

**-KURZZUSAMMENFASSUNG-  
Elektrifizierung der europäischen  
TEN-Korridore für den Straßengüterverkehr  
- Potentialabschätzung und Beitrag zur  
Erreichung der europäischen  
Dekarbonisierungsziele**

Projektarbeit SENCE

von

Eva Maria Treu  
Matrikelnr. 651429

**Vorgelegt am:**

04. Oktober 2017

**Bearbeitungszeitraum:**

01.07.2017 - 04.10.2017

**Betreuer:**

Prof. Dr.-Ing. Franke - Hochschule Ulm  
Dr.-Ing. Lehmann - Siemens Mobility Erlangen

Hochschule Ulm

# Aufgabenstellung

Aufgabe dieser Arbeit ist es, potentielle europäische Strecken für den Ausbau mit Oberleitungen zu identifizieren. Ziel sollte es sein, ein zusammenhängendes Netz abzubilden, welches die wichtigsten Regionen Europas verbindet und somit einen großen Anteil des Straßengüterverkehrs abdeckt, grundlegend hierfür sind die transeuropäischen Netze. Aufbauend auf diesem Ergebnis sollte eine Berechnung der eingesparten CO<sub>2</sub> - Emissionen als auch eine Kostenabschätzung für den Ausbau einer solchen Infrastruktur möglich sein.

# Ergebnisse

Die Methoden hierfür werden in der Ausarbeitung zu dieser Arbeit näher erläutert. Nachfolgend werden zusammengefasst die Ergebnisse vorgestellt.

## Streckenidentifizierung

### Ergebnis Szenario 1

Ergebnis des ersten Szenarios ist demnach, dass die Länder Deutschland, Österreich und Italien in Nord-Süd-Richtung und Spanien, Frankreich und abermals Deutschland und Österreich in West-Ost-Richtung die größten Fahrleistungen, über Gesamteuropa betrachtet, aufweisen.

So wurden 7.888 [KM] in Szenario 1 als besonders relevant für eine mögliche Elektrifizierung eingestuft. Diese Anzahl an Kilometern teilt sich wie in folgenden Tabellen zu sehen nach den jeweiligen Ländern auf.



(a) Szenario 1 - Startlösung

(b) Szenario 1 - Optimierung

Abbildung 1: Szenario 1 - Startlösung und Optimierung

Land	[km]
Belgien	254
Deutschland	2.551
Frankreich	1.122
Italien	2.118
Niederlande	281
Österreich	373
Slowenien	77
Spanien	1.112
Gesamt	7.888

Tabelle 1: Szenario 1 - Kilometer nach Ländern

Interessant hieran ist die Tatsache, dass die östlichen Länder wie Polen oder Tschechien in diesem Szenario nicht relevant sind. Insgesamt können in Szenario 1 jedoch 45 % der Fahrleistung mit 23 % der Strecke abgedeckt werden.<sup>1</sup>

