

Analyse des Einsatz von Lang-Lkw im Hinblick auf seine Klimaeffekte

Hans-Paul Kienzler, Dr. Theresa Gutberlet, Alexander Labinsky (Prognos AG, Düsseldorf)
Dr. Michael Faltenbacher, Dr. Stefan Eckert (thinkstep AG, Leinfelden-Echterdingen)

Konferenz „Verkehrsökonomik und -politik“
Berlin, 30. Juni 2017



Seit 1.1.2017

Einsatz von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit bis zu 25,25 m Länge und 40 (44) t zGG (Lang-Lkw) im streckenbezogenen Regelbetrieb

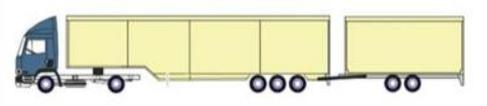
1.1.2012 – 31.12.2016

Bundesweiter Feldversuch zum Einsatz von Lang-Lkw

- Teilnahme von 49 Transporteuren mit 121 Lang-Lkw
- Streckenfreigabe durch Bundesländer
- Nicht enthalten im Positivnetz der 6. ÄV sind
 - Nordrhein-Westfalen (erlaubt Typ 1)
 - Rheinland-Pfalz, Saarland, Berlin
 - einzelne Autobahnabschnitte in Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt

Fragestellung:

Wie verändern sich die THG-Emissionen aus dem Güterverkehr durch den Einsatz von Lang-Lkw in Deutschland?

Lang-Lkw		Beladung		Palettenstellplätze ¹																																																												
Typ 2  Sattelauflieger + Zentralachsanhänger	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr> <tr><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td></tr> <tr><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	<table border="1"> <tr><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>50</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>51</td></tr> <tr><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>52</td></tr> </table>	34	35	36	37	38	39	40	41	50									51	42	43	44	45	46	47	48	49	52	33 + 19	52
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																					
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																																																						
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																																																						
34	35	36	37	38	39	40	41	50																																																								
								51																																																								
42	43	44	45	46	47	48	49	52																																																								
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	<table border="1"> <tr><td>35</td><td>36</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>51</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>52</td></tr> <tr><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>53</td></tr> </table>	35	36	37	38	39	40	41	42	51									52	43	44	45	46	47	48	49	50	53	34 + 19	53
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17																																																
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34																																																
35	36	37	38	39	40	41	42	51																																																								
								52																																																								
43	44	45	46	47	48	49	50	53																																																								
Typ 3  Lastkraftwagen mit Untersetzachse (Dolly) und Sattelauflieger	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>18</td><td>19</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	16	17	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15	18	19	<table border="1"> <tr><td>20</td><td>23</td><td>26</td><td>29</td><td>32</td><td>35</td><td>38</td><td>41</td><td>44</td><td>47</td><td>50</td></tr> <tr><td>21</td><td>24</td><td>27</td><td>30</td><td>33</td><td>36</td><td>39</td><td>42</td><td>45</td><td>48</td><td>51</td></tr> <tr><td>22</td><td>25</td><td>28</td><td>31</td><td>34</td><td>37</td><td>40</td><td>43</td><td>46</td><td>49</td><td>52</td></tr> </table>	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	19 + 33	52						
	1	2	3	4	5	16	17																																																									
6	7	8	9	10																																																												
11	12	13	14	15	18	19																																																										
20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50																																																						
21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51																																																						
22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52																																																						
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>18</td><td>19</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	16	17	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15	18	19	<table border="1"> <tr><td>20</td><td>22</td><td>24</td><td>26</td><td>28</td><td>30</td><td>32</td><td>34</td><td>36</td><td>38</td><td>40</td><td>42</td><td>44</td><td>46</td><td>48</td><td>50</td><td>52</td></tr> <tr><td>21</td><td>23</td><td>25</td><td>27</td><td>29</td><td>31</td><td>33</td><td>35</td><td>37</td><td>39</td><td>41</td><td>43</td><td>45</td><td>47</td><td>49</td><td>51</td><td>53</td></tr> </table>	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	19 + 34	53						
1	2	3	4	5	16	17																																																										
6	7	8	9	10																																																												
11	12	13	14	15	18	19																																																										
20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52																																																
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53																																																

