



Energieeffizienz in der Industrie: Prozesse, erneuerbare Energien und Abwärmenutzung

Konferenzdatum: 29. & 30. September

Dezember 2020

Autorin:

Lena Müller-Lohse, DFBEW · lena.muller-lohse@developpement-durable.gouv.fr

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:





Zusammenfassung

Die vorliegende Zusammenfassung stellt die wichtigsten Ergebnisse der Online-Konferenz zum Thema „Energieeffizienz in der Industrie: Prozesse, erneuerbare Energien und Abwärmenutzung“ dar (siehe [Programm](#) der Online-Konferenz). Die vom Deutsch-französischen Büro für die Energiewende (DFBEW) organisierte Veranstaltung fand an den Vormittagen des 29. und 30. September statt.

Im Rahmen der Online-Konferenz wurden folgende Themen behandelt: Aktueller Stand und Entwicklungen der Energieeffizienz in der Industrie ([Kapitel I](#)), Ziele und rechtliche Rahmenbedingungen ([Kapitel II](#)), Förderprogramme ([Kapitel III](#)) und die Bedeutung von Energieeffizienz für energieintensive Industrien ([Kapitel IV](#)). Außerdem wurden Energieeffizienzprojekte in der Industrie vorgestellt ([Kapitel V](#) + Posterausstellung).

Die Präsentationen zu den Vorträgen der Konferenz (auf Englisch) können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden. Das Video der Konferenz ist nach der Anmeldung im Mitgliederbereich in deutscher und französischer Sprache abrufbar. **Die vorliegende Zusammenfassung enthält keine wörtliche Mitschrift der Vorträge.** Sie greift stattdessen die erörterten Schwerpunktthemen auf und beleuchtet diese näher im deutschen und französischen Kontext.

Disclaimer

Der vorliegende Text wurde durch das Deutsch-französische Büro für die Energiewende (DFBEW) verfasst. Die Ausarbeitung erfolgte mit der größtmöglichen Sorgfalt. Das DFBEW übernimmt allerdings keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen.

Alle textlichen und graphischen Inhalte unterliegen dem deutschen Urheber- und Leistungsschutzrecht. Sie dürfen, teilweise oder gänzlich, nicht ohne schriftliche Genehmigung seitens des Verfassers und Herausgebers weiterverwendet werden. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Verarbeitung, Einspeicherung und Wiedergabe in Datenbanken und anderen elektronischen Medien und Systemen.

Das DFBEW hat keine Kontrolle über die Webseiten, auf die die in diesem Dokument sich befindenden Links führen. Für den Inhalt, die Benutzung oder die Auswirkungen einer verlinkten Webseite kann das DFBEW keine Verantwortung übernehmen.



Inhalt

Disclaimer	2
I. Energieeffizienz in der Industrie: Aktueller Stand und Entwicklungen	4
I.1. In Europa	4
I.2. In Deutschland und Frankreich	6
II. Ziele und rechtliche Rahmenbedingungen für Energieeffizienz in der Industrie	9
II.1. In Frankreich	9
II.2. In Deutschland	10
III. Energieeffizienz-Förderprogramme in der Industrie	12
III.1. In Frankreich	12
III.2. In Deutschland	13
IV. Fokus auf energieintensive Industrien: Chemie und Papier	
IV.1. Chemieindustrie	15
IV.2. Papierindustrie	17
V. Energieeffizienzprojekte in der Industrie	18
V.1. Grenzüberschreitende Abwärmenutzung eines Stahlwerkes	18
V.2. Geschäftsmodelle für die Umsetzung von Energieeffizienzprojekten in der Industrie	20
V.3. Finanzierung als Instrument zur Verbesserung der Energieeffizienz von Industrieprozessen	22
V.4. Kreislaufwirtschaft in der Industrie	22
+ Posterausstellung (auf Englisch)	23

I. Energieeffizienz in der Industrie: Aktueller Stand und Entwicklungen

Vortrag:

- **Transformation der Industrie: Entwicklungen und politische Fortschritte** – Hugo Salamanca, Analyst für Energiepolitik, Internationale Energieagentur (IEA)
- **Energieeffizienz in der Industrie: Bilanz und Perspektiven** – Murielle Gagnebin, Projektleiterin – Deutsch-französische Energiepolitik, Agora Energiewende

Alle Präsentationen (auf Englisch) und das Video der Konferenz (auf Deutsch oder Französisch) können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden.

I.1. In Europa

Weltweit sei der Gesamtenergieverbrauch der Industrie in den letzten 25 Jahren um mehr als 150 % gestiegen, was insbesondere auf die Verdoppelung des Energieverbrauchs der Chemie- und Stahlindustrie zurückzuführen sei, erklärte Hugo Salamanca von der Internationalen Energieagentur (IEA). Insgesamt liege der Anteil der Industrie bei fast 40 % des gesamten Energieverbrauchs. In der EU verlaufe diese Entwicklung gegensätzlich. Hier ist der Energieverbrauch der Industrie im Jahr 2018 um 20 % niedriger als 1990 und macht nur 32 % des gesamten Energieverbrauchs aus (gegenüber 40 % in 1990). Der **Chemiesektor ist der größte Energieverbraucher im Industriebereich** – er macht 35 % des Industriesektors aus.

Hugo Salamanca erklärte, dass die **Energieeffizienz in der europäischen Industrie kontinuierlich verbessert** worden ist. Ohne Energieeffizienzmaßnahmen seit dem Jahr 2000 wären die Emissionen im europäischen Industriesektor um 255 Millionen Tonnen CO₂ höher in 2018 ausgefallen.¹ Die Veränderung im Energieverbrauch wurde insbesondere durch drei Bereiche beeinflusst:

- **Tätigkeit:** Wachstum der Bevölkerung, der Nachfrage und des Bruttoinlandproduktes.
- **Struktur:** In Europa macht die Industrie einen immer kleineren Anteil am Endenergieverbrauch aus, da der Dienstleistungssektor, welcher weniger Energie verbraucht als der Industriesektor, einen wachsenden Anteil einnimmt. Die Produktion werde vorwiegend in Schwellenländer ausgelagert, erklärte Hugo Salamanca.
- **Technische Effizienz:** Der Industriesektor produziert das gleiche Volumen mit Hilfe weniger Energie.

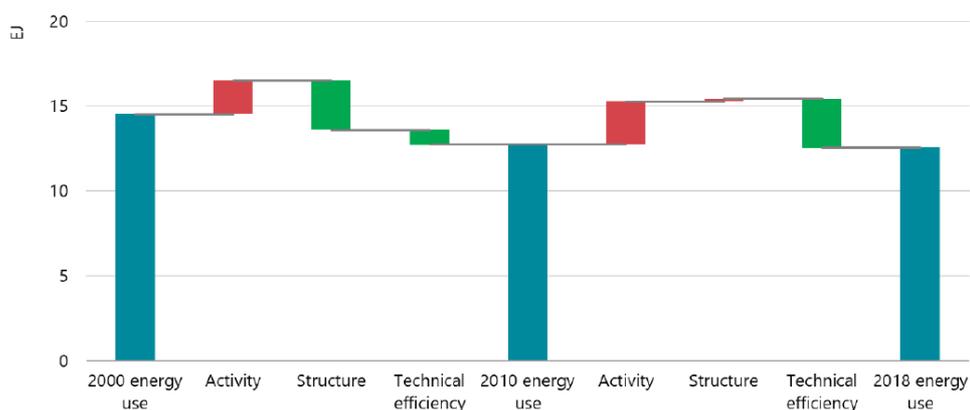


Abbildung 1 – Untersuchung der Energienachfrage der EU-Industrie. Quelle: Präsentation Hugo Salamanca, IEA.

¹ In 2018 lagen die Emissionen des europäischen Industriesektors bei ungefähr 400 Millionen Tonnen CO₂.

Der Energieverbrauch der Industrie ist zwischen 2000 und 2018 zurückgegangen, wobei strukturelle Veränderungen und technische Effizienz den Anstieg der Tätigkeit ausgleichen. Es wird außerdem deutlich in Abbildung 1, dass **insbesondere Effizienz eine entscheidende Rolle für die Senkung der Energienachfrage** gespielt hat.

Einfluss der COVID-19-Pandemie auf den Energieverbrauch

Laut Schätzungen der IEA ist die weltweite Energienachfrage im Jahr 2020 um 6 % gesunken.² Damit einhergehend kam es zu einer der höchsten Senkungen des CO₂-Ausstoßes seit Jahren. Da es sich nicht um eine strukturelle Veränderung handelt, ist mit einem Wiederanstieg des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes nach der Krise zu rechnen. **Die IEA appelliert daher an einen nachhaltigen Wiederbelebensplan der Wirtschaft.** Sie hat selbst einen solchen Plan erstellt, der sich über drei Jahre erstreckt.³ Weltweit seien für diesen Plan jährlich hohe Investitionen erforderlich. **36 % des investierten Geldes sollte der Effizienz gewidmet werden** (s. Abbildung 2).

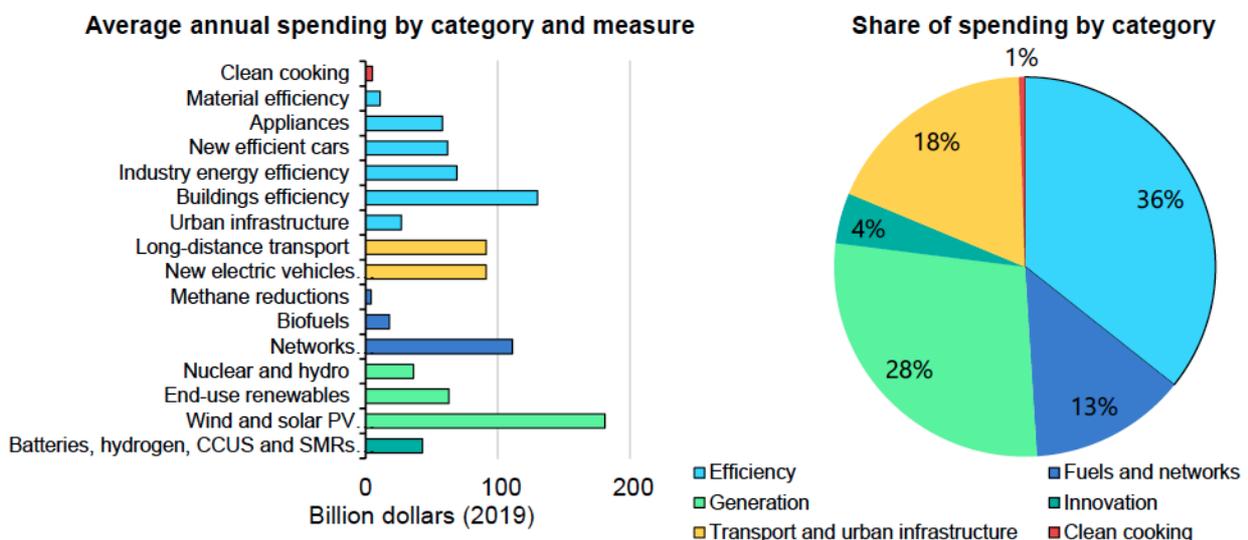


Abbildung 2 – Nachhaltiger Wiederbelebensplan der IEA. Quelle: Präsentation Hugo Salamanca, IEA.

