

Anhang 5: Verkehrsleistungen im IGT

In Kapitel 5 präsentiert der Autor Liniennetze für Container-Eurocitys (CEC) für Transporte über weite Distanzen und Container-Interregios (CIR) für die Verteilung in den Regionen. Grundlage ist jeweils die „offizielle“ Güteraufkommensprognose für das Jahr 2015, die für den Bundesverkehrswegeplan erstellt wurde. Das umfangreiche Zahlenwerk listet für etwa 200 Zellen in Europa auf, welche Gutarten voraussichtlich in welcher Menge anfallen werden.

Der Autor hat das Aufkommen nach Relevanz für den Containerverkehr gewichtet und in mehreren Schritten auf Liniennetze umgelegt, bis sich ein guter Kompromiss aus Beförderungsgeschwindigkeit, Umladehäufigkeit und gleichmäßiger Linienauslastung ergab. Das Ergebnis genügt, um einen Eindruck über die Leistungsfähigkeit des Netzes und die Bedeutung einzelner Achsen zu erhalten. Damit sind pauschale Kosten- und Kapazitätsberechnungen möglich. Für eine Umsetzung in die Realität reicht diese Bearbeitungstiefe natürlich bei weitem nicht aus.

a) Container-Eurocity (CEC)

Bei der Bearbeitung der Güterverkehrsprognose 2015 wurde immer wieder die große Bedeutung des internationalen Güterverkehrs für die Bahn im allgemeinen und in noch stärkerem Ausmaß für den Containerverkehr deutlich: Fast die Hälfte der 460 Millionen Tonnen, die der Autor als Potenzial in Deutschland ermittelt hat, überschreiten mindestens ein mal die Grenzen zum benachbarten Ausland:

Binnenverkehr 254 Mio t = 55 %; Transit durch Deutschland 31 Mio t = 7 %;
Import nach Deutschland und Export aus Deutschland jeweils 88 Mio t = 19 %.

Daher ist es sehr wichtig, dass das Containerzug-Liniennetz nicht national geplant wird, sondern mindestens als mitteleuropäische Lösung „aus einem Guss“. Die wichtigen Überseehäfen in den Niederlanden und Belgien sowie aufkommensstarke Partnerregionen in Österreich, Italien und Polen müssen direkt eingebunden werden. Dabei ergibt sich die Chance, historisch gewachsene Hemmnisse abzubauen, die internationale Güterzüge bis heute beeinträchtigen und zu unnötigen Verlusten von Verkehrsanteilen führen.

Insgesamt sollen 25 CEC-Linien in Deutschland 17.129 km zurücklegen, in Mitteleuropa errechnen sich 38.844 km. Tabelle 11a zeigt, dass bei 400 Meter

langen CEC-Zügen und einer Auslastung von 60% eine Verkehrsleistung von 51 Milliarden Tonnenkilometern (Mrd tkm) in Deutschland und rund 116 Mrd tkm in Mitteleuropa erbracht würde.

CEC-Verkehrsleistung	CEC-Linienlänge	CEC-km jährlich	TEU-Platzkm jährlich	tatsächliche TEU-km / Jahr	Verkehrsleist. CEC-Linienzüge
<i>Berechnung</i>	<i>s. Kapitel 5</i>	<i>(1) x 7.200</i>	<i>(2) x 60</i>	<i>60% Auslast.</i>	<i>(3) x 11,5 t</i>
Deutschland	17.129 km	123 Mio km	7,4 Mrd Pkm	4,4 Mrd TEU-km	51,1 Mrd tkm
Benelux	1.646 km	12 Mio km	0,7 Mrd Pkm	0,4 Mrd TEU-km	4,9 Mrd tkm
Schweiz	1.509 km	11 Mio km	0,7 Mrd Pkm	0,4 Mrd TEU-km	4,5 Mrd tkm
Österreich	3.023 km	22 Mio km	1,3 Mrd Pkm	0,8 Mrd TEU-km	9,0 Mrd tkm
and. Staaten	15.537 km	112 Mio km	6,7 Mrd Pkm	4,0 Mrd TEU-km	46,3 Mrd tkm
gesamt	38.844 km	280 Mio km	16,8 Mrd Pkm	10,1 Mrd TEU-km	115,8 Mrd tkm

- (1) 2-Stunden-Takt = 24 Züge am Tag, bei 300 Werktagen/Jahr = 7.200 Züge jährlich
An Wochenenden gibt es nicht nur auf den Straßen, sondern auch auf den Schienen deutlich weniger Güterverkehr. Daher berechnet der Autor das Jahr mit 300 Werktagen.
- (2) 400m langer Zug aus 20 vierachsigen Flachwagen a 3 TEU = 60 TEU pro Zug
- (3) Im Jahr 2002 lag die durchschnittliche Fracht einer TEU bei 11,5 Tonnen