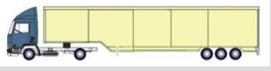
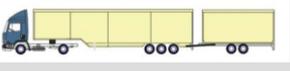
¹ maximale Anzahl Palettenstellplätze bei entsprechender Konfiguration (Standardmaß Europalette: 1,2 x 0,8 m)

	Lkw-Typ	entspricht BASt	Beladung	Paletten- stellplätze ¹																																																	
Megatrailer		Typ 98 	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td></tr> </table> 2x17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17																																				
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34																																					
			<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr> <tr><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td></tr> <tr><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td></tr> </table> 3x11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	33																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																											
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																																											
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																																											
Gliederzug	 oder 	Typ 41 	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td></tr> </table> 6x3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	<table border="1"> <tr><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td></tr> <tr><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td></tr> </table> 6x3	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	18 + 18 36												
	1	2	3	4	5	6																																															
7	8	9	10	11	12																																																
13	14	15	16	17	18																																																
19	20	21	22	23	24																																																
25	26	27	28	29	30																																																
31	32	33	34	35	36																																																
		Typ 42 	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>18</td><td>19</td></tr> </table> 5x3 + 2x2	1	2	3	4	5	16	17	6	7	8	9	10			11	12	13	14	15	18	19	<table border="1"> <tr><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>36</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>37</td></tr> <tr><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>38</td></tr> </table> 8x2 + 3x1	20	21	22	23	24	25	26	27	36									37	28	29	30	31	32	33	34	35	38	19 + 19 38
1	2	3	4	5	16	17																																															
6	7	8	9	10																																																	
11	12	13	14	15	18	19																																															
20	21	22	23	24	25	26	27	36																																													
								37																																													
28	29	30	31	32	33	34	35	38																																													

Voraussetzung: lichte Ladeflächenlänge mindestens 7,6 m

- Die exakte Beladung ist von vielen Komponenten abhängig:
 - Genaue Ladeflächenmaße (resultierend aus Umrandungen, Türendicke, Palettierung, etc.). Eine 7,82 m–Wechselbrücke hat bspw. mindestens eine lichte Ladefläche von 7,60 m

¹ maximale Anzahl Palettenstellplätze bei entsprechender Konfiguration (Standardmaß Europalette: 1,2 x 0,8 m)

	Standard-Sattelaufleger	Gliederzug	Lang-Lkw Typ 1	Lang-Lkw Typ 2	Lang-Lkw Typ 3
<i>in kg</i>					
Sattelzugmaschine	7.800	-	7.800	7.800	-
Motorwagen	-	12.000	-	-	12.000
Aufleger	7.200		7.700	7.200	7.200
Anhänger	-	5.900	-	5.900	-
Dolly	-		-	-	3.400
Leergewichte	15.000	17.900	15.500	20.900	22.600
Nutzlast	25.000	22.100	24.500	19.100	17.400

Datengrundlagen:

- Verflechtungsmatrizen des Straßen- und Schienengüterverkehrs zum BVWP 2030
- Fachgespräche mit Teilnehmern des bundesweiten Feldversuchs
- Kostensätze im Güterverkehr (kLkw, LLkw, EWV, KV)
- Karten des Positivnetzes nach der 6. ÄV und des deutschen Fernstraßennetzes

Filterung des Potentials für Lang-Lkw:

- Binnenverkehr mit Anschluss ans Positivnetz
- Leichte Güter
- Keine Verlagerung von Ganzzügen

Verlagerungsrechnung:

- Vergleich der Transportkosten mit Lang-Lkw für jede Beobachtung (Quelle – Ziel – Güterabteilung – Verkehrsmittel – Jahr)