Hugo Salamanca ging ebenfalls auf das Thema **Arbeitsplätze** ein. Im Zuge der COVID-19-Pandemie sei es möglich, dass sechs Millionen Arbeitsplätze verloren gingen. Gleichzeitig könnten mit dem nachhaltigen Wiederbelebensplan der IEA zwischen 2021 und 2023 jährlich etwa neun Millionen Arbeitsplätze gerettet oder auch geschaffen werden. Die meisten dieser Plätze betreffen die Bereiche Effizienz und Energieerzeugung.

Die Industrie benötige einen regulatorischen Rahmen für Verbesserungen der Energieeffizienz, sagte Hugo Salamanca. Energieeffizienz müsse ausreichend angereizt und ein Markt geschaffen werden. Heutzutage haben einige energieintensive Teilssektoren, in denen Energie erhebliche Betriebskosten verursacht, bereits einen starken Anreiz, in Effizienzmaßnahmen zu investieren. Leichtindustrien, wie die Textil-, Lebensmittel- und Getränke- sowie die Automobilindustrie, bieten zusätzlich erhebliche Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz. **Laut der IEA machen die Leichtindustrien 70 % der noch möglichen Verbesserungen im Bereich Energieeffizienz bis 2040 aus.**

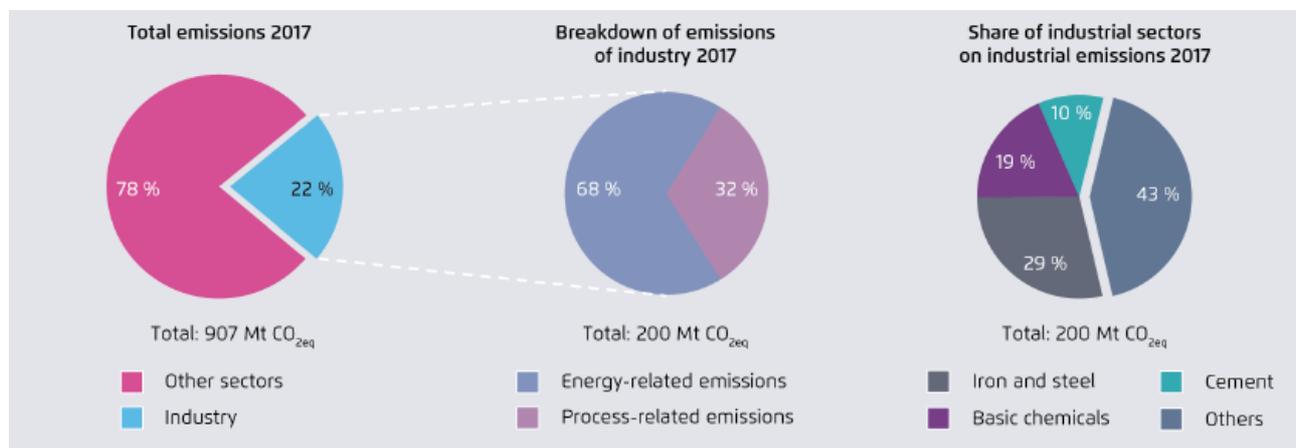
² Der Rückgang der Energienachfrage ist damit sieben Mal stärker als der Rückgang, der 2009 durch die Finanzkrise ausgelöst worden war.

³ IEA 2020, Sustainable Recovery ([Link](#), auf Englisch).

1.2. In Deutschland und Frankreich

Der Thinktank Agora Energiewende hat zusammen mit dem Wuppertal Institut im vergangenen Jahr eine Studie zu Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für eine klimaneutrale Industrie herausgebracht.⁴ Die Emissionen des Industriesektors seien relativ groß, erklärte Murielle Gagnebin: Weltweit stammen 19 % der CO₂-Emissionen aus dem Industriesektor. Bei Betrachtung der Endnutzung sei dieser Anteil noch größer (36 %).⁵ **Drei Sektoren (Stahl, Zement und Chemie) machen dabei zwei Drittel der Emissionen im Industriesektor aus.**

In Deutschland stammen 22 % der Emissionen aus dem Industriesektor. Dies entspricht ungefähr 200 Millionen Tonnen CO₂. Davon sind wiederum zwei Drittel der Emissionen auf die Energieerzeugung und ein Drittel auf industrielle Verarbeitungsprozesse zurückzuführen (s. Abbildung 3).



Sources: UBA, 2019a; WV Stahl, 2018; VDZ, 2018; Wuppertal Institute, 2019

Abbildung 3 – Emissionen im deutschen Industriesektor im Jahr 2017. Quelle: Präsentation Murielle Gagnebin, Agora Energiewende.

In Frankreich stammen ebenfalls um die 20 % der Emissionen aus dem Industriesektor. Dies entspricht ungefähr 80 Millionen t CO₂.

Deutschland Ziel ist es die Emissionen im Industriesektor bis 2030 um 51 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren (und um 95 % bis zum Jahr 2050). Im Jahr 1990 lagen die Emissionen bei 284 Millionen t CO₂. Die Emissionen müssen demnach bis 2030 auf 140 Millionen t CO₂ sinken.⁶ Jedoch sind die **Emissionen im deutschen Industriesektor seit dem Jahr 2000 relativ konstant** geblieben bei knapp 200 Millionen t CO₂ (s. Abbildung 4).

Anstatt zu sinken, sind die Emissionen im deutschen Industriesektor seit dem Jahr 2000 relativ konstant geblieben.

Murielle Gagnebin, Agora Energiewende

⁴ Agora Energiewende 2019 (Version 1.2 von 2020), Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement ([Link](#) zum Dokument, [Link](#) zur Zusammenfassung auf Englisch). Hinweis der Referentin: Die Studie wird derzeit aktualisiert. Das Dokument wird voraussichtlich Ende 2020 vollständig auf Englisch verfügbar sein.

⁵ Es gibt verschiedene Methoden der Emissionszuteilung: Wenn die Emissionen des Strom- und Wärmesektors dem Endverbrauch zugeordnet werden, sei die Industrie der Sektor mit den höchsten CO₂-Emissionen, so Murielle Gagnebin.

⁶ Bundes-Klimaschutzgesetz 2019, S. 9 ([Link](#) zum Dokument).

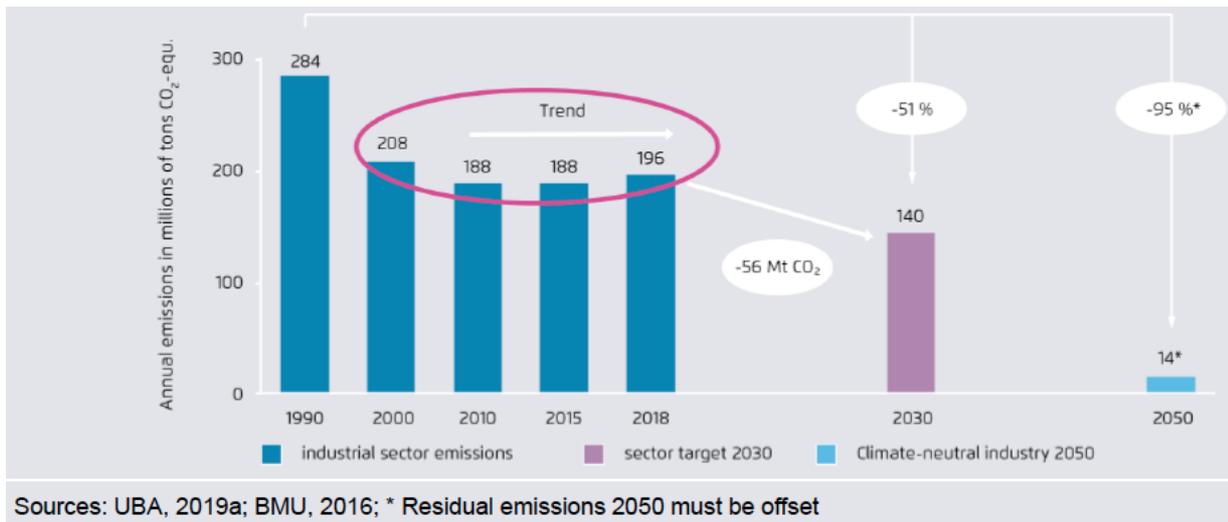


Abbildung 4 – Emissionen im deutschen Industriesektor seit 1990 und Ziele für 2030 und 2050.

Quelle: Präsentation Murielle Gagnebin, Agora Energiewende.

In Frankreich seien die Emissionen im Industriesektor hingegen stark gesunken, so Murielle Gagnebin. Dies läge insbesondere an der Minderung der Stahlproduktion.

Agora Energiewende schlägt drei miteinander zu verbindende Strategien für das Erreichen einer **klimaneutralen Industrie** vor, wie sie **bis 2050 angestrebt** wird:

1. Direkte und indirekte **Nutzung⁷ von erneuerbarem Strom**
2. **Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft**: Hier spielt unter anderem Energieeffizienz eine Rolle
3. **Bindung und Wiederverwertung von CO₂**: *Carbon Capture and Storage, CCS, Carbon Capture and Use, CCU* und die verstärkte Nutzung von Biomasse

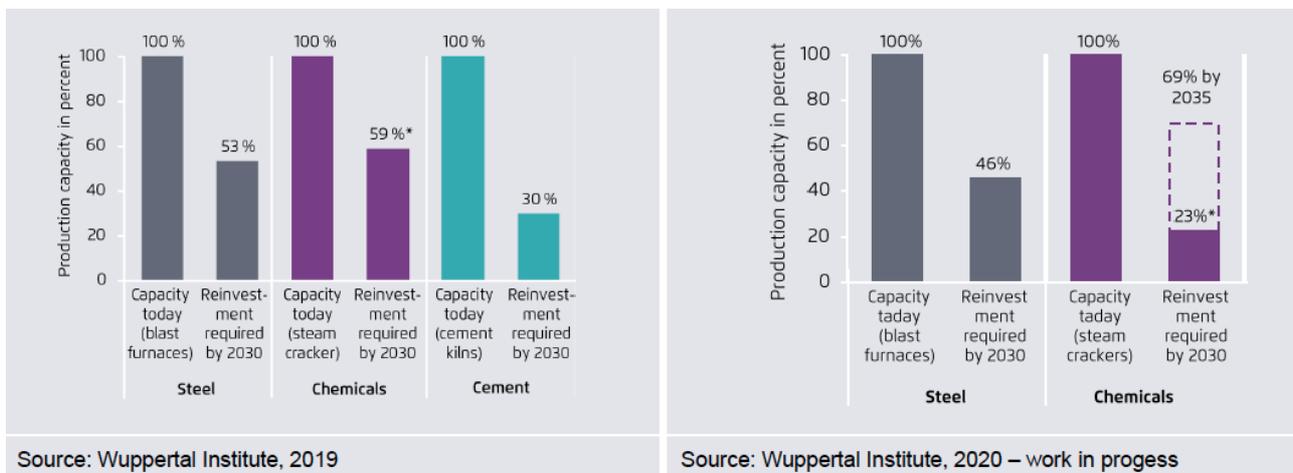
Reinvestitionsbedarf in die Industrien

Murielle Gagnebin betonte, dass die deutschen und französischen Ziele ambitioniert seien und **Energieeffizienzmaßnahmen nicht ausreichend** seien. Es würden **neue, klimaneutrale Technologien benötigt**. Jedoch seien nur wenige Technologien schon heute marktreif und flächendeckend einsetzbar. Die Vielzahl der Technologien befände sich noch in der Testphase. Es müssten jedoch bereits heute Investitionen getätigt werden, damit die Technologien zukünftig eingesetzt werden können.⁸

Der Reinvestitionsbedarf in die energieintensiven Industrien sei in Deutschland, aber auch in Frankreich insbesondere bis 2030 bzw. 2035 sehr hoch (s. Abbildung 5).

