

Schlussbericht

# **Rentabilitätsbetrachtung und Risikoeinschätzung des Verkehrssystems TALPINO ÖKO TRANS**

im Auftrag des  
Bundesministeriums für Verkehr,  
Innovation und Technologie  
(Wien)

Projektdurchführung

Prof. Dr. Werner Rothengatter  
IWW (Karlsruhe)  
Dr. Stefan Rommerskirchen  
ProgTrans AG (Basel)

ProgTrans AG Basel

**prog***trans*

Prognosen und Strategieberatung  
für Transport und Verkehr

Gerbergasse 4  
CH-4001 Basel  
Telefon: +41 61 560 35 00  
Fax: +41 61 560 35 01  
E-mail [info@progtrans.com](mailto:info@progtrans.com)  
[www.progtrans.com](http://www.progtrans.com)

IWW Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung  
Sektion für Verkehr und Kommunikation  
Universität Karlsruhe



Postfach 6980  
D-76128 Karlsruhe  
Telefon: +49 721 608 43 45  
Fax: +49 721 608 30 71  
E-Mail: [rothengatter@uni-karlsruhe.de](mailto:rothengatter@uni-karlsruhe.de)  
[www.iww.uni-karlsruhe.de](http://www.iww.uni-karlsruhe.de)

Rentabilitätsbetrachtung und Risikoeinschätzung des Verkehrssystems TALPINO ÖKO TRANS  
Gutachterliche Stellungnahme  
Schlussbericht

Werner Rothengatter  
Stefan Rommerskirchen

Basel/Karlsruhe, 19.10.2005

Auftraggeber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Wien)

# Inhalt

	<b>Seite</b>
<b>1 Ausgangslage und gutachterlicher Auftrag</b>	<b>1</b>
1.1 Vorbemerkung	1
1.2 TALPINO Systembeschreibung zu Auftragsbeginn	2
1.3 Gegenstand des gutachterlichen Auftrags	4
<b>2 Untersuchungsgrundlagen</b>	<b>6</b>
2.1 Entwicklungsstand und verfügbare Dokumente	6
2.2 Projektantrag der Entwickler an das BMVIT	7
2.3 Stellungnahme der Jury	8
2.4 Businessplan TALPINO – Diplomarbeit von R. Deutsch an der Universität Innsbruck	9
2.5 Businessplan der Entwickler für eine fiktive Strecke	10
2.6 Bewertung der besonderen Systemmerkmale und der ersten Business-Pläne	12
<b>3 Grundsätzliche Überlegungen zu Anwendungsfällen</b>	<b>15</b>
3.1 Grundsätzliche Markt- und Kapazitätseinschätzungen	15
3.2 Möglichkeiten zur Einbindung des TALPINO-Systems in logistische Ketten	18
3.3 Fazit	22
<b>4 Abschätzung der wirtschaftlichen Realisierbarkeit unter idealisierten Annahmen</b>	<b>24</b>
4.1 Kapazitätswachstum und hohe Betriebsgeschwindigkeit	25
4.1.1 Kapazitätswachstum	25
4.1.2 Geschwindigkeitsvorteil	26
4.2 Flexible Rollende Landstraße	27
4.3 Energiebedarf und Umweltbeeinflussung im Vergleich	29
4.3.1 Energiebedarf	29
4.3.2 Umweltaspekte	35