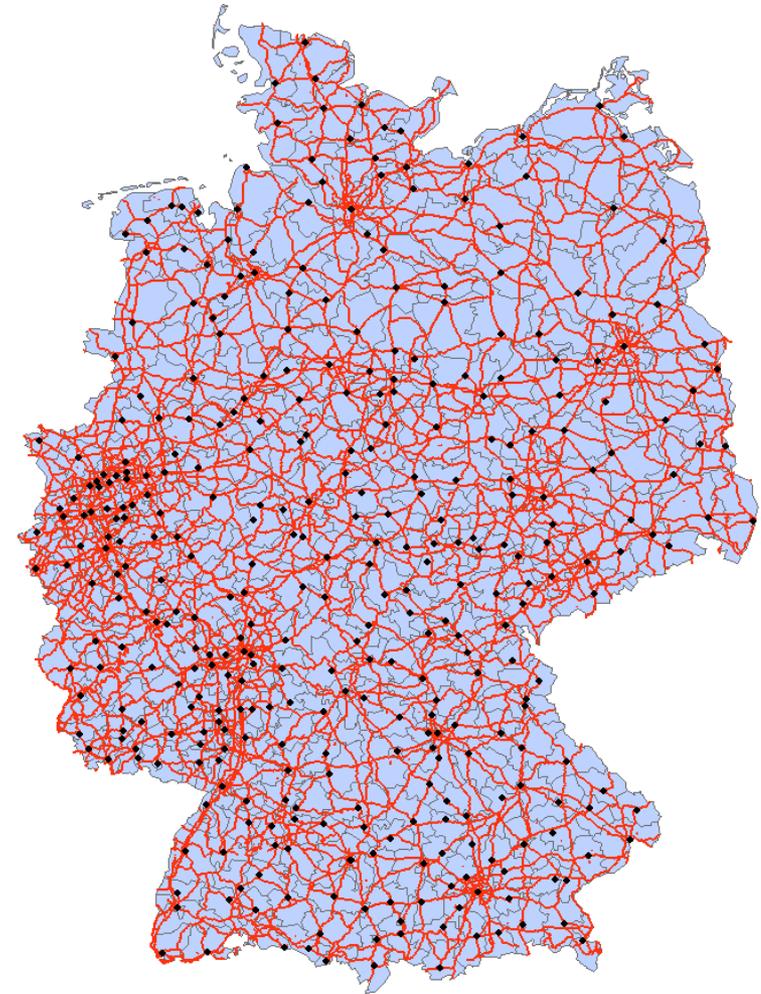
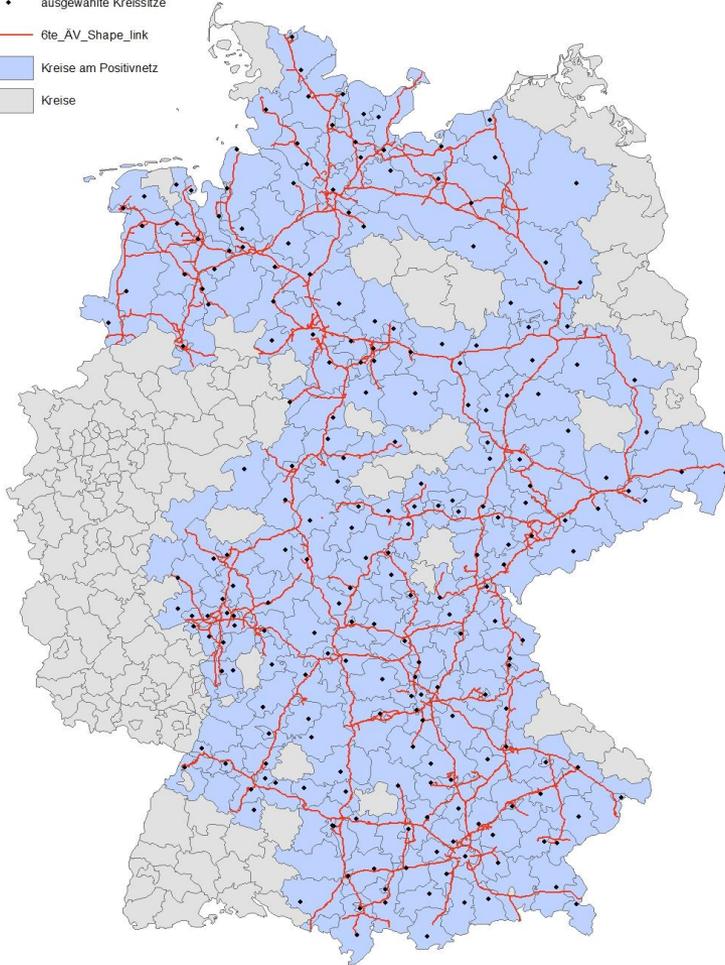
THG-Bilanz (thinkstep AG) :