⁷ Indirekte Nutzung von erneuerbarem Strom durch „grünen Wasserstoff“.

⁸ Agora Energiewende und das Wuppertal Institut haben Faktenblätter für 13 mögliche CO₂-freie oder zumindest CO₂-arme Schlüsseltechnologien in den Bereichen Stahl, Zement und Chemie entwickelt. Die in den Faktenblättern enthaltenen Informationen umfassen u. a. CO₂-Vermeidungskosten, technologiespezifische Zusatzkosten und bestehende Pilotprojekte. S. Agora Energiewende 2019 (Version 1.2 von 2020), Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, S. 159 ([Link](#) zum Dokument).



*Steamcracker werden normalerweise kontinuierlich gewartet und modernisiert, so dass sie nicht auf einmal vollständig ersetzt werden. Die Notwendigkeit von Reinvestitionen vermittelt jedoch einen groben Eindruck von der Notwendigkeit, bestehende Anlagen zu modernisieren.

Abbildung 5 – Reinvestitionsbedarf in der deutschen (links) und französischen Industrie (rechts) bis 2030.

Quelle: Präsentation Murielle Gagnebin, Agora Energiewende.

Da die Anlagen eine lange Lebensdauer haben – im Bereich der Stahlindustrie erreiche die Infrastruktur im Schnitt ein Alter von 40 Jahren und im Bereich der Chemieindustrie sei es meist um die 30 Jahre, erklärte Hugo Salamanca – und neue Anlagen im Jahr 2050 demnach noch existieren, müsste jede weitere Investition klimaneutral sein. Die Investitionskosten seien jedoch sehr hoch und viele Technologien daher noch nicht rentabel. Um Investitionen rentabler werden zu lassen, schlägt Agora Energiewende eine Vielzahl an Maßnahmen vor wie beispielsweise Quoten für grünen Wasserstoff oder den *Carbon Contract for Difference (CfD)*⁹.

Es sei essentiell das Zeitfenster für Neuinvestitionen in Anlagen, insbesondere in Schwellenländern, wo die Anlagen zumeist wesentlich jünger sind, nicht zu verpassen, so Hugo Salamanca. Allerdings geht die IEA davon aus, dass **60 % der CO₂-neutralen Technologien nicht ausreichend schnell marktreif** sein werden. Dies bedeutet, dass theoretisch auf Prototypen zurückgegriffen werden müsste, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen.¹⁰

Neben innovativen Technologien müsse aber auch die Energieeffizienz gesteigert werden, so Hugo Salamanca. Die Lebensdauer von Produkten müsse erhöht und die Fertigung von beispielsweise Gebäuden angepasst werden, damit die Nachfrage nach Materialien, durch die viel CO₂ produziert wird wie z. B. Zement und Stahl, gesenkt werden kann (Materialieneffizienz).

⁹ Der CfD ermöglicht es Unternehmen in emissionsarme Schlüsseltechnologien zu investieren ohne von der Entwicklung des CO₂-Preises abhängig zu sein. Stattdessen definiert der Staat einen CO₂-Preis auf Basis projektbezogener Verträge und zahlt den Unternehmen diesen Preis für die vermiedene Menge an Treibhausgasemissionen. S. nähere Erklärung Agora Energiewende 2019 (Version 1.2 von 2020), Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, S. 110 ([Link](#) zum Dokument).

¹⁰ IEA 2020, Energy Technology Perspectives ([Link](#), auf Englisch).



II. Ziele und rechtliche Rahmenbedingungen für Energieeffizienz in der Industrie

Vortrag:

- **Ziele und rechtliche Rahmenbedingungen für Energieeffizienz in der Industrie in Frankreich** – Laurent Cadiou, Referent, Französisches Ministerium für ökologischen Wandel (MTE)
- **Ziele und rechtliche Rahmenbedingungen für Energieeffizienz in der Industrie in Deutschland** – Dr. Harmut Versen, Referatsleiter Effizienz und Wärme in Industrie und Gewerbe, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Alle Präsentationen (auf Englisch) und das Video der Konferenz (auf Deutsch oder Französisch) können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden.

II.1. In Frankreich

Dekarbonisierungsstrategie (*Stratégie nationale bas-carbone. SNBC*)

Frankreich hat eine nationale Dekarbonisierungsstrategie¹¹ entwickelt, um Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen.¹² **Frankreichs Ziel ist es die Emissionen im Industriesektor bis 2030 um 35 % im Vergleich zum Jahr 2015 zu reduzieren (und um 81 % bis zum Jahr 2050).** Diese Ziele sollen insbesondere erreicht werden durch:

- Verbesserung der Energieeffizienz, um den Gesamtverbrauch zu senken
- Stärkere Elektrifizierung von Industrieprozessen
- Reduzierung der nichtenergetischen Industrieemissionen durch die Verbesserung bestehender Prozesse und die Einführung neuer Technologien
- Recycling

Energieeinsparzertifikate (*Certificats d'Économie d'Énergie. CEE*)

Die 2005 eingeführten Energieeinsparzertifikate, auch „weiße Zertifikate“ genannt, sollen helfen Energieeinsparungen in verschiedenen Sektoren, u. a. im Industriebereich, zu erzielen. Mit diesem Mechanismus werden Energieanbieter verpflichtet, eine bestimmte Menge an Energieeinsparungen über einen definierten zeitlichen Zeitraum zu realisieren. Dies geschieht durch die Umsetzung oder Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen (im Industriebereich zum Beispiel die Nutzung von Abwärme). Im Gegenzug erhalten die Energieanbieter Energieeinsparzertifikate, mit denen sie das Erreichen ihrer Verpflichtung nachweisen können. Das französische Ministerium für ökologischen Wandel (MTE) legt fest, welche Mengen an Energieeinsparungen nachzuweisen und welche Einsparmaßnahmen zulässig sein.

Bezugsgröße für das Einsparziel ist die Einheit kWh_{cumac}.¹³ Die eingesparte Menge an kWh_{cumac} nach z. B. der Installation eines Gerätes, entspräche der Summe der jährlich realisierten Energieeinsparungen über die gesamte Lebensdauer einer Installation mit einer Aktualisierungsrate von 4 %, erklärte Laurent Cadiou, Referent beim MTE. Ein Energieeinsparzertifikat entspricht demnach einer kWh_{cumac} Endenergie.¹⁴ Zwischen 2015 und 2018 gingen 23 % der Einsparzertifikate an den Industriesektor.

¹¹ MTE 2020, *Stratégie nationale bas-carbone* ([Link](#), auf Französisch).

¹² Weitere Informationen s. DFBEW-Memo (2020) zu den Planungsinstrumenten der französischen Klimaschutzpolitik bis 2028: PPE II und SNBC II ([Link](#) zum Dokument).

¹³ Der Begriff „cumac“ ist ein zusammengesetzter Begriff aus den Worten kumuliert (*cumulé*) und aktualisiert (*actualisé*).

¹⁴ Weitere Informationen s. DFBEW-Hintergrundpapier (2017) zu Energieeinsparzertifikaten in Frankreich ([Link](#) zum Dokument).



Es gebe außerdem die Möglichkeit, Ausbildungs-, Informations- und Innovationsprogramme finanziell zu unterstützen und so Energieeinsparzertifikate zu erhalten, führte Laurent Cadiou weiter aus. Er nannte zwei Beispiele:

- [PROREFEI](#)-Programm: Ausbildung von Energiefachkräften in Unternehmen im Industriebereich
- [INVEEST](#)-Programm: Ausbildung von Experten im Bereich der Finanzierung von Energieeffizienzprojekten (s. auch Abschnitt V.3.)

Wärmefonds (*fonds chaleur*)

Der 2009 eingeführte Wärmefonds wird von der französischen Agentur für ökologischen Wandel (ADEME) verwaltet. Mit diesem werden Investitionen zugunsten der Erzeugung von erneuerbarer Wärme und Wärmerückgewinnung in u. a. der Industrie gefördert. Es gibt beispielsweise Förderprogramme für die Nutzung von Biomasse, für die Wärmerückgewinnung und für Solar- und Geothermie-Projekte.¹⁵

Französischer Wiederaufbauplan (*plan „France relance“*)

Der am 3. September vorgestellte Wiederaufbauplan Frankreichs, welcher 100 Milliarden € umfasst, soll die Wirtschaft auf klimafreundliche Weise auf einen wirtschaftlichen Stand „pre-COVID-19“ bringen. 30 Milliarden € sollen dabei in die Energie- und Klimawende fließen.¹⁶ Die **Dekarbonisierung der Industrie ist ein wichtiger Teil des Plans**. Hier sollen **1,2 Milliarden €** helfen, die Energieeffizienz zu steigern und eine Umstellung industrieller Verfahren zu ermöglichen.¹⁷ Für dieses Jahr wurden folgende Elemente neu beschlossen:

- Investitionshilfen für die **Verbesserung der Energieeffizienz in der Industrie**: Für Projekte mit Investitionskosten von mehr als drei Millionen € gab es bereits einen ersten Aufruf zur Einreichung von Projektvorschlägen (bis Mitte Oktober).
- Investitionshilfen für die **Entwicklung von Industrieprozessen**: Ein Aufruf zur Interessenbekundung für Projekte zur Prozessentwicklung (Elektrifizierung von Prozessen, neue Materialanwendungen etc.) wurde in Vorbereitung eines Aufrufs zur Einreichung von Projektvorschlägen im Jahr 2021 veröffentlicht (bis Mitte November).
- Investitionshilfen für die **Produktion von Wärme auf Grundlage von Biomasse**: Es gab einen Aufruf zur Einreichung von Projekten zur Unterstützung von kohlenstoffarmer Wärme (bis Mitte Oktober).

Die Dekarbonisierung wird auch durch eine Förderung von grünem Wasserstoff unterstützt. Hierfür werden insgesamt sieben Milliarden € bis zum Jahr 2030 zur Verfügung gestellt.

II.2. In Deutschland

Das Ziel der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 wurde im Klimaschutzgesetz festgelegt. Harmut Versen, Referatsleiter beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), erklärte in seinem Vortrag wie dieses Ziel in Energieeffizienzziele übersetzt wird. Er betonte, dass der fossile Anteil der heute genutzten Energie nicht einfach durch erneuerbare Energien ersetzt werden könne, sondern dass es zusätzlich **massive Einsparungen bei der Endenergie in allen Sektoren** geben müsse (bis 2030: -30 %, bis 2050: -50 % der Primärenergie im Vergleich zu 2008). Im Klimaschutzgesetz ist dabei zum ersten Mal für jeden Sektor ein Emissionsminderungsziel festgelegt worden (s. Abbildung 4 für die Ziele im Industriesektor).