Tabelle 11a: Verkehrsleistung des CEC-Liniennetzes

Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 80 km/h, einem Stationsabstand von 100 km, Be- und Entladeaufhalten von 30 Minuten und angemessenen Wendezeiten legt eine CEC-Garnitur etwa 60 km pro Stunde zurück. Daraus errechnet sich für Deutschland ein Bedarf von 1.370 Lokführer/innen und 428 CEC-Garnituren, für Mitteleuropa 3.108 Lokführer/innen und 971 CEC-Garnituren:

Personal- und Fahrzeugbed.	CEC-Linienlänge	CEC-km wöchentlich	Lokführer/innen- Arbeitsplätze	CEC-Fahrzeugbedarf
<i>Berechnung</i>	<i>s. Kapitel 5</i>	<i>(4) x 144</i>	<i>(5) Wo-km / 1.800</i>	<i>(6) Wo-km / 5.760</i>
Deutschland	17.129 km	2,47 Mio km	1.370 Personen	428 Züge
Benelux	1.646 km	0,24 Mio km	132 Personen	41 Züge
Schweiz	1.509 km	0,22 Mio km	121 Personen	38 Züge
Österreich	3.023 km	0,44 Mio km	242 Personen	76 Züge
andere Staaten	15.537 km	2,24 Mio km	1.243 Personen	388 Züge
gesamt	38.844 km	5,59 Mio km	3.108 Personen	971 Züge

Tabelle 11b: Personal- u. Fahrzeugbedarf des CEC-Liniennetzes

- (4) 2-Stunden-Takt = 24 Züge am Tag, bei 6 Werktagen/Woche = 144 Züge pro Woche
- (5) Jeder Zug 60 km/h, effektive Arbeitszeit 30 h/Woche (mit Urlaub, Schulung, Krankheit etc.)
- (6) Setzt man für Wende- und Wartungszeiten ein Drittel der Gesamtzeit an, so legt ein Zug pro Woche 6 x 24 Std x 60 km/h x 2/3 = 5.760 km zurück

Im CEC-Netz in Kapitel 5 sind auf einigen „Nebenästen“ nur „Halbzüge“ vorgesehen: Zum Beispiel soll die Linie 7 in Hamburg geteilt werden und nur jeweils 200 Meter lange CECs mit Platz für 30 TEU im 2-Stunden-Takt nach Kiel und Rostock weiter fahren. Betroffen sind 8% des deutschen Liniennetzes (1.414 km von 17.129 km) – Verkehrsleistung und Fahrzeugbedarf reduzieren sich um die Hälfte dieser Werte, also um 4 %. Da aber auch jeder „Halbzug“ einen ganzen Lokführer braucht, ergibt sich keine Personaleinsparung.

- Auf den „Nebenästen“ können statt „Halbzügen“ im 2-Std-Takt auch „Vollzüge“ im 4-Std-Takt fahren. Das würde z.B. bedeuten, dass die Züge der Linie 7 in Hamburg nicht geteilt werden, sondern in ganzer Länge abwechselnd nach Kiel oder Rostock fahren. Neben Verkehrsleistung und Fahrzeugbedarf halbiert sich dann auch der Personalbedarf. Allerdings ist auch eine geringere Nachfrage zu befürchten, weil der 4-Std-Takt weniger attraktiv ist. Er wirkt sich zudem negativ auf die Netzauslastung aus, da Verbindungen mit Umladen und alternative Fahrtrouten bei zu langen Wartezeiten nicht mehr in Frage kommen. Im Gesamtergebnis sind die Unterschiede nur marginal, deshalb wird in den Berechnungen nur die Variante „Halbzug im 2-Stunden-Takt“ berücksichtigt.