- Spezifische Verbrauchsfunktion Lang-Lkw
- Well to Wheel Emissionsfaktoren

➤ Szenarien 2010 (aktuelles Positivnetz) und 2030 (Fernstraßennetz)

Legende

- ausgewählte Kreissitze
- 6te_AV_Shape_Link
- Kreise am Positivnetz
- Kreise



Quelle: Eigene Darstellung des Straßennetz der 6. VVO und des deutschen Fernstraßennetz

Güterabteilungen nach NST-2007

NST-Nr.	Bezeichnung	Paletten-gewicht (Ø)	NST-Nr.	Bezeichnung	Paletten-gewicht (Ø)
01	Landwirtschaftliche Erzeugnisse	350 kg	11	Maschinen und Ausrüstung	250 kg
02	Kohle, Erdöl, Erdgas		12	Fahrzeuge	
03	Erze, Steine, Erden		13	Möbel, Spielwaren, sonstige Erzeugnisse	250 kg
04	Nahrungs- und Genussmittel	300 kg	14	Sekundärrohstoffe und Abfälle	
05	Textilien, Bekleidung, Lederwaren	300 kg	15	Post, Pakete	300 kg
06	Holz, Papier und Druckerzeugnisse	400 kg	16	Geräte und Material für die Güterbeförderung	200 kg
07	Mineralölerzeugnisse		17	Nichtmarktbestimmte Güter	
08	Chemische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren	350 kg	18	Sammelgut	300 kg
09	Sonstige Mineralerzeugnisse		19	Nicht identifizierbare Güter	300 kg
10	Metalle und Metallerzeugnisse		20	Sonstige Güter	

Aufkommensfilter

Teilweise geeignete Güterabteilungen
NST 01, 04, 06, 08, 11

- Recherche der Produktionsstandorte von geeigneten Gütern
z.B. Toilettenpapier in NST 06
- Schätzung des Anteils der Produktion am Transportvolumen anhand Beschäftigtenzahl

NST 16: Geräte und Material für die Güterbeförderung

- Maximal 50% des Aufkommens geeigneter Güter in Gegenrichtung

NST 19: nicht identifizierbare (containerisierte) Güter

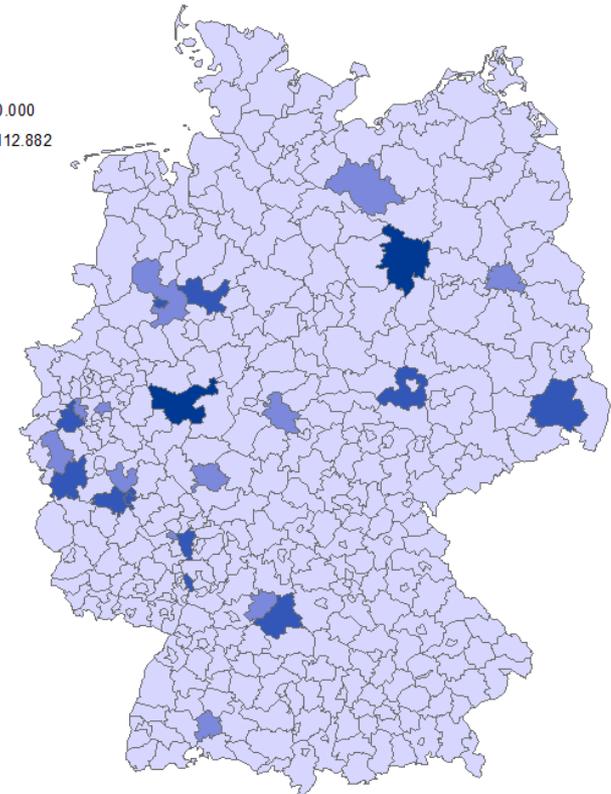
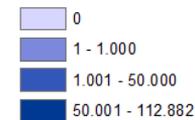
- Anteil von 20% entsprechend Gesamtanteil im Transportaufkommen