Dabei sei es laut einer Umfrage¹⁸ selbst in Zeiten der COVID-19-Pandemie für Unternehmen möglich in Effizienzmaßnahmen zu investieren: Fast 70 % der Unternehmen hätten ausgesagt, dass die COVID-19-Pandemie keinen

¹⁵ ADEME 2020, Le Fonds Chaleur en bref ([Link](#), auf Französisch).

¹⁶ Französische Regierung 2020, France relance ([Link](#), auf Französisch).

¹⁷ Französisches Ministerium für Wirtschaft, Finanzen und Aufschwung 2020, Plan de relance ([Link](#), auf Französisch).

¹⁸ Befragt wurden mehr als 800 Industrieunternehmen.

Einfluss auf ihre Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen habe, berichtete Harmut Versen. 20 % der Befragten hätten gar ihre Energieeffizienz-Maßnahmen ausgeweitet.

Das deutsche Klimaschutzprogramm 2030 bezieht alle Sektoren ein. Im Industriesektor wird dabei insbesondere in Energieeffizienz investiert.¹⁹ Harmut Versen hob in diesem Zusammenhang die Nutzung von Abwärme hervor. Die **Emissionsminderungspotenziale durch die Nutzung von industrieller Abwärme seien sehr hoch und relativ schnell realisierbar** neben dem Einsatz von Querschnittstechnologien oder der Optimierung der Prozesse.

Um die definierten Ziele zu erreichen, ermittelt die Bundesregierung jährlich in Begleitung eines externen Expertenrates die Fortschritte in allen Sektoren. Falls ein Sektor seine Ziele nicht erfüllt, muss nachgesteuert werden, gegebenenfalls auch durch die Anpassung des Sektorbudgets.²⁰

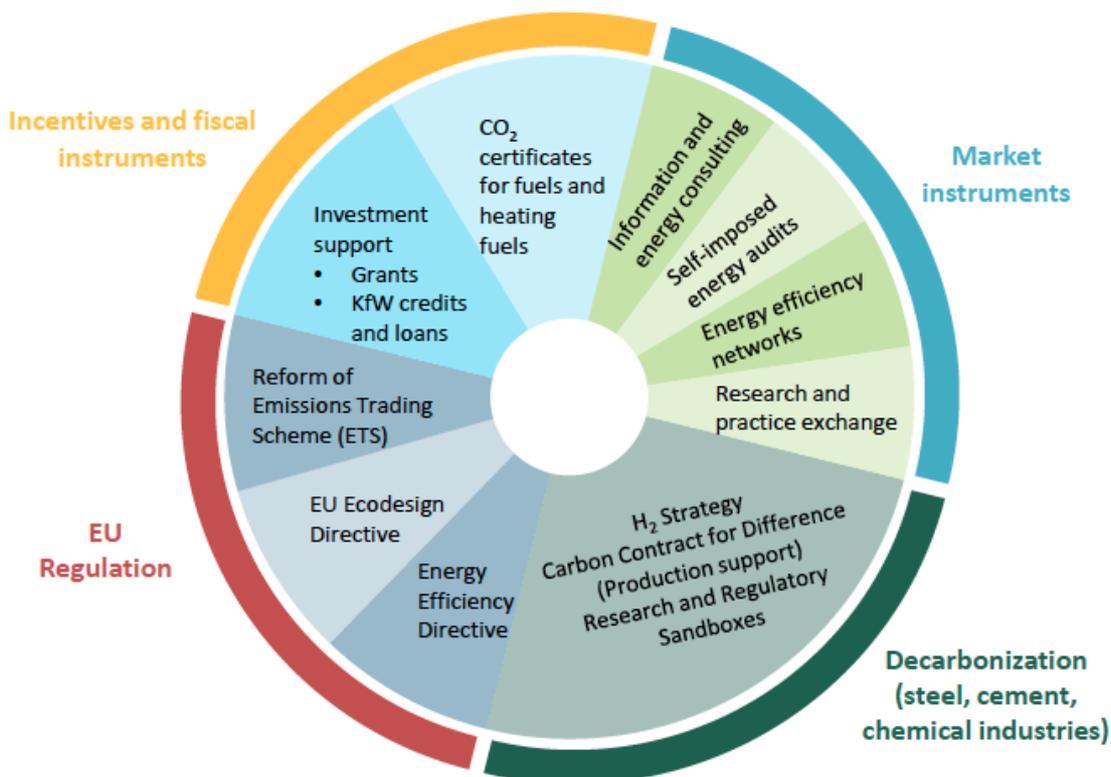


Abbildung 6 – Übersicht der wichtigsten Instrumente. Quelle: Präsentation Harmut Versen, BMWi.

Im Unterschied zu Frankreich setze Deutschland eher auf Anreize, steuerliche Maßnahmen und Marktinstrumente als auf Regulierungen, so Harmut Versen (s. Abbildung 6). Im Bereich Marktinstrumente gibt es beispielsweise die „Energy efficiency networks“. Es handele sich dabei um ein bewährtes Model, erklärte Harmut Versen, bei dem sich 8 bis 15 Unternehmen zusammenschließen und gemeinsam Energieeffizienzziele definieren und umsetzen. Diese seien dabei im Durchschnitt doppelt so effektiv wie andere Unternehmen.

Im Bereich Anreize und steuerliche Maßnahmen sind unter anderem die CO₂-Zertifikate für Brenn- und Heizstoffe zu nennen.²¹ In diesem System werden Zertifikate an Unternehmen verkauft, die Heiz- und Kraftstoffe in den Um-

¹⁹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) 2019, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 86f. ([Link](#) zum Dokument).

²⁰ BMU 2019, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 17 ([Link](#) zum Dokument).

²¹ Das nationale Emissionshandelssystem ist Teil des Klimaschutzprogramms und beginnt ab Januar 2021 mit einem Preis in Höhe von 25 €.



lauf bringen. Harmut Versen verwaltet den Bereich der Investitionsförderungen durch beispielsweise KfW-Darlehen (s. Abschnitt III.2.) oder Zuschüsse.

Zudem gibt es den Sonderbereich für die energieintensive Industrie (Stahl, Zement und Chemie), die den Großteil des Verbrauchs im Industriesektor ausmacht. Für diesen Bereich spielt die Wasserstoffstrategie²² eine wichtige Rolle sowie Förderungen in Form von beispielsweise Differenzverträgen (*Carbon Contract for Difference*, Erklärung s. Fußnote 9), die erprobt werden sollen.²³

Deutschland könne die gesetzten Ziele bis 2030 mit Hilfe seiner Energieeffizienz-Strategie durchaus erreichen, so Harmut Versen, aber **langfristig sei ebenfalls eine tiefgreifende Transformation notwendig**, insbesondere bei der energieintensiven Industrie. Hierfür werden Investitionen in neue Technologien benötigt. Zusätzlich müsse ein Übergang in eine Kreislaufwirtschaft stattfinden. Derzeit stünde das Thema grüner Wasserstoff in der Chemie- und Stahlindustrie im Zentrum der Entwicklungsbemühungen.²⁴ Langfristig schließt Harmut Versen nicht aus, dass, um eine Emissionsminderung von 95 % zu erreichen, die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid (*Carbon Capture and Storage*, CCS) bei prozessbedingten Emissionen unumgänglich sei.

III. Energieeffizienz-Förderprogramme in der Industrie

Vortrag:

- **Mögliche Kosteneinsparungen durch Energieeffizienz-Förderprogramme in Frankreich** – Benoît Calatayud, Leiter der Abteilung Energiewende, Französische Investitionsbank (Bpifrance)
- **KfW-Förderung für Energieeffizienz-Maßnahmen in der Industrie in Deutschland** – Bettina Dorendorf, Nachhaltigkeitsbeauftragte, Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Alle Präsentationen (auf Englisch) und das Video der Konferenz (auf Deutsch oder Französisch) können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden.

III.1. In Frankreich

Benoît Calatayud (Bpifrance) erklärte, dass die energieintensiven Unternehmen in Frankreich etwa 3 % der Unternehmen von mehr als 20 Angestellten ausmachen, aber gleichzeitig etwa 70 % des Energieverbrauchs im Industriesektor darstellen. **Energieeffizienz** sei nicht nur essentiell für die Erreichung der Klimaziele, sondern auch ein **Mittel zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit** von Unternehmen. Der restriktiver werdende Rechtsrahmen mache es für Unternehmen notwendig zu agieren. Das Ziel der Klimaneutralität betrifft die gesamte Wertschöpfungskette, also von der Energienutzung bis zum Recycling von Werkstoffen.

Die Klimaneutralität in der Industrie spielt im französischen Wiederaufbauplan eine wesentliche Rolle. Zwei Schwerpunkte werden mit 1,2 Milliarden € gefördert (s. auch Abschnitt II.1.):

Energieeffizienz ist nicht nur essentiell für die Erreichung der Klimaziele, sondern auch ein Mittel zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen.

Benoît Calatayud, Bpifrance

²² BMWi 2020, Die Nationale Wasserstoffstrategie ([Link](#) zum Dokument, [Link](#), auf Englisch).

²³ BMU 2019, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 91f. ([Link](#) zum Dokument).

²⁴ Aufbau einer nationalen Wasserstoffproduktion: Bau von Erzeugungsanlagen mit einer Gesamtleistung von 5 GW bis 2030 (entspricht einer grünen Wasserstoffproduktion von bis zu 14 TWh). Quelle: BMWi 2020, Die Nationale Wasserstoffstrategie, S. 5 ([Link](#) zum Dokument, [Link](#), auf Englisch).

1. Investitionen in Industrieverfahren, die weniger CO₂ ausstoßen (CAPEX)
2. Ausgleich für die zusätzliche Kosten von kohlenstofffreier Energie im Vergleich zu fossilen Brennstoffen, wie beispielsweise eine Unterstützung für die Nutzung von CO₂-frei erzeugtem Wasserstoff

In diesem Jahr hat es bereits mehrere Aufrufe gegeben:

- Aufruf zur Einreichung von Projektvorschlägen für die Verbesserung der Energieeffizienz
- Aufruf zur Interessenbekundung für die Entwicklung von Industrieprozessen
- Aufruf zur Einreichung von Projekten zur Unterstützung von kohlenstoffarmer Wärme

Im nächsten Jahr wird es ebenfalls Aufrufe zur Einreichung von Projekten geben (Investitionen in Energieeffizienz und die Transformation von Prozessen um Emissionen zu reduzieren und die Unterstützung von kohlenstoffarmer Wärme).