Nachfragespitzen sollen gezielt durch zusätzliche Direktzüge abgedeckt werden (siehe Kapitel 4.2). In den Berechnungen des Autors sollen sie im Jahresdurchschnitt zusätzlich 15 % der Leistung des CEC-Liniennetzes erbringen. Der Personalbedarf steigt ebenfalls um 15 %, der Fahrzeugbedarf allerdings überproportional: Wohl mehr als die Hälfte des Jahres werden nur wenige zusätzliche CECs benötigt, an einigen Spitzentagen aber bis zu einem Drittel zusätzlich zum normalen Liniennetz. Da dann aber sicherlich nur noch ein unbedingtes Mindestmaß an Reservezügen in den Depots verbleibt. Kann der zusätzliche Fahrzeugbedarf auf 25 % eingeschränkt werden:

Deutschland	Berechnung	Fahrzeugbedarf	Verkehrsleistung	Personalbedarf
Liniennetz	Tabellen 11a und 11 b	428 Züge	51,1 Mrd.tkm	1.370 Personen
Nebenäste	4% davon	17 Züge	2,0 Mrd.tkm	54 Personen
Differenz daraus		411 Züge	49,1 Mrd.tkm	1.316 Personen
Direktzüge	25% / 15% davon	103 Züge	7,4 Mrd.tkm	198 Personen
Summe daraus		514 Züge	56,5 Mrd.tkm	1.514 Personen

Tabelle 12a: Auswirkung der „Halbzüge“ und „Direktzüge“ in Deutschland

Unter Berücksichtigung von „Halbzügen“ und „Direktzügen“ erhöht sich die CEC-Verkehrsleistung in Deutschland somit um 10,5 % auf 56,5 Mrd.tkm. Der Personalbedarf wächst um 14,5 % auf 1.514 Lokführer/innen und der Fahrzeugbedarf um 24 % auf 514 Züge.



Abb.42: Im virtuellen Containerbahnhof ist auf Gleis 5 ein CEC angekommen. Sofort fangen die Kräne an die Behälter abzuladen, die für die CIR auf den Gleisen 1 und 4 oder für Betriebe in der Umgebung bestimmt sind.

Will man aus dem CEC-Liniennetz in Kapitel 5 den Bedarf für die angrenzenden Staaten ableiten ist zu bedenken, dass dort neben den elf „Buchstaben-Linien“ noch zusätzlicher Bedarf für regionale CEC-Netzergänzungen besteht. Andererseits gibt es erhebliche Einsparpotenziale durch „Halbzüge“. Der Autor geht vereinfachend davon aus, dass sich die Effekte gegenseitig aufheben.

Bei den Direktzügen für die Nachfragespitzen kann man davon ausgehen, dass wie in Deutschland 15 % der Leistung mit 15% des Personals und 25% des Fahrzeugbedarfs zusätzlich erbracht werden:

andere Staaten	Berechnung	Fahrzeugbedarf	Verkehrsleistung	Personalbedarf
Liniennetz	Tabellen 11a und 11 b	543 Züge	64,7 Mrd.tkm	1.738 Personen
Direktzüge	25% / 15% davon	136 Züge	9,7 Mrd.tkm	261 Personen
Summe daraus		679 Züge	74,4 Mrd.tkm	1.999 Personen
<i>Übertrag Deutschland aus Tabelle 11c</i>		514 Züge	56,5 Mrd.tkm	1.514 Personen
Mitteleuropa gesamt (Summe daraus)		1.193 Züge	130,9 Mrd.tkm	3.513 Personen

Tabelle 12b: Auswirkung der „Halbzüge“ und „Direktzüge“ in Mitteleuropa

Vergleicht man diese Zahlen mit Tabelle 11b ergibt sich eine Steigerung der Verkehrsleistung in Mitteleuropa um 13 % von 116 auf 131 Mrd.tkm. Der Personalbedarf wächst ebenfalls um 13 % von 3.108 auf 3.513 Lokführer/innen und der Fahrzeugbedarf um 23 % von 971 auf 1.193 Züge.

b) Container-Interregios (CIR) in Süddeutschland

Bei dem in Kapitel 5 skizzierten Liniennetz berühren 52 CIR-Linien Bayern und Baden-Württemberg. Der Autor geht davon aus, dass darauf die in Anhang 3d beschriebenen Gütertriebwagen im Zwei-Stunden-Takt verkehren.

Auf den Streckenabschnitten, auf denen zwei CIR-Linien vorgesehen sind, sollen die Triebwagen zusammen gekuppelt werden. Es bleibt dort also beim Zwei-Stunden-Takt, was zwar gegenüber versetzten Fahrten im Stundentakt weniger attraktiv ist, sich aber positiv auf Personalbedarf und Streckenbelastung auswirkt.