NST 06: Holz, Papier, Druckerzeugnisse

Legende

Potential aus NST 6

Tonnen

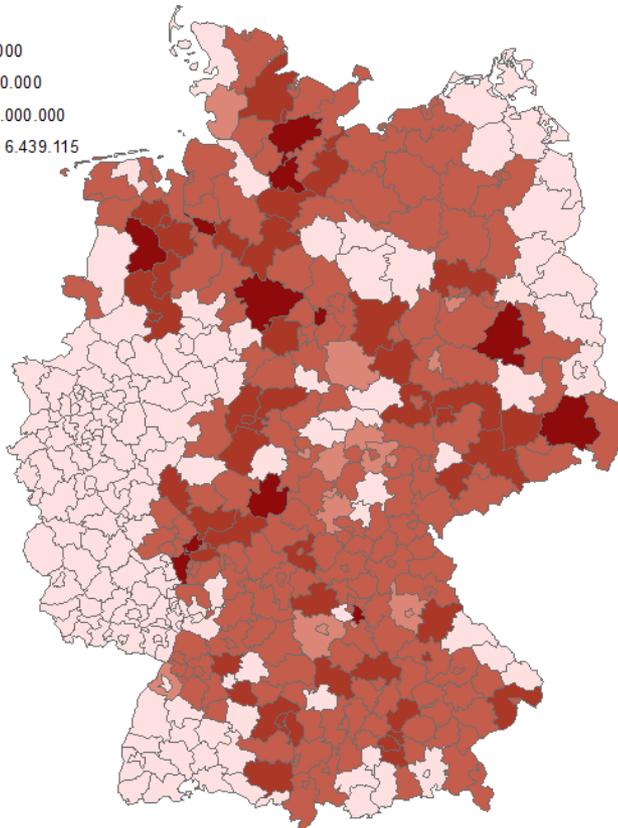
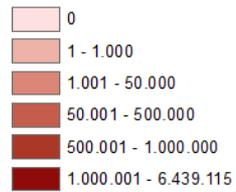


2010

Legende

Potential aus dem Straßenverkehr

Tonnen

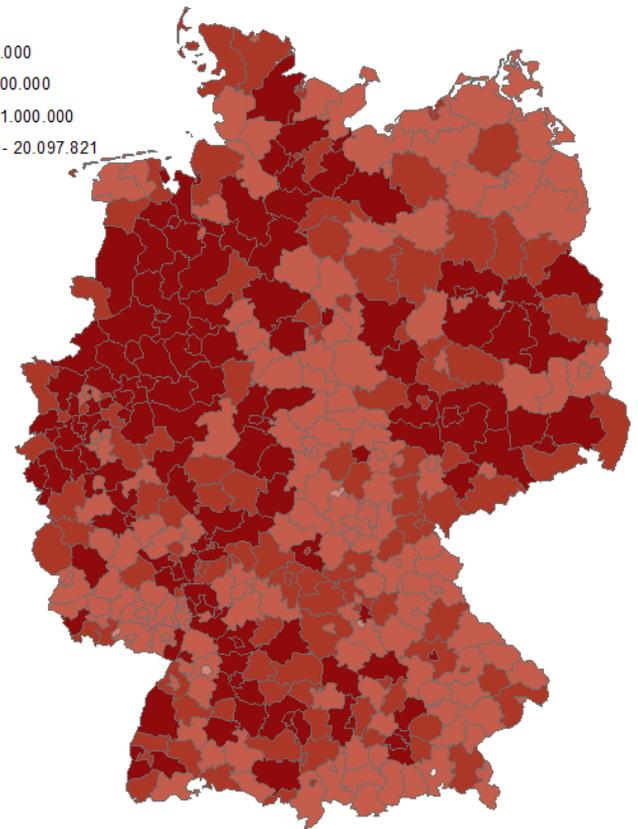
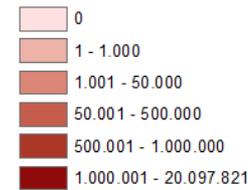