Mit Hilfe dieser Aufrufe könnten beispielsweise folgende Projekte realisiert werden:

- Umrüstung eines alten Kohlekessels zur Wärmeerzeugung auf eine neue kohlenstoffneutrale und energieeffizientere Biomasseanlage (potenzielle Einsparungen: Zehntausende von Tonnen CO₂/Jahr)
- Ersatz von energieeffizienteren Industrieheizungen (potenzielle Einsparungen: rund 3.000 t CO₂/Jahr)
- Wärmepumpen für industrielle Prozesse

Benoît Calatayud bezeichnet Bpifrance als die **Klimabank für französische Unternehmen**. Es gäbe drei Schwerpunkte:

- **Begleitung von Unternehmen** bei ihrem Übergang zu einer CO₂-neutralen Wirtschaft
- **Verdopplung der Investitionen** bis 2024 (auf 3-4 Milliarden €)
- **Investitionen in grüne Technologien** für die Energiewende

III.2. In Deutschland

Bettina Dorendorf stellte die Funktionsweise der KfW und ihre Förderprogramme im Bereich Energieeffizienz vor.

Funktionsweise der KfW und das Prinzip der indirekten Kreditvergabe

Die öffentlich-rechtliche Investitionsbank KfW hat zwei Hauptaufgabenbereiche: die Förderung der deutschen Wirtschaft und der internationalen Zusammenarbeit. Das Finanzinstitut gehört zu 80 % dem Bund und zu 20 % den Ländern. 2019 stellte sie Mittel in Höhe von insgesamt 77,3 Milliarden € bereit. Die KfW vergibt ihre Finanzierungsprodukte nicht direkt an Privathaushalte, sondern betreibt ihre Förderprogramme nach dem **Hausbankprinzip**. Dabei handelt es sich um eine indirekte Finanzierung über private und öffentliche Banken. Diese indirekte Finanzierung bietet verschiedene Vorteile: Die KfW tritt nicht in den Wettbewerb mit den anderen Kreditinstituten, die Kreditinstitute müssen sich für die KfW-Kredite nicht selber refinanzieren und das Kreditrisiko wird gestreut.

Förderprogramme

Die KfW arbeitet mit einem risikogerechten Zinssystem, d. h. die Zinssätze sind u. a. abhängig von der individuellen Bonität. Es gibt Risikoklassen von A (Zinssatz von 1,03 %) bis I (Zinssatz von 7,64 %).

Im Jahr 2019 sind fast acht Milliarden € in das Förderfeld Energieeffizienz geflossen. Die KfW hat ein breites Finanzierungsprogramm, welches beispielsweise Förderprogramme für die Finanzierung von Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen umfasst (s. Abbildung 7). Bettina Dorendorf stellte einige dieser Programme in ihrem Vortrag vor.

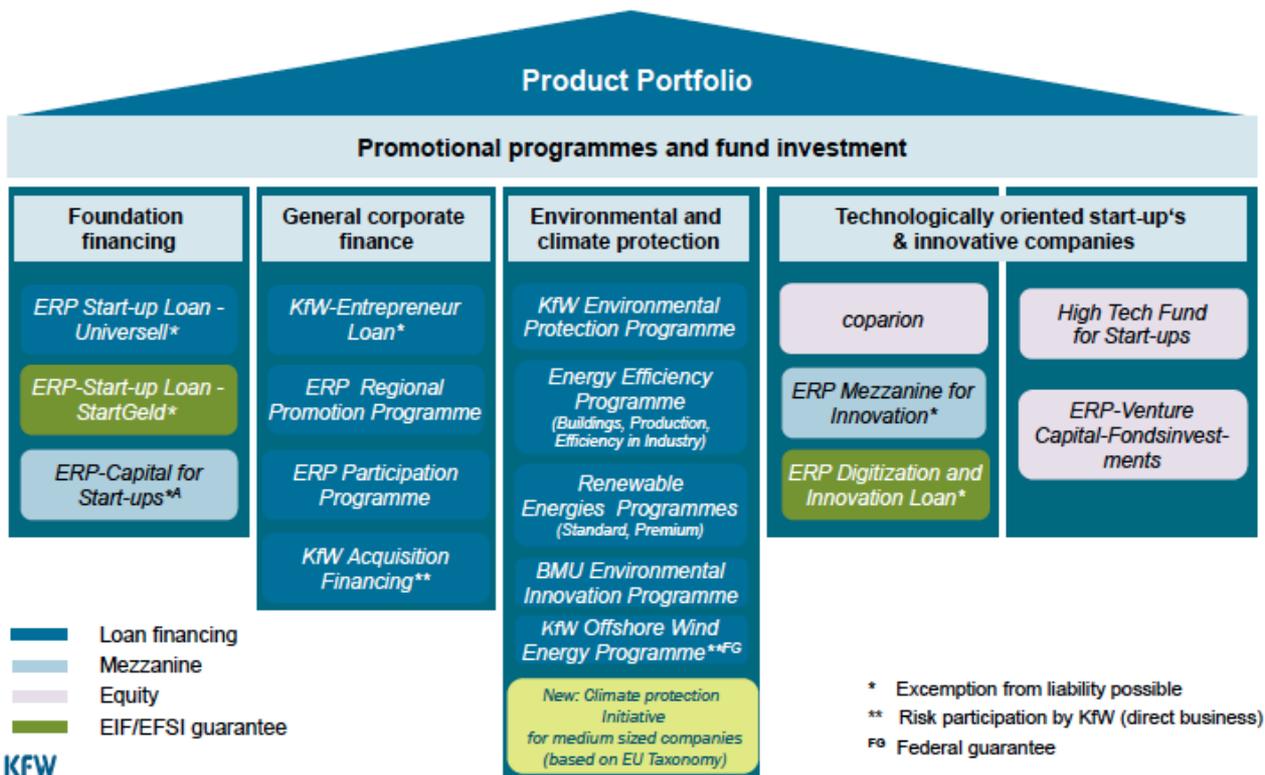


Abbildung 7 – Das Produktportfolio der KfW (Stand: Juli 2020). Quelle: Präsentation Bettina Dorendorf, KfW.

1. [Energieeffizienz in der Wirtschaft](#)

Ziel: Reduzierung der Energiekosten und des CO₂-Ausstoßes durch den Einsatz hocheffizienter Technologien.

Inhalt: Die Förderung wird über einen subventionierten Kredit zur Verfügung gestellt. Der Kreditbetrag kann bis zu 25 Millionen € betragen, bei einer Laufzeit von bis zu 20 Jahren. Eine tilgungsfreie Zeit von bis zu drei Jahren ist möglich. Das Förderprogramm besteht aus vier Modulen:

- Querschnittstechnologien: Finanzierung von z. B. Pumpen für industrielle und gewerblich Zwecke, Lüftungsanlagen und Wärmeaustauscher.
- Prozesswärme aus erneuerbaren Energien: Finanzierung von Sonnenkollektorsysteme, Biomassekraftwerke und Wärmepumpen.
- Mess- und Steuerungssysteme, Sensortechnik und Energiemanagementsoftware.
- Energiebezogene Optimierung von Systemen und Prozessen: hierfür muss eine Energieeinsparkonzept vorgelegt werden.

Hauptförderungselement: Tilgungszuschuss von bis zu 55 % des Kreditbetrages.

2. [Produktionsanlagen und -prozesse](#)

Ziel: Darlehensfinanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen für Industrieunternehmen für Neuanschaffungen oder Modernisierungsmaßnahmen.

Inhalt: Der Kreditbetrag kann bis zu 25 Millionen € betragen, bei einer Laufzeit von bis zu 20 Jahren. Für Neuanschaffungen gilt: Senkung des Energieverbrauchs um mindestens 10 % im Vergleich zum Branchendurchschnitt. Für die Modernisierung: Endenergieeinsparungen von mindestens 10 % basierend auf dem Durchschnittsverbrauch der letzten drei Jahre. Es wird empfohlen einen Energieexperten einzubeziehen.



3. Energieeffizient Bauen und Sanieren

Hauptförderungselement: Auch hier ist der Tilgungszuschuss das wesentliche Förderelement. Dieser beträgt bei Neubauten bis zu 5 % und bei umfangreichen Sanierungen bis zu 27,5 % des Förderkredites. Auch einzelne Maßnahmen (z. B. neue Heizungen oder Dämmung) können gefördert werden.

IV. Fokus auf energieintensive Industrien: Chemie und Papier

Vortrag:

- **Energieeffizienz in der deutschen Chemieindustrie** – Dr. Jörg Rothermel, Abteilungsleiter Energie, Klimaschutz und Rohstoffe, Verband der chemischen Industrie (VCI)
- **Energieeffizienz in der französischen Papierindustrie** – Olivier Riu, Energie-Manager, Copacel

Alle Präsentationen (auf Englisch) und das Video der Konferenz (auf Deutsch oder Französisch) können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden.

IV.1. Chemieindustrie

Im Jahr 2018 machte der Industriesektor 29,5 % der Endenergie in Deutschland aus, berichtete Jörg Rothermel vom Verband der chemischen Industrie (VCI). Nur die Nachfrage des Transportsektors fiel mit 30,1 % ein wenig größer aus. **Die chemische Industrie hat den größten Energiebedarf im deutschen Industriesektor (8 % der gesamten Energienachfrage Deutschland).**

Wird ausschließlich die Stromnachfrage betrachtet, fällt der Anteil des Industriesektors noch größer aus: Bergbau und Industrie machen ein Drittel der Stromnachfrage in Deutschland aus. Hinzu kommt die Stromnachfrage der Chemie-

und Pharmaindustrie: Diese macht über 10 % der gesamten Stromnachfrage aus.²⁵

In der chemischen Industrie sind Erdgas (15 % der gesamten Erdgasnachfrage Deutschlands) und Strom (10 % der gesamten Stromnachfrage Deutschlands) die wichtigsten Energiequellen. Mineralöl und Kohle würden eine immer kleinere Rolle spielen, so Jörg Rothermel.

Eine Besonderheit der chemischen Industrie ist, dass Brennstoffe nicht nur für den Energiebedarf eingesetzt werden, sondern auch als Rohstoff. Hier werden insbesondere Mineralölderivate und Erdgas verwendet.

Die absoluten Kosten fallen extrem hoch aus für die Chemieindustrie, erklärte Jörg Rothermel.²⁶ Um Kosten einzusparen sei die Motivation daher groß intensiv an dem Thema Energieeffizienz zu arbeiten.