Natürlich werden nicht alle Züge gleich lang sein. Auf vielen Nebenästen genügen „Kurzzüge“, im Nahbereich der Großstädte werden dafür überproportional lange Züge benötigt. Der Einsatz von Triebwagen erlaubt es, das Angebot schnell auf die wechselnde Nachfrage anzupassen:

- An einigen CIR-Bahnhöfen ist ein abrupter Nachfragesprung zu erwarten. Dort ist es sinnvoll, Triebwagen an- und abzuhängen. Wenn ein großer Anteil der Ladung für einen Ort oder einen Kunden abseits des CIR-Bahnhofs bestimmt ist, kann ein abgehängter Triebwagen direkt zu diesem Ziel weiter fahren. Im CIR-Liniennetz in Kapitel 5 ist das beispielhaft für die Äste Aschaffenburg - Lauda, Schweinfurt - Bad Kissingen, Mühldorf - Simbach und Buchloe - Schongau berücksichtigt. Denkbar wären darüber hinaus z.B. auch noch Villingen - Neustadt/Schwarzwald, Kempten - Immenstadt und Erlangen - Herzogenaurach. Die berücksichtigten Abschnitte haben eine Länge von 510 km und somit einen Anteil von 6 % am Gesamtnetz - es dürfte sich daher um eine vorsichtige Schätzung handeln.
- Historisch bedingt bilden Flusstäler wie der Neckar in Stuttgart und die Regnitz in Nürnberg bevölkerungs- und industriereiche Achsen im Umfeld der Großstädte. Die CIR könnten dort alle 10 bis 20 km halten, allerdings ergäbe das eine zu lange Transportzeit. Für dicht am CEC-Knoten gelegene Städte (wie Ludwigsburg bei Stuttgart und Fürth bei Nürnberg) reichen „Shortlines“ im dichten Takt – trotz eines Umwegs über den CEC-Bahnhof ergeben sich für viele Container attraktive Beförderungszeiten. Bei starkem Binnenverkehr entlang einer CIR-Linie ist auch denkbar, dass zusätzliche Triebwagen eingesetzt werden. Wenn es z.B. in Anhang 7 von Fürth nach Bamberg und Schweinfurt große Nachfrage gibt, kann in Fürth ein CIR-Triebwagen beladen werden, bis Erlangen voraus fahren und dort an den Zug der CIR-Linie 70 angekuppelt werden.

Die 52 CIR-Linien erreichen in Bayern und Baden-Württemberg eine Länge von 8.357 km. Da die Fläche und die prognostizierte Verkehrsleistung für 2015 rund 30% Deutschlands entsprechen, können bundesweit 170 CIR-Linien mit einer Länge von rund 28.000 km hochgerechnet werden.

CIR-Verkehrsleistung	CIR-Linienlänge	CIR-km jährlich	TEU-Platzkm jährlich	tatsächliche TEU-km / Jahr	Verkehrsleist. CIR-Linienzüge
<i>Berechnung</i>	<i>s. Kapitel 5</i>	<i>(1) x 7.200</i>	<i>(2) x 22</i>	<i>60% Auslast.</i>	<i>(3) x 11,5 t</i>
Bad.-Württ.	3.093 km	22 Mio km	490 Mio Pkm	294 Mio TEU-km	3,4 Mrd tkm
Nordbayern	2.832 km	20 Mio km	449 Mio Pkm	269 Mio TEU-km	3,1 Mrd tkm
Südbayern	2.432 km	18 Mio km	385 Mio Pkm	231 Mio TEU-km	2,7 Mrd tkm
Summe	8.357 km	60 Mio km	1324 Mio Pkm	794 Mio TEU-km	9,1 Mrd tkm
Deutschland	28.000 km	201 Mio km	4,4 Mrd Pkm	2,6 Mrd TEU-km	30,4 Mrd tkm

(1) 2-Stunden-Takt = 24 Züge am Tag, bei 300 Werktagen/Jahr = 7.200 Züge jährlich

(2) durchschnittlich 2 CIR-Triebwagen mit 150 m Länge und Platz für 22 TEU

(3) Im Jahr 2002 lag die durchschnittliche Fracht einer TEU bei 11,5 Tonnen

Tabelle 13a: Verkehrsleistung des CIR-Liniennetzes

Bei einer durchschnittlichen CIR-Geschwindigkeit von 60 km/h, einem Haltestellenabstand von 30 km, Be- und Entladeaufhalten von etwa 30 Minuten und angemessenen Wendezeiten legt ein CIR durchschnittlich 30 km pro Stunde zurück. Daraus errechnet sich:

Personal- u. Fahrzeugbedarf	CIR-Linienlänge	CIR-km wöchentlich	Lokführer/innen-Arbeitsplätze	CIR-Fahrzeugbedarf
<i>Berechnung</i>	<i>s. Kapitel 5</i>	<i>(4) x 144</i>	<i>(5) Wo-km / 900</i>	<i>(6) Wo-km / 2.880</i>
Bad.-Württ.	3.093 km	0,45 Mio km	495 Personen	155 Züge
Nordbayern	2.832 km	0,41 Mio km	453 Personen	142 Züge
Südbayern	2.432 km	0,35 Mio km	389 Personen	122 Züge
Summe	8.357 km	1,20 Mio km	1.337 Personen	419 Züge
Deutschland	28.000 km	4,01 Mio km	4.457 Personen	1.397 Züge

(4) 2-Stunden-Takt = 24 Züge am Tag, bei 6 Werktagen/Woche = 144 Züge pro Woche

(5) Jeder Zug 30 km/h, effektive Arbeitszeit 30 h/Woche (mit Urlaub, Schulung, Krankheit etc.)

(6) Setzt man für Wende- und Wartezeiten ein Drittel der Gesamtzeit an, so legt ein Zug pro Woche $6 \times 24 \text{ Std} \times 30 \text{ km/h} \times 2/3 = 2.880 \text{ km}$ zurück.

Tabelle 13b: Personal- und Fahrzeugbedarf des CIR-Liniennetzes

Nachfragespitzen sollen wie beim CEC durch zusätzliche Direktzüge abgedeckt werden (siehe Kapitel 4.2). Sie sollen auch beim CIR im Jahresdurchschnitt zusätzlich 15 % der Leistung erbringen. Der Personalbedarf nimmt (wie beim CEC) im gleichen Maße um 15 % zu, der Fahrzeugbedarf aber überproportional. Bei geschickter Anpassung des Reserve- und Werkstattbestands nimmt der Autor (wie beim CEC) einen zusätzlichen Fahrzeugbedarf von 25 % an:

Fahrzeugbedarf	Berechnung	Bad.-Württemb.	Nordbayern	Südbayern	Deutschland
Linienetz	<i>Tabelle 12b</i>	155 Züge	142 Züge	122 Züge	1.397 Züge
Direktzüge	<i>25% davon</i>	39 Züge	35 Züge	31 Züge	349 Züge
Summe daraus		194 Züge	177 Züge	153 Züge	1.746 Züge

Verkehrsleistung	Berechnung	Bad.-Württemb.	Nordbayern	Südbayern	Deutschland
Linienetz	<i>Tabelle 12a</i>	3,4 Mrd.tkm	3,1 Mrd.tkm	2,7 Mrd.tkm	30,4 Mrd.tkm
Direktzüge	<i>15% davon</i>	0,5 Mrd.tkm	0,5 Mrd.tkm	0,4 Mrd.tkm	4,6 Mrd.tkm
Summe daraus		3,9 Mrd.tkm	3,6 Mrd.tkm	3,1 Mrd.tkm	35,0 Mrd.tkm

Personalbedarf	Berechnung	Bad.-Württemb.	Nordbayern	Südbayern	Deutschland
Linienetz	<i>Tabelle 12b</i>	495 Personen	453 Personen	389 Personen	4.457 Personen
Direktzüge	<i>15% davon</i>	74 Personen	68 Personen	58 Personen	669 Personen
Summe daraus		569 Personen	521 Personen	447 Personen	5.126 Personen

Tabelle 13c: Auswirkung der zusätzlichen CIR-Direktzüge

Somit ergibt sich einschließlich der Direktzüge in Deutschland eine jährliche CIR-Verkehrsleistung von 35 Mrd.tkm. Davon werden in Bayern 6,7 Mrd.tkm und in Baden-Württemberg 3,9 Mrd.tkm erbracht. Dafür braucht man etwa 5.100 Lokführern und 1.740 CIR-Garnituren, für Bayern sind es anteilig rund 970 Lokführer und 330 CIR-Garnituren, für Baden-Württemberg 570 Lokführer und 200 CIR-Garnituren.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit dem Anhang 5a so fällt auf, wie stark sich größere Länge und Geschwindigkeit des CEC (400 Meter und 60 km/h) gegenüber dem CIR (150 Meter und 30 km/h) auf die Produktivität auswirkt: 1.500 CEC-Lokführer/innen können in Deutschland jährlich 56,5 Mrd.tkm befördern, bei den CIR braucht man für 62 % der Verkehrsleistung (35 Mrd.tkm) 3,4 mal so viel Personal (ca.5.100 Lokführer/innen). Im Fahrbetrieb erbringt eine/e Lokführer/in somit beim CEC die 5,5-fache Leistung gegenüber dem CIR. Das bestätigt die vorherrschende Meinung, dass die Schiene vor allem für Transporte von großen Mengen über weite Strecken prädestiniert ist.