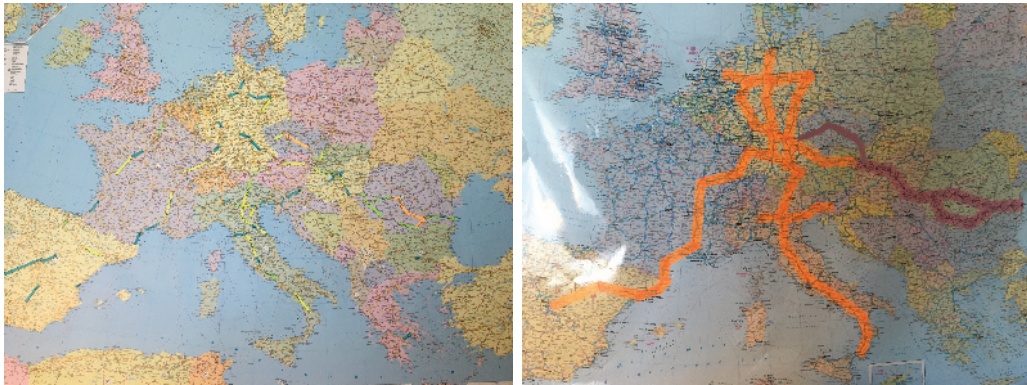
## Ergebnis Szenario 2

Szenario 2 zeichnet ein anderes Bild, hier kann man schon anhand Abbildung 2 a) erkennen, dass sich das potentielle Streckennetz auch über die östlichen Länder bis hin zum schwarzen Meer zieht. Mit insgesamt 10.272 Kilometern könnte man dies die „Ost-Erweiterung“ von Szenario 1 nennen, sodass mit 30 % der Strecke 56 % der Fahrleistung abgedeckt werden können.<sup>2</sup> Grund für dieses „Erscheinen“ der östlichen Länder in Szenario 2 sind die prognostizierten Wachstumswerte aus den Korridorstudien, die bis 2030 ein deutlich höheres Wachstum in diesen Ländern vorhersagen, als es das EU Referenzszenario tut. Nichtsdestotrotz zeichnet sich auch hier dasselbe Hauptstreckennetz der westlichen europäischen Länder ab. So ist auch anhand Tabelle 2 zu erkennen, dass sich an den Kilometern in den schon in Szenario 1 genannten Ländern nichts Wesentliches ändert, jedoch z.B. Rumänien mit einem erheblichen Anteil hinzukommt. Anders als intuitiv gedacht, spielt auch in Szenario 2 Polen in der Gesamtbetrachtung keine Rolle.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Die Fahrleistung von 45 % entspricht ca. 15,233 Mrd. [VKM] im Jahr 2013.

<sup>2</sup> Hierbei entsprechen 56% der Fahrleistung ca. 53,2 Mrd. [VKM] bezogen auf das Jahr 2030 inklusive des Verkehrswachstums laut den Korridorstudien.

<sup>3</sup>Die wenigen Strecken die in Polen relevant wären, liegen nur peripher zum gesamten Streckennetz, sodass diese in der Optimierung nicht weiter beachtet wurden.



(a) Szenario 2 - Startlösung

(b) Szenario 2 - Optimierung

Abbildung 2: Szenario 2 - Startlösung und Optimierung

Land	[km]
Belgien	254
Deutschland	2.551
Frankreich	1.122
Italien	2.118
Niederlande	281
Österreich	469
Slowenien	77
Spanien	1.112
Rumänien	1.261
Slowakei	68
Tschechien	428
Ungarn	530
Gesamt	10.727

Tabelle 2: Szenario 2 - Kilometer nach Ländern

## Berechnung der CO<sub>2</sub> Einsparung

Das Ergebnis der Berechnung wird in Tabelle 4 dargestellt und weitergehend mit den Zielen der Europäischen Kommission aus dem „Weissbuch Verkehr“ verglichen, welche in folgender Tabelle dargestellt sind.

CO <sub>2e</sub> Einsparung bis	Basisjahr	Zieleinsparung	Zieleinsparung in [tCO <sub>2e</sub> ]
2030	2008	20%	192.800.840
2050	1990	60%	469.084.680
2050	2008	70%	674.802.940

Tabelle 3: Ziele der Europäischen Union für CO<sub>2e</sub> Einsparung

### Ergebnis Szenario 1

Technologiewechsel Von - Hin zu	Zeitraum		Einsparung in [t/CO <sub>2</sub> ]
	Von	Bis	
Diesel-Strom	2020	2030	81.743.554
Diesel-Hybrid	2020	2030	61.307.665
Diesel-Strom	2020	2050	272.836.347
Diesel-Hybrid	2020	2050	204.627.260

Tabelle 4: CO<sub>2</sub> - Einsparungen Szenario 1

Setzt man die Einsparungen bis 2030 aus Szenario 1 (rein elektrisch) mit dem europäischen Ziel (-20 % CO<sub>2e</sub> ) bis 2030 in Relation, kann man erkennen, dass mit der Elektrifizierung der „Szenario 1 - Strecken“ 42 % des angestrebten Zieles erreicht werden könnten. Wie das Verhältnis bei den weiteren Zielen aussieht, kann folgender Grafik entnommen werden. Die hier dargestellten 100 % entsprechen dabei jeweils der Zieleinsparung aus Spalte 3 der Tabelle 3. Des Weiteren entsprechen die grauen Säulen den CO<sub>2</sub> - Einsparungen bei der Umstellung von konventionellen Diesel-Fahrzeugen zu rein elektrischen LKWs und die blauen Säulen von Diesel zu Diesel-Hybrid Fahrzeugen.