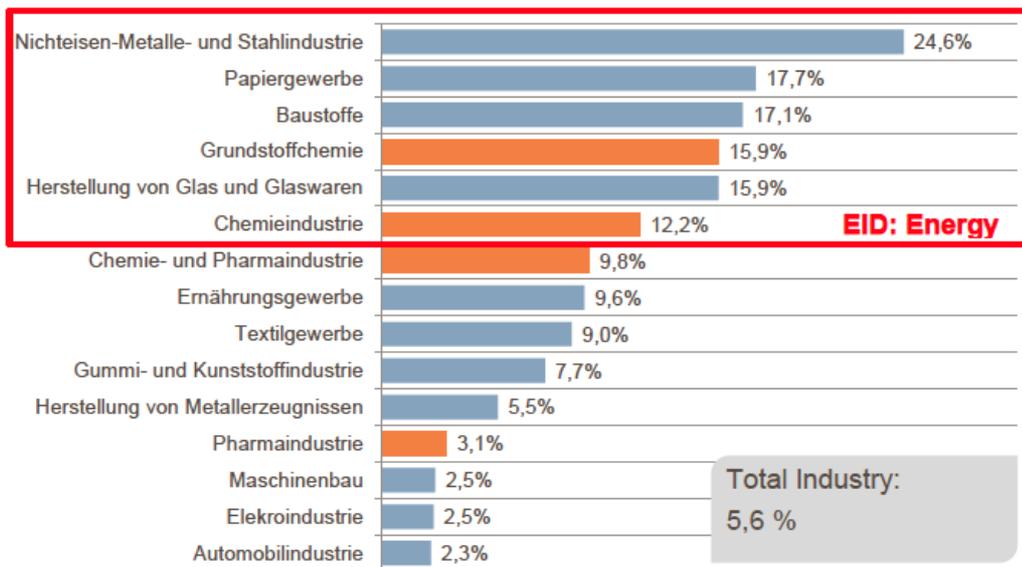
Die Grundstoffchemie hat Energiekosten mit einem Anteil von fast 16 % im Verhältnis zur Bruttowertschöpfung (s. Abbildung 8). Die gesamte Chemie hat Energiekosten mit einem Anteil von 12 %. Damit zählt die Chemie zu den **energieintensiven Industrien (EID)**.

Die chemische Industrie hat den größten Energiebedarf im deutschen Industriesektor.

Jörg Rothermel, VCI

²⁵ Stromnachfrage insgesamt in Deutschland in 2018: 513 TWh (Bergbau und Industrie: 173 TWh, Chemie- und Pharmaindustrie: 54 TWh, Transport: 12 TWh etc.).

²⁶ Erdgas: um die 3,5 Milliarden €, Strom: ca. 5 Milliarden €, Rohstoffe: 7 bis 8 Milliarden €



*Nur energetischer Einsatz. EID=Energieintensive Industrien.

Abbildung 8 – Energiekosten im Verhältnis zur Bruttowertschöpfung (2017). Quelle: Präsentation Jörg Rothermel, VCI.

Seit 1990 bis 2018 habe sich die **Produktion in der chemischen Industrie um 76 % erhöht**, berichtete Jörg Rothermel. Gleichzeitig habe sich der **absolute Energieverbrauch um 17 % reduziert** und damit auch die Treibhausgasemissionen (um -51 %, wenn Lachgas mit einberechnet wird).

Maßnahmen, die zur Steigerung der Energieeffizienz geführt haben

- Fuel Switch von Kohle zu Erdgas für die Produktion von Wärme und Strom
- Stärkerer Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
- Optimierung der Produktionsprozesse
- Verbessertes Wärmemanagement an Verbundstandorten: Nutzung von Abwärme für Prozesse

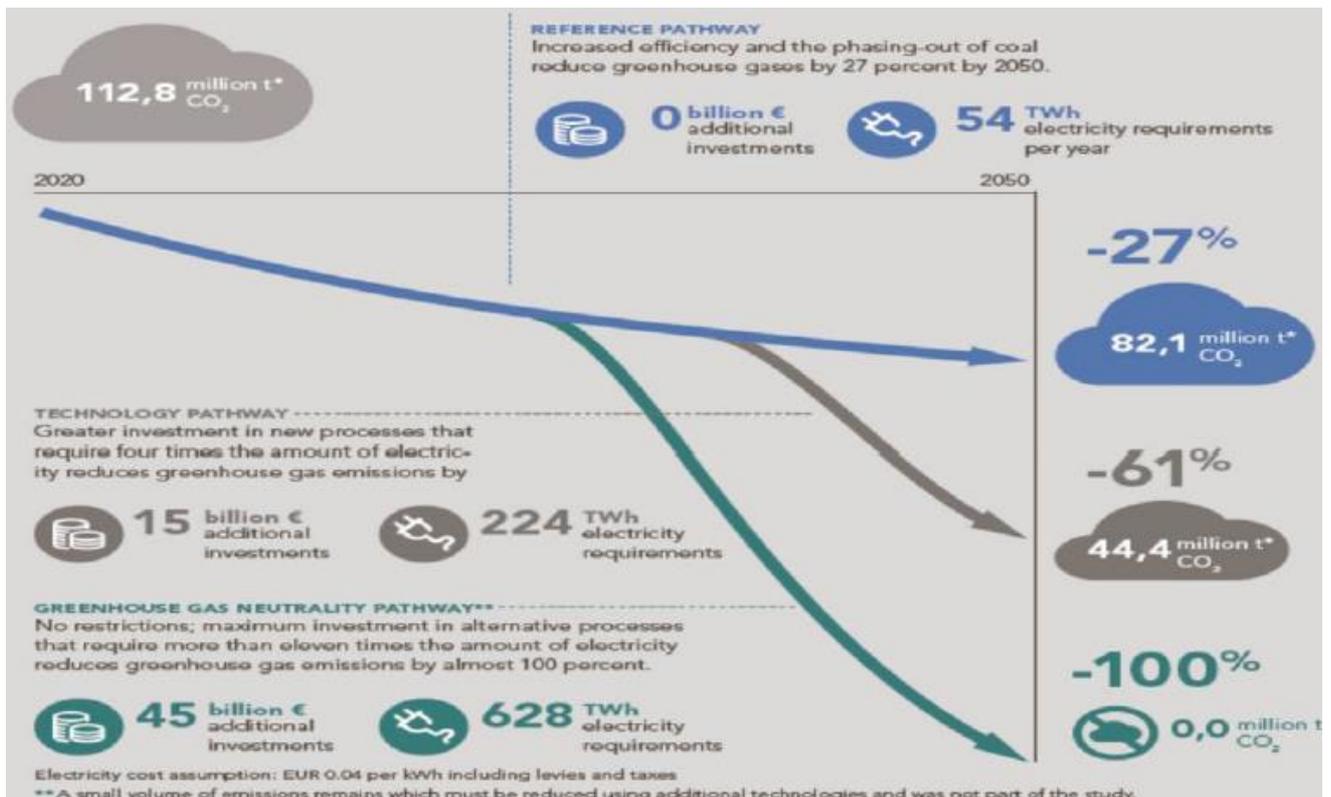
Zukunftsausblick für die Chemieindustrie

Die Chemieindustrie muss bis 2050 treibhausgasneutral werden. Für den VCI wurde eine Roadmap²⁷ erstellt, um u. a. zu analysieren, ob dies überhaupt möglich ist. Es wurden drei Pfade aufgezeigt:

1. **Referenzpfad:** Fortführung der bisherigen Maßnahmen (Energieeffizienz steigern, Stromverbrauch von fossilen auf erneuerbaren Strom umstellen).
→ Emissionssenkungen um weitere 27 % möglich (blaue Kurve, s. Abbildung 9)
2. **Technologiepfad:** Investitionen in neue Prozesstechnologien (15 Milliarden €). Es verbleiben THG-Emissionen aus der Nutzung fossiler Ressourcen als Rohstoffquelle und für Verbrennungsprozesse (teilweise ersetzbar durch alternative Quellen).
→ Emissionssenkungen um weitere 61 % möglich (graue Kurve)
3. **Pfad Treibhausgasneutralität:** frühzeitige Investitionen in Technologien, die eventuell noch nicht wirtschaftlich sind (45 Milliarden €). Sehr starker Anstieg des Strombedarfs (628 TWh)²⁸.
→ Klimaneutralität (grüne Kurve)

²⁷ DECHEMA und FutureCamp 2019, Roadmap Chemie 2050: Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland ([Link](#) zum Dokument, [Link](#) zur Zusammenfassung auf Englisch).

²⁸ Zum Vergleich: Im Jahr 2018 lag der Stromverbrauch der Chemie- und Pharmaindustrie bei 54 TWh und der gesamte Stromverbrauchs Deutschlands bei 513 TWh (Zahlen des Umwelt Bundesamtes). Der Strombedarf würde sich gemäß der Roadmap wie folgt zusammensetzen: 534 TWh für Elektrolyse und Fischer-Tropsch für Naphtha, 5 TWh für chemisches Recycling und 70 TWh für elektrische Cracker zur Produktion von HVCs aus Naphtha.



*Annahme: Strompreis von 4 ct/kWh

Abbildung 9 – Treibhausgasemissionen aus Prozessen, Energiebedarf und Produkten. Quelle: Präsentation Jörg Rothermel, VCI.

Eine zentrale Rolle für das Erreichen der Klimaneutralität spiele die Kreislaufführung von Kohlenstoff, erklärte Jörg Rothermel. Dieser soll nicht in die Atmosphäre entweichen, sondern für die Herstellung neuer Produkte genutzt werden. Außerdem müssten vermehrt Prozesse elektrifiziert und erneuerbarer Strom eingesetzt werden.

IV.2. Papierindustrie

Copacel ist die französische Gewerkschaft der Papierindustrie. Olivier Riu erklärte einleitend wie Papier hergestellt wird. Es gebe zwei Wege für die Herstellung von Papier und Karton (die miteinander kombiniert werden können):

- Aus Holzfasern
- Aus recyceltem Papier (etwa 70 % des Papiers wird in Frankreich wiederverwendet)

Die Holz- bzw. Papierfasern werden in einer Lösung aufbereitet. Das hergestellte Papier wird anschließend getrocknet. Die verschiedenen Schritte benötigen relativ viel Energie, erklärte Olivier Riu. Strom wird u. a. zum Zerfasern von Holz verbraucht. Zudem wird Wärme zum Kochen von Holz und zur Papiertrocknung benötigt. Insgesamt mache der **Energieverbrauch zwischen 15 % und 30 % der Betriebskosten** aus.

Der Wärmeverbrauch liegt bei ca. 19 TWh und der Stromverbrauch bei 6,4 TWh. Die Zellstoff- und Papierindustrie sei weitgehend dekarbonisiert, so Olivier Riu, da die **Wärme hauptsächlich aus Biomasse (62 %) erzeugt** wird. Der Rest des Wärmebedarfs wird mit Erdgas (36 %) oder Heizöl (2 %) gedeckt. Ein Teil des Stroms (1,4 TWh) wird von der Papierindustrie generiert und selbst verbraucht oder in das Netz eingespeist. **Da der Großteil des Stroms auf den Großhandelsmärkten gekauft wird, hängt die Papierindustrie stark vom Energiepreis ab.** Daher hat die Papierindustrie kontinuierlich an der Verbesserung der Prozesseffizienz gearbeitet.

Energieeffizienz in der Papierindustrie

- Einsatz von Kraftwärmekopplung (KWK):
 - Direkte Erzeugung und Bedarfsdeckung von Strom und Wärme am Herstellungsort des Papiers
 - Minderung des Primärenergieverbrauch durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme um etwa 10 %
 - Zwei Arten von KWK: entweder mit Erdgas oder mit Biomasse (Vorteil Biomasse: Besondere Förderung über Ausschreibungen)
 - Seit 2003: Entwicklung von 16 Biomasse-KWK-Anlagen (12 davon in Betrieb)
- In Frankreich müssen besonders energieintensive Industrien einen **Energieleistungsplan** vorlegen, der jährlich überprüft wird. In diesem sind u. a. 5-Jahres-Ziele für Energieeffizienz abgebildet. Olivier Riu berichtete, dass die Energieeffizienz in der **Papierindustrie über die letzten fünf Jahr im Schnitt um 3-5 % energieeffizienter** geworden ist (z. B. durch Prozessverbesserungen, leistungsfähigere Motoren und die Nutzung von Abwärme). Umfangreiche Sanierungsmaßnahmen ermöglichten gar eine Verbesserung um 15 %. Diese seien jedoch mit sehr hohen Investitionen verbunden.