2030

Legende

Potential aus dem Straßenverkehr

Tonnen



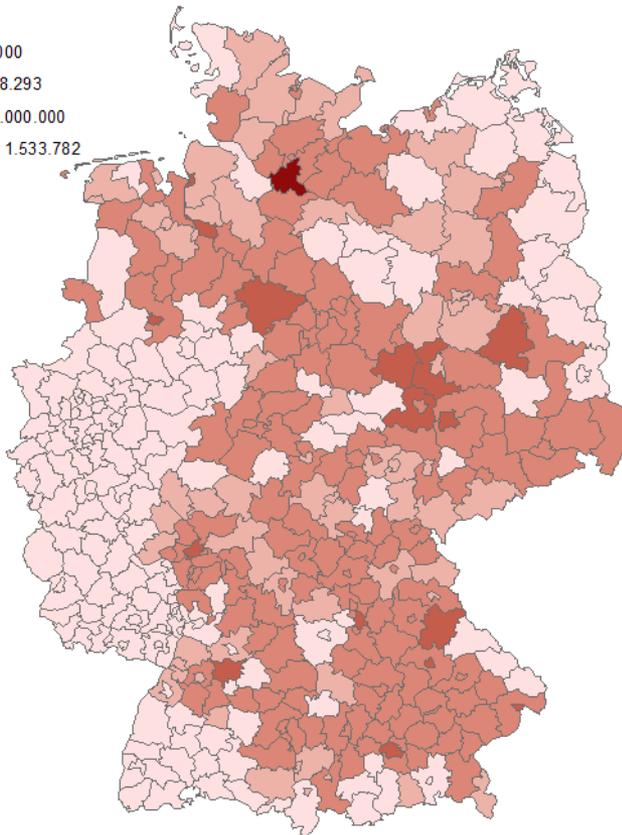
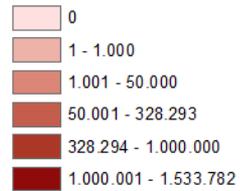
Quelle: Eigene Darstellung

2010

Legende

Potential aus dem Schienenverkehr

Tonnen

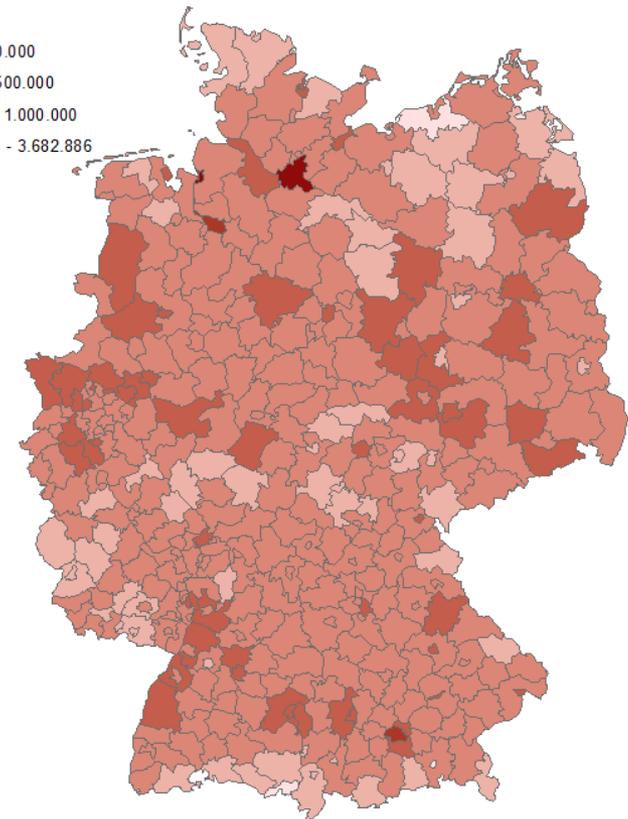
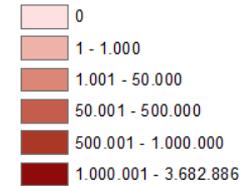


2030

Legende

Potential aus dem Schienenverkehr

Tonnen



Quelle: Eigene Darstellung

Kostenkomponente	Einheit	Kosten pro Kilometer kLkw	Kosten pro Kilometer LLkw
Direkte Kosten	€/Fzgkm	0,60	0,70
Fahrerkosten	€/Fzgkm	0,37	0,38
Strukturkosten	€/Fzgkm	0,13	0,13
Gesamtkosten	€/Fzgkm	1,10	1,22

Produktionsart	Einheit	Kosten
Einzelwagenverkehr	€/tkm	0,0953
KV (ohne Vor- und Nachlauf und Umschlag)	€/tkm	0,0523
Vorlauf und Nachlauf zum KV mit konventionellen Lkw	€/Fzgkm	2,38
Umschlag im KV	€/Hub	30,00