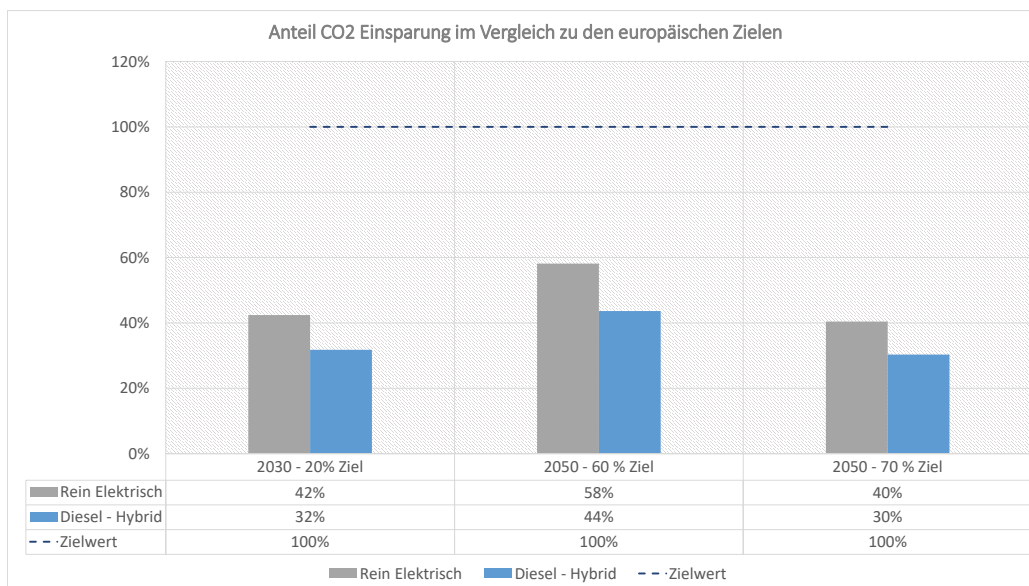


Abbildung 3: CO<sub>2</sub> - Einsparung Szenario 1 vs. europäische Ziele

## Ergebnis Szenario 2

Technologiewechsel Von - Hin zu	Zeitraum		Einsparung in [t/CO <sub>2</sub> ]
	Von	Bis	
Diesel-Strom	2020	2030	105.263.086
Diesel-Hybrid	2020	2030	78.947.314
Diesel-Strom	2020	2050	367.842.563
Diesel-Hybrid	2020	2050	275.881.922

Tabelle 5: CO<sub>2</sub> - Einsparungen Szenario 2

Wie in Szenario 1 werden auch hier die berechneten CO<sub>2</sub> - Einsparungen ins Verhältnis zu den europäischen Zielen gesetzt. Gut zu erkennen ist hierbei der wesentlich höhere Anteil der Einsparungen am Gesamtziel, was mit der hohen Fahrleistung, die in den Korridorstudien prognostiziert wird, zu tun hat.