Zukunftsausblick für die Papierindustrie

Olivier Riu wies darauf hin, dass es für die Verbesserung der Energieeffizienz Grenzen gebe. Mit den erzielten Effizienzsteigerungen um 3-5 % sei die Papierindustrie weit entfernt von den Zielen, die die Europäische Kommission für 2030 vorgibt. **Die weitere Verbesserung der Energieeffizienz sei nur möglich, wenn neue Technologien eingesetzt würden** wie beispielsweise Hochtemperatur-Wärmepumpen. Daher sei es erforderlich Vorreiterprojekte zu fördern und finanziell zu unterstützen.

In der Papierindustrie werde der Wettbewerb immer stärker und es werde immer schwieriger die Vorschriften einzuhalten, insbesondere das CO₂-Minderungsziel bis 2050. Die Papierindustrie müsse immer leistungsfähiger werden und benötige dafür Zugriff auf günstige Energie. Sie benötige daher eine langfristige Begleitung.

V. Energieeffizienzprojekte in der Industrie

Vortrag:

- **Länderübergreifende Nutzung industrieller Abwärme für Haushalte** – Mariann Freund, Expertin Energieeffizienz Industrie, Deutsche Energie-Agentur (dena)
- **Geschäftsmodelle für die Umsetzung von Energieeffizienzprojekten in der Industrie** – Günther Schneider, Vorsitzender, E.ON Business Solutions
- **Finanzierung als Instrument zur Verbesserung der Energieeffizienz von Industrieprozessen** – Noémie Papon, Projektleiterin, GreenFlex
- **Kreislaufwirtschaft in der Industrie** – Dr. Christian Haessler, Leiter des Global Program Circular Economy, Covestro

Alle Präsentationen (auf Englisch) und das Video der Konferenz (auf Deutsch oder Französisch) können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden.

V.1. Grenzüberschreitende Abwärmenutzung eines Stahlwerkes

Mariann Freund von der Deutschen Energie-Agentur (dena) stellte in ihrem Vortrag ein grenzüberschreitendes Projekt zur industriellen Abwärmenutzung vor. Bei diesem soll die Abwärme eines Stahlwerks in Deutschland an der deutschfranzösischen Grenze für das Heizen von Gebäuden in Frankreich genutzt werden. Die dena und die französische Agentur für ökologischen Wandel (ADEME) unterstützen dieses Projekt im Rahmen ihres Gemeinschaftsvorhaben, der [Deutsch-Französischen Energieplattform](#). Die Plattform berät die beteiligten Akteure in Förder- und Finanzierungsfragen, unterstützt bei der Projektkommunikation und begleitet die Projektentwicklung.

Die Bedeutung von Abwärme für die Wärmewende

Energieintensive Unternehmen produzieren überschüssige Wärme, die sie oft nicht selbst oder nur eingeschränkt nutzen können. Es gebe daher ein großes Potenzial für die externe Nutzung industrieller Abwärme in Fernwärmesystemen, erklärte Mariann Freund. **Theoretisch könnten 7 % des heutigen Fernwärmebedarfs in Deutschland mit Abwärme aus der Industrie gedeckt werden. In Frankreich sind es sogar 14 %** (s. Tabelle 1).

	Verfügbare Abwärmemenge (>95 °C)	Verfügbare Abwärmemenge (> 95 °C), max. 10 km von Bestandsnetzen entfernt	Potenzial zur Deckung des heutigen Fernwärmebedarfs
EU	115,3 TWh	42 TWh	8 %
Deutschland	23,2 TWh	8 TWh	7 %
Frankreich	12,5 TWh	3,6 TWh	14 %

Tabelle 1 – Potenzial der außerbetrieblichen Abwärmennutzung. Quelle: Präsentation Mariann Freund, dena. Zahlen basieren auf EU-Datenbank sEnergies 2020, BMWi 2020, fedene 2019.

Diese Potenziale seien bisher kaum genutzt, so Mariann Freund, da es **verschiedene Hemmnisse** gebe:

- **Wirtschaftlichkeit schwierig darstellbar:**
 - Hohe Anfangsinvestitionen
 - Konkurrenz mit niedrigen Gaspreisen und Abfallverbrennung (in bestehenden Fernwärmenetzen)
 - Lange Amortisationszeiten für Industrieunternehmen
 - Ohne Fördermittel ist die Wirtschaftlichkeit des Projekts im Allgemeinen nicht gegeben
- **Lange Vorlaufzeit für die Entwicklung, Planung und Genehmigung**
- **Enge Zusammenarbeit und intensive Kommunikation zwischen einer Vielzahl von Akteuren erforderlich**
- **Hoher Personalaufwand**
- Bei grenzüberschreitenden Projekten:
 - Sprachliche Barrieren
 - Nationale Rechtsrahmen divergieren
 - Kulturelle Sichtweisen unterschiedlich
 - Grenzschießung aufgrund der COVID-19-Pandemie

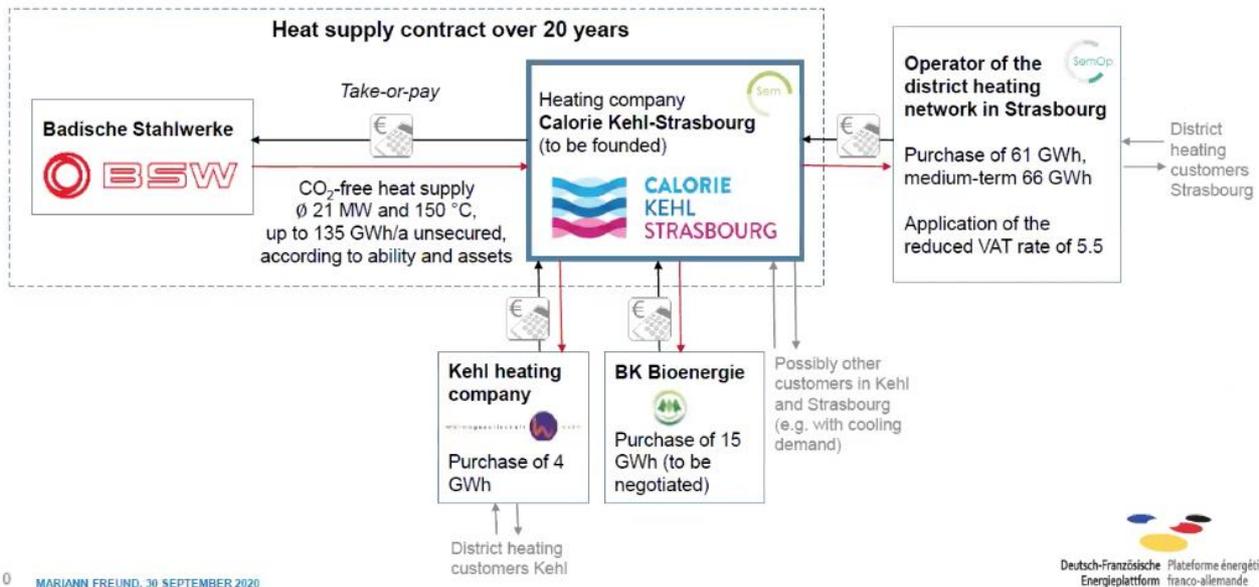
Das Wärmebündnis Kehl-Straßburg

- Erschließbares Abwärmepotenzial der Badischen Stahlwerke (BSW) in Höhe von mehr als 135 GWh
- Geplante Versorgung mit Abwärme von ca. 5.500 Haushalten
- Geplant Länge der Wärmeleitung zwischen Kehl und Straßburg: 4 km
- Mögliche CO₂-Einsparungen: knapp 15.000 t CO₂ pro Jahr

In 2019 wurde eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, die bestätigte, dass das Projekt technisch und wirtschaftlich umsetzbar sei. Noch in diesem Jahr solle das Projekt in die Umsetzungsphase gehen, so Mariann Freund. Der Bau beginnt ist für das Jahr 2022 geplant.

Die neue Wärmegesellschaft (Calorie Kehl Strasbourg) wird die Abwärme der BSW im Rahmen eines Take-or-pay-Vertrages²⁹ abnehmen und u. a. an die Betreibergesellschaft des Straßburger Wärmenetzes und der Wärmegesellschaft Kehl verkaufen (s. Abbildung 10).

²⁹ Vertragliche Vereinbarung einer Zahlungsgarantie zwischen einem Verkäufer und Abnehmer. Der Käufer verpflichtet sich zu der Zahlung eines festen Betrages, unabhängig davon, ob die Produkte hergestellt oder abgenommen werden. Quelle: Gabler Wirtschaftslexikon ([Link](#) zur Webseite).



10 MARIANN FREUND, 30 SEPTEMBER 2020

Abbildung 10 – Vorgesehene Lieferbeziehungen. Quelle: Präsentation Mariann Freund, dena.

Bei der Suche nach europäischen Projektförderinstrumenten sei die Deutsch-Französische Energieplattform mit Ausnahme eines Förderprogramms (INTERREG Oberrhein) kaum fündig geworden, berichtete Mariann Freund. Daher müsse zusätzliche auf nationale Förderinstrumente zurückgegriffen werden. Für die kombinierte Förderung sei es sehr wichtig die Fördergegenstände klar voneinander abzugrenzen.

V.2. Geschäftsmodelle für die Umsetzung von Energieeffizienzprojekten in der Industrie

E.ON ist der größte Energieverteilnetzbetreiber in Europa und Anbieter von Energielösungen für industrielle und gewerbliche Kunden und Privathaushalte. Günther Schneider stellte die Energielösungen vor, die E.ON seinen Industriekunden anbietet:

- **Energieeffizienzlösungen:** Optimierung von Licht, Ventilation, Elektromotoren etc.
- **Wärmeerzeugung:** z. B. Erzeugung von Wärme mit Biomasse oder Wärmepumpen
- **Dezentrale Stromerzeugung:** z. B. PV-Dachanlagen auf Industriegebäuden

Kombiniert werden diese Schritte mit digitalen Lösungen, um weitere Energieeffizienzpotenziale zu identifizieren und zu realisieren, erklärte Günther Schneider in seinem Vortrag.

Barrieren bei der Umsetzung von Energieeffizienzprojekten

- **Begrenzte Investitionsmöglichkeiten:** Investitionen konzentrieren sich auf die eigentlichen Prozesse des Unternehmens.
- **Hohe Anforderungen an die Investitionen:** Durchschnittlich wird ein Return of Investment (ROI) von maximal drei Jahren angestrebt. Energieeffizienzprojekte benötigten oft mehr Zeit.
- **Limitierte interne Kapazitäten für die Entwicklung von Energieeffizienzprojekten:** Personal und Zeit sind unzureichend.