- Höhere Kostensätze für den LLkw im Vergleich zum kLkw:
 - 18% höherer Kraftstoffverbrauch
 - 5% höhere Fahrerlöhne
 - 60% höhere Kosten für Reifen
 - 27.000 € Anschaffungskosten für Dolly
- Nur ein Teil der Mengen, für die LLkw das günstigere Transportmittel sind, wird verlagert
 - In der Literatur Kreuzpreiselastizitäten von ca. 0,4 zwischen Lkw und Bahn¹
 - Da der Wechsel vom kLkw zum LLkw einfacher sein sollte, gehen wir von 0,6 aus
- Höherer Kostensatz für den kLkw im Kombinierten Verkehr (KV) entsteht aus den Umsatzvorgaben im KV

¹ Gerard de Jong, Pietro Bucci (significance), Arno Schrotten, Huib van Essen, Matthijs Otten (CE Delft), Price sensitivity of road freight transport – towards a better understanding of results (2010)

	Menge (Mio. t)	Fahrleistung (Mio. Fzgkm)	Verkehrs- leistung (Mio. tkm)	Kraftstoff- verbrauch (Mio. l/a)	THG- Emissionen (t CO2e/a)
Verlagerung von der Straße					
Potential für Verlagerung	100	2.789	18.100	673,3	1,98 Mio
verlagert auf LLkw	8,91	113	1.270	- 12,38	- 36.505
Anteil / Veränderung	9%	- 3%	+ 0,4%		-2%
Verlagerung von der Schiene					
Potential für Verlagerung	4,9	.	2.532 (inkl. VL/NL)	.	79.496
verlagert auf LLkw	0,05	0,64	9,8	.	+ 332
Anteil / Veränderung	1%	.	- 0,1%	.	+ 0,4%

- Bezogen auf Gesamtaufkommen 3.116,1 Mio. t Straße und 358,9 Mio. t Schiene werden 0,3% und 0,01% verlagert
- Im Straßenverkehr werden 91 Mio. Fzgkm (0,3% der Inländerfahrleistung (>3,5 t Nutzlast) von 29.800 Mio. Fzgkm) eingespart

	Menge (Mio. t)	Fahrleistung (Mio. Fzgkm)	Verkehrs- leistung (Mio. tkm)	Kraftstoff- verbrauch (Mio. l/a)	THG- Emissionen (t CO2e/a)
Verlagerung von der Straße					
Potential für Verlagerung	415	12.739	82.520	2.582	7,27 Mio
verlagert auf LLkw	41,6	660	6.920	- 58,8	- 165.690
Anteil / Veränderung	10%	- 3%	+ 0,0%		-2%
Verlagerung von der Schiene					
Potential für Verlagerung	14,6	.	8.424 (inkl. VL/NL)	.	204.723
verlagert auf LLkw	0,07	1,13	16,7	.	+ 434
Anteil / Veränderung	0,4%	.	- 0,1%	.	+ 0,2%

- Bezogen auf Gesamtaufkommen von 3.639,1 Mio. t Straße und 443,7 Mio. t Schiene werden 1% und 0,02% verlagert
- Im Straßenverkehr werden 422 Mio. Fzgkm (1,1% der Inländerfahrleistung (>3,5 t Nutzlast) von 36.700 Mio. Fzgkm eingespart

- Lang-Lkw eignen sich für großvolumige Güter, die geringen (gewichtsmäßigen) Anteil am gesamten Transportvolumen haben (14% des Binnengüterverkehrs auf der Straße in 2030)
- Rückverlagerung von der Schiene auf die Straße verursacht einen Anstieg der THG-Emissionen von weniger als 1% der Einsparung im Straßenverkehr
- Damit ergibt sich insgesamt eine Einsparung von THG-Emissionen, die mit 165.256 t CO₂e in 2030 aber klein ausfällt
 - zum Vergleich:
 - 47 Mio. t CO₂ aus dem Straßengüterverkehr (TTW) nach Prognos Energierferenzprognose²
 - 144 Mio. t CO₂ aus dem Straßenverkehr und 8 Mio. t CO₂ aus dem Schienenverkehr nach Verkehrsverflechtungsprognose 2030³

² Prognos AG, EWI – Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS), Entwicklung der Energiemärkte – Energierferenzprognos, Berlin 2014

³ BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Intraplan Consult GmbH, Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG, Planco Consulting GmbH, Verkehrsverflechtungsprognose 2030, Berlin 2014