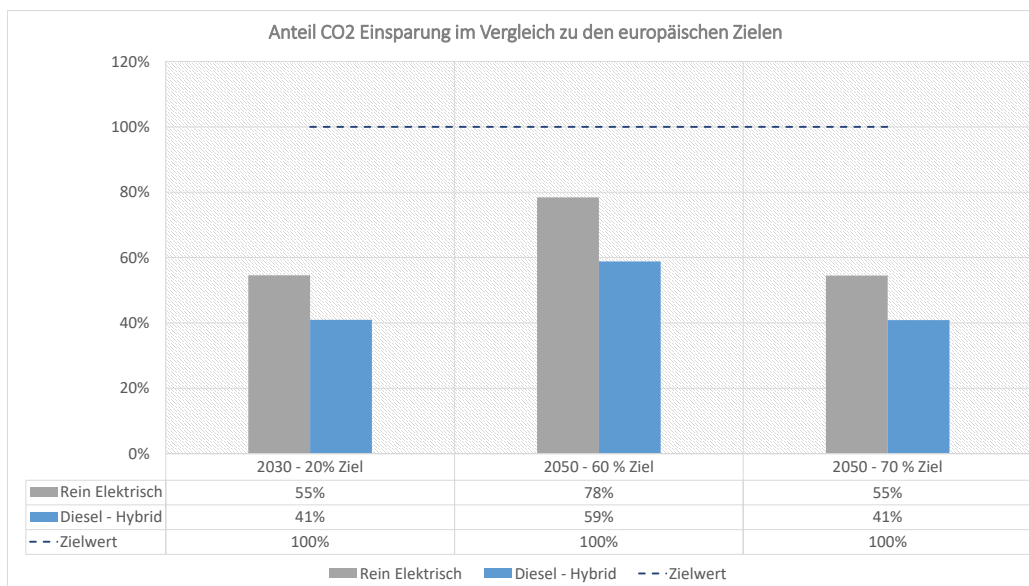


Abbildung 4: CO<sub>2</sub> - Einsparungen Szenario 2 vs. europäische Ziele

Demnach könnten also rein durch die Elektrifizierung von 10.272 Kilometern 78 % des 60 %- Zieles bis 2050 erreicht werden.<sup>4</sup> Somit müssten die restlichen 22 % zur Erreichung des kompletten Zieles im Verkehrssektor von anderen Maßnahmen wie z.B. einem elektrifizierten Individualverkehrs erbracht werden.

## Investitionskosten Infrastruktur

Folgend wurden die Investitionskosten für eine elektrische Infrastruktur für Szenario 1 und 2 berechnet.

### Ergebnis Szenario 1

Für das identifizierte Streckennetz mit insgesamt 7.888 Kilometern muss mit einem Gesamtinvest von ca. 17,8 Mrd. € kalkuliert werden. Dies sind nur die reinen Kosten für den Bau der Infrastruktur. Hinzu kommen die jährlichen Instandhaltungskosten, welche 2 % pro Jahr vom Investitionsvolumen und somit ca. 45.200 € pro Kilometer (beide Fahrtrichtungen) entsprechen. Wird

<sup>4</sup> Unter den Annahmen, dass die dort auftretende gesamte Fahrleistung elektrisch erbracht wird, sich das Verkehrswachstum wie in den Korridorstudien prognostiziert entwickelt und das Streckennetz ab 2020 einsatzfähig ist.

dies über den betrachteten Zeitraum aufsummiert und durch die damit eingesparten Tonnen CO<sub>2</sub> dividiert, erhält man die CO<sub>2</sub> - Vermeidungskosten. Diese können aus Tabelle 6 entnommen werden.

Technologiewechsel Von - Hin zu	Vermeidungskosten in [€/t CO <sub>2</sub> ]	
	2030	2050
Diesel-Strom	257,34	100,62
Diesel-Hybrid	343,12	134,17

Tabelle 6: CO<sub>2</sub> - Vermeidungskosten - Szenario 1

## Ergebnis Szenario 2

Die Berechnung erfolgt analog zu Szenario 1. Ergebnis ist, dass für die relevanten 10.272 Kilometer ein Investitionsvolumen von 23,3 Mrd € nötig wäre. Die CO<sub>2</sub> - Vermeidungskosten stellen sich wie folgt dar.

Technologiewechsel Von - Hinzu	Vermeidungskosten in [€/t CO <sub>2</sub> ]	
	2030	2050
Diesel-Strom	260,23	97,19
Disel-Hybrid	346,97	129,58

Tabelle 7: CO<sub>2</sub> - Vermeidungskosten - Szenario 2

## Fazit

Basierend auf den der Arbeit zugrunde gelegten Daten und den zur Bearbeitung getroffenen, notwendigen Annahmen lässt sich zusammenfassend sagen, dass nur durch die Elektrifizierung eines relativen kleinen Teils der Transeuropäischen Netze eine erhebliche Menge an CO<sub>2</sub> eingespart werden können. Hierbei sind die aufzubringenden Kosten zu Beginn (Ausbau der Infrastruktur) zwar relativ hoch, in einem längeren Zeitraum betrachtet jedoch geringer als z.B. die Wärmedämmung eines Hauses. Nachdem bisherige Studien nur nationale Betrachtungen getätigt haben, kann mit dieser Arbeit gezeigt werden, dass die Technologie der Oberleitung nicht nur national sondern vielmehr im internationalen Kontext betrachtet werden sollte, da nur so ein einheitliches, in sich geschlossenes Netz ausgebaut werden kann, welches einem gesamteuropäischen Wirtschaftswachstum dient.