Mögliche Geschäftsmodelle

Die Geschäftsmodelle müssen folgende Aspekte erfüllen:

- Finanzierungskonzept, das eine Off-Balance-Bilanzierung ermöglicht + potentielle Fördermittel
- Garantien für die Energieeffizienz und -einsparungen
- Integriertes Angebot, das die Technik, Projektdurchführung und den Betrieb umfasst

	Classical internal project development	Design & Build	Leasing	Energy Performance Contract (« EPC »)	Power/ Heat Purchase Agreement (« PPA »)
Scope	Procurement of equipment and installation services	Turn-key project	Turn-key project and financing	Saved kWh	Delivered kWh
Integrated Offer	✗	✓	✓	✓	✓
No CAPEX requirement	✗	✗	✓	✓	✓
Immediate positive cash flow	✗	✗	✓	✓	✓
Off-balance treatment	✗	✗	✗	✓	✓
Guarantees on energy performance	✗	✗	✗	✓	✓

Abbildung 11 – Charakteristika von Geschäftsmodellen für Energielösungen.

Quelle: Präsentation Günther Schneider, E.ON Business Solutions.

E.ON bietet u. a. das Geschäftsmodell des **Energieeinspar-Contracting** an (in Abbildung 11 „*Energy Performance Contract*“). Beim Energieeinspar-Contracting analysiert E.ON die potenziellen Energieeinsparungen und implementiert und finanziert die effizientesten Lösungen. E.ON trägt also die Investitionskosten, die wiederum durch die Energieeinsparungen refinanziert werden. Die Energieeinsparungen werden durch E.ON garantiert. Werden die geplanten Effizienzziele nicht erreicht, wird die Differenz erstattet. Die Kunden verpflichten sich wiederum die eingesparten kWh zu vergüten. Zudem gibt es bestimmte Kernparameter, die vor Projektbeginn definiert werden und einzuhalten sind.

E.ON nutzt verschiedene Investitionshebel. In Frankreich sind dies:

- Energieeinsparzertifikate (*Certificats d'Economie d'Energie*, CEE), auch „weiße Zertifikate“
- Wärmefonds (*Fonds Chaleur*)
- Französischer Wiederaufbauplan (*France Relance*): Ausschreibungsprozesse für die Dekarbonisierung der Industrie (s. auch Abschnitt II.1.)

Projektbeispiele

- ArcelorMittal (Stahlindustrie)
 - Austausch von ineffizienten Lichtsystemen durch LED-Lampen
 - Wärmerückgewinnung: garantierte Einsparung von 16 GWh Erdgas jährlich
- ORC-Prozess (zukünftig geplant): Umwandlung von Abwärme, die nicht anderweitig genutzt werden kann, in Strom, der dann wiederum lokal genutzt werden kann. Hier bestünde ein riesiges Potential im Industriebereich, so Günther Schneider.



V.3. Finanzierung als Instrument zur Verbesserung der Energieeffizienz von Industrieprozessen

GreenFlex begleitet Gebietskörperschaften und Unternehmen bei Fragen zum Thema Energiewende oder Umweltproblemen. Ein Bereich ist die Finanzierung. Noémie Papon wies darauf hin, dass die Themen Energieeffizienz und CO₂-Minderung trotz ihrer Wichtigkeit von der Finanzgemeinschaft in der Industrie wenig beachtet würden. Als **Hindernisse für Investitionen** nannte sie:

- **Technische Komplexität und geringes Wissen** über Projekte **Angebote im Finanzbereich** für die Umsetzung von Projekten **wenig bekannt**
- **Mangelnder Austausch** zwischen Akteuren der Finanzgemeinschaft und Unternehmen
- Projekte oft **als risikoreich angesehen** mit langen Tilgungszeiträumen

Die Themen Energieeffizienz und CO₂-Minderung werden trotz ihrer Wichtigkeit von der Finanzgemeinschaft wenig beachtet.

Noémie Papon, GreenFlex

Aufgrund dieser Hindernisse gebe es trotz des Potenzials wenige Investitionen in beispielsweise Energieeffizienzprojekte. Dabei sei **Energieeffizienz ein strategischer Aspekt für Unternehmen**, erklärte Noémie Papon. Zum einen können durch die effizientere Nutzung von Energie **Kosten reduziert** werden. Außerdem hätte dies einen Einfluss auf das **Risikomanagement**, da es immer mehr Klimagesetze gebe und sich zudem ein gesellschaftlicher Druck aufbauen würde. Energieeffizienz hilft zudem bei der **Verbesserung des generierten Mehrwertes**. Kunden würden es erwarten, dass auf klimaneutrale Art produziert wird, so Noémie Papon.

Sie stellte in ihrem Vortrag ein praktisches Beispiel für das Ausräumen der oben genannten Hindernisse vor. Bei dem Projekt handelte es sich um die Finanzierung eines klimaneutralen Modells in der Lebensmittelindustrie im Bereich Tiefkühlkost. Bei diesem Projekt sollten die Produktionskapazitäten ausgeweitet und die Energieeffizienz verbessert werden. Es wurde ein Energieeinsparvertrag aufgesetzt, der die Einsparungen garantiert und die Finanzierung durch Dritte ermöglicht (s. auch Abschnitt V.2.). Insgesamt kostete das Gesamtvorhaben 12 Millionen €. Zwei Drittel der Investitionskosten konnten durch Förderungen gedeckt werden mit einer Tilgungszeit von acht Jahren.

Außerdem stellte Noémie Papon das **INVEEST**-Programm vor, das von GreenFlex getragen wird und der Ausbildung von Experten im Bereich der Finanzierung von Energieeffizienzprojekten gewidmet ist:

- Zielgruppe: Banken, Industrieunternehmen, andere involvierte Akteure wie beispielsweise Consulting-Unternehmen
- Ziele:
 - Kenntnisse von Finanzierungsmöglichkeiten im Industriebereich fördern
 - 1.000 Personen bis Ende 2021 ausbilden (bisher ca. 200)
- Schwerpunkte:
 - Ausbildung (E-Learning + Coaching am Arbeitsplatz bzw. 100 % digitales Format möglich)
 - Entwicklung von Instrumenten + Entscheidungshilfen (z. B. Erstellung eines Business-Plans)
 - Austausch mit Netzwerk zu Best Practices

V.4. Kreislaufwirtschaft in der Industrie

Kreislaufwirtschaft sei ein wichtiger Schritt zur Klimaneutralität, erklärte Christian Haessler. Für das international tätige Chemieunternehmen Covestro bedeute Kreislaufwirtschaft mehr als die effiziente Ressourcennutzung und die Vermeidung von Abfällen. Es setzt u. a. auch auf innovatives Recycling.



Um Klimaneutralität zu erreichen sei Covestro auf erneuerbare Energien in ausreichenden Mengen und zu bezahlbaren Preisen angewiesen, so Christian Haessler. Zudem müssten alternative Rohstoffe wie beispielsweise Biomasse genutzt werden oder Materialien, die sich am Ende ihres Lebenszyklus befinden. Derzeit basiere der Großteil der genutzten Rohstoffe auf Ölderivaten. Covestro wolle in den nächsten 20 bis 30 Jahren vom Erdöl unabhängig werden. Neben der verstärkten Nutzung von Biomasse sei die direkte Nutzung von CO₂ als Rohstoff eine Option, erklärte Christian Haessler.

Posterausstellung zu Energieeffizienzprojekten in der Industrie:

Im Rahmen der Online-Konferenz wurden sieben Poster (auf Englisch) ausgestellt. Diese können von der [Webseite des DFBEW](#) heruntergeladen werden.

- **AVU Serviceplus** provides small and large-scale photovoltaic systems. On-site consumption of PV-electricity in industrial and commercial buildings is ecological and economical ([Poster AVU Serviceplus](#)).
- **Bayrisches Landesamt für Umwelt:** The Bavarian Environment Agency provides an online tool free of charge, which is called waste heat calculator. It is available in English and German and especially recommended for small and medium sized companies. The waste heat calculator provides an initial estimation of the technical usable amount of waste heat ([Poster Bayerisches Landesamt für Umwelt](#)).
- **Dcbrain's** technology is a software solution combining digital twin modelization and artificial intelligence algorithm to predict, model and optimize networks. It can be used to demand forecast and optimal mix for production, storage and distribution, to create and compare scenarios for network planning and operations, to optimize asset usage and life-cycle and to detect prescriptive real-time anomaly ([Poster Dcbrain](#)).
- **Fraunhofer-Institut IPK:** The energy efficiency in the industrial production can be raised by optimizing the existing machinery. For complex optimization tasks, powerful control systems are needed together with algorithms. The project RelKat aims at the enhancement of local control through the implementation of Machine Learning, especially Reinforcement Learning. Fraunhofer IPK and Signal Cruncher investigate jointly the possibilities of introducing those innovative algorithms into real production processes. The Berlin based company Signal Cruncher benefits from experience in software development for internet online sale and Smart Home for years ([Poster Fraunhofer IPK](#)).
- **newHeat:** The objective of the project was to offset one part of the fossil fuel consumption of the industrial site of Condat (natural gas in this case) with solar thermal energy. The solar heat plant preheats the make-up water of the factory's steam boiler, extracted from a river nearby, up to 80°C. With its third-party finance model or ESCO model (Energy Services Company), newHeat has invested in the thermal energy production unit and operates it in the long term. This enabled the paper mill to get access to a stable price for 20 years while preserving its investment capacity for other strategic projects ([Poster newHeat](#)).
- **Technische Universität Ingolstadt:** Dairy processing industry is energy-intensive and could increase its energy efficiency, e. g. through heat recovery and by flexibilization of electrical demand for integration of renewable energies. The focus is set on the coupling of the sectors heat and electricity. The first objective is to investigate reasonable system solutions that can be applied to the whole industry of dairy processing. The project is implemented with the industry. partners "Zott" and "Andechser Molkerei Scheitz" as well as equipment manufacturers „Lemmermeyer GmbH" and „AGO AG Energie + Anlagen" ([Poster Technische Universität Ingolstadt](#)).
- **Tilia:** The Prysmian Group (global leader in the cable systems industry) wants to implement energy efficiency measures on all its German sites. In 2016 they commissioned Tilia to help them. In addition to the renewal of the compressed air generation system, one of the first central measures was the redesign of the lighting system. Other measures for energy efficiency will be implemented in the future ([Poster Tilia](#)).



Weitere Informationen des DFBEW zum Thema Energieeffizienz und Industrie:

- Externes Hintergrundpapier zu [industrielle Eigenversorgung in Deutschland](#): Rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen und Entwicklungen, Mai 2020
- Hintergrundpapier zum [Wärmemarkt in Deutschland und Frankreich](#), November 2019
- Hintergrundpapier zu [Abwärme in der Industrie in Deutschland und Frankreich](#), März 2019
- Zusammenfassung der Konferenz zum Thema [CO₂-Bepreisung in Deutschland und Frankreich: Chance oder Risiko für unsere Wirtschaftsstandorte](#), November 2018
- Zusammenfassung der Konferenz zum Thema [Energieeffizienzmarkt und -Dienstleistungen in Deutschland und Frankreich](#), März 2018
- Hintergrundpapier zu [Energieeinsparzertifikaten in Frankreich](#), Dezember 2017