die Produktion von reFuels, der Aufbau von Energiepartnerschaften ebenso wie der Technologieexport zukünftig ganzheitlich, d. h. über Projekt-, Landes-, Ressort- und Branchengrenzen hinweg gedacht werden – u. a. als Teil der Innovationplattform. Bestehende und künftige Erkenntnisse der unterschiedlichen Bereiche sollen weiterhin zusammengeführt und verknüpft werden, um ein optimales Innovationsumfeld zu schaffen. Zusammen mit dem angestrebten Aufbau und Betrieb von Demonstrations- bzw. Pilotanlagen zur Herstellung und zur Nutzung von reFuels im Land soll die Skalierung der Technologien in großindustrielle Maßstäbe erfolgen. Der Industrie im Land soll es damit ermöglicht werden, nicht nur Erfahrungen mit der Herstellung der benötigten Komponenten und Systeme sowie dem Betrieb von Produktionsanlagen zu gewinnen, sondern direkt von einem dynamischen Entwicklungsumfeld zu profitieren. Insbesondere sollen Unternehmen unterstützt werden, die ihr technologisches Know-How bislang noch nicht im Bereich der reFuels-Herstellung verorten, möglicherweise aber bereits vergleichbare Komponenten fertigen. Hierfür werden Formate entwickelt, die einen

niederschweligen Einstieg in die Thematik ermöglichen. Im Bereich der Elektrolyse wird dies erfolgreich im Rahmen des seitens des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg geförderten Projekts „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ demonstriert. Hier gewonnene Erfahrungen sollen auf weitere für die Produktion von reFuels benötigte Technologien übertragen werden. Ziel ist es, unmittelbar die Exportchancen für die Industrie im Land zu erhöhen. Dies wird auch durch den Betrieb von Demonstrationsanlagen im Land unterstützt, denn sie erleichtern den Aufbau von Partnerbeziehungen. Export von Technologie und Import von reFuels bzw. „Green Crude“ (Fischer-Tropsch-Produkt oder grünes Methanol) stellen dabei komplementäre Zielsetzungen dar.



Quelle: KIT

#### **M 14: Aus- und Weiterbildungskonzepte entwickeln**

Zentrale Themen im Kontext der industriellen Transformation stellen die Gestaltung der Aus- und Weiterbildung sowie die Qualifikation der Mitarbeitenden für neue Aufgabenstellungen dar. Hier gibt es teils Überschneidungen mit dem Thema Wasserstoff, weshalb eine Abstimmung mit den Maßnahmen der Wasserstoff-Roadmap angestrebt wird. Die Themen Bildung und Qualifizierung sind auch relevante Elemente im Strategiedialog Automobilwirtschaft unter der Leitung des Wirtschaftsministeriums. Um ein zielorientiertes, effizientes und wirkungsvolles Aus- und Weiterbildungskonzept zu entwickeln, werden zunächst Erfahrungen aus erfolgreichen Umqualifizierungsmaßnahmen gesammelt und dann gezielt auf den reFuels-Kontext angewandt. Das Land hat in der Weiterbildungsoffensive WEITER.mit. Bildung@BW geeignete Plattformen (fortbildung-bw, Hochschulweiterbildung@BW) geschaffen, um dies mit den entsprechenden Bildungsträgern zu verfolgen. Neben der Einbindung von Bildungsträgern sollen das Transformationswissen und die Erfahrungen im Change-Management der Gewerkschaften gezielt eingebunden werden.



Verkehrsminister Winfried Hermann, MdL, bei der Auftaktveranstaltung  
Quelle: FotoFabry

#### 5.4 MASSNAHMEN ZUR WEITERENTWICKLUNG DER ROADMAP REFUELS

##### M 15: Monitoring der Roadmap und Nachsteuern mit weiteren Maßnahmen

Die Roadmap reFuels für Baden-Württemberg stellt den Beginn eines Transformationsprozesses dar, der unterschiedliche Branchen und Industriezweige mit verschiedener Intensität zu unterschiedlichen Zeitpunkten betrifft. Die in der Roadmap formulierten Politikaktivitäten ebenso wie die industrieorientierten Maßnahmen sollen erforderliche Impulse für den Einstieg in die Transformation geben.

Sie reichen jedoch nicht aus, um den Gesamtprozess zum Erfolg zu führen. Daher wird ein Monitoring für die Roadmap reFuels etabliert, das die erzielten Fortschritte erfasst und Erfolge darstellt. Darüber hinaus soll dieses im Zeitverlauf aufkommende mögliche Hemmnisse und neue Handlungsnotwendigkeiten sowohl für die Politik als auch für die Wirtschaft aufzeigen und kontinuierlich mit anderen Strategien auf Landesebene abgleichen. Basierend hierauf werden die Maßnahmen der Roadmap und ihre Wirkung kontinuierlich überprüft, angepasst und ergänzt. Dies berücksichtigt, dass das Thema reFuels viele interdisziplinäre Querschnittsthemen betrifft, die zudem teils von übergeordnetem Bundesinteresse sind oder die Europäische Ebene betreffen.



Landesdelegation zu Wasserstoff und reFuels zu Gast in Sevilla  
Quelle: Dr. Monika Herrmann

Der in manchen Bereichen begrenzte Landes- einfluss und die Abhängigkeit von Entschei- dungen übergeordneter Ebenen werden im Rahmen des Monitorings entsprechend herausgearbeitet, um die Stellhebel einer erfolgreichen Landespolitik im Themenfeld reFuels zu identifizieren, ihre Wirksamkeit konsequent zu überwachen und dies in der Entwicklung weiterführender Maßnahmen ad- äquat abzubilden. Zur Abstimmung innerhalb der Landesregierung wird eine interministeri- elle Arbeitsgruppe unter Leitung des Minis- teriums für Verkehr Baden-Württemberg ge- gründet. Die Umsetzung der Roadmap erfolgt in Abstimmung mit der Roadmap Wasserstoff.



# Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR



Mobilität und Lebensqualität.  
**Für Stadt und Land.** 