4.4	Systemkosten	36
4.4.1	Kapitalkosten für Streckenbau und Ausrüstung	36
4.4.2	Kapitalkosten für Stationen und rollendes Material	38
4.4.3	Personalkosten	39
4.4.4	Kosten für Unterhalt und Instandhaltung.	39
4.4.5	Kosten für Energie	40
4.4.6	Zusammenfassung der Systemkosten	40
4.5	Integrierbarkeit in bestehende Verkehrssysteme	42
4.5.1	Straßengütertransport	42
4.5.2	Schienengütertransport	43
4.5.3	Binnenschifffahrt	43
4.5.4	Seeschifffahrt und Küstennahe Seeschifffahrt	43
4.6	Nutzen- und Kosten, abgeschätzt auf Grundlage allgemeiner Indikatoren	44
4.7	Wirtschaftliche Einsatzbedingungen für das System TALPINO ÖKO TRANS	45
<b>5</b>	<b>Anwendungsfall</b>	<b>47</b>
5.1	Auswahlkriterien für den Anwendungsfall	47
5.2	Beschreibung des Anwendungsfalls	47
5.3	Angebotsbezogene Bedingungen für den TALPINO-Einsatz	49
5.4	Nachfragekonstellation in Aufkommen, Leistung und Modal Split	51
5.5	Assessment gemäß Indikatorenliste	53
<b>6</b>	<b>Marktchancen und Marktfähigkeit</b>	<b>57</b>
6.1	Mögliche Einsatzfelder innerhalb und außerhalb Europas	57
6.2	Gegenwärtige Marktsituation und erwartete Entwicklung	61
6.3	Positionierung von TALPINO ÖKO TRANS auf der Angebotsseite des Transportmarktes	62
<b>7</b>	<b>Synopse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken</b>	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>Fazit</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>69</b>
<b>10</b>	<b>Anhang: TALPINO Businessplan zum Anwendungsfall (Stand: 25-08-2005)</b>	<b>A - I</b>

# 1 Ausgangslage und gutachterlicher Auftrag

## 1.1 Vorbemerkung

(1) Der vorliegende Bericht resümiert die gutachterliche Tätigkeit im Rahmen des Mandats „Rentabilitätsbetrachtung und Risikoeinschätzung des Verkehrssystems TALPINO ÖKO TRANS“ im Auftrag des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, das die beiden Gutachter im Wesentlichen zwischen dem März und August 2005 durchgeführt haben.

(2) Zu Beginn der Untersuchung lagen zunächst verschiedene Dokumente vor, die den Entwicklungsstand dieses Systems zum Jahresende 2004 repräsentierten. Parallel zur gutachterlichen Tätigkeit wurde das TALPINO-Konzept weiterentwickelt und erfuhr mit den ersten Überlegungen zum Konzept „Begleitende“ Autobahn“, die den Gutachtern erstmals Anfang April 2005 vorgestellt wurden, eine wesentliche Weiterentwicklung. Aufgrund der intensiven Diskussion anlässlich dieses ersten Treffens von Entwicklern und Gutachtern wurde das Konzept in der folgenden Zeit permanent weiterentwickelt.

(3) Die Gutachter haben im Mai 2005 vertragsgemäß einen „Fortschrittsbericht“ erarbeitet und Ende Mai vorgelegt; er befasste sich mit den grundsätzlichen Systemeigenschaften des TALPINO-Konzepts und berücksichtigte dabei auch schon diejenigen Weiterentwicklungen, welche die TALPINO-Entwickler bis Mitte Mai 2005 vorgestellt hatten. Als Konsequenz der ersten grundsätzlichen Analysen, die noch bewusst auf die Begutachtung eines konkreten Anwendungsfalls verzichteten, sondern erst zur Herleitung eines solchen führten, wurde den Entwicklern am 19. Mai 2005 eine Reihe von Fragen vorgelegt, die von diesen nahezu zeitgleich mit dem Abschluss des Fortschrittberichts beantwortet wurden. Nach Diskussion des Fortschrittberichts und Festlegung eines Anwendungsfalls Anfang Juni 2005 wurde den Entwicklern in einer ausführlichen Stellungnahme der Anwendungsfall vorgestellt und eine Reihe weiterer Fragen gestellt. Diese Stellungnahme wurde den Entwicklern Ende Juni zugeleitet.

(4) Anlässlich eines zweiten Treffens der Entwickler und Gutachter Ende Juli 2005 wurden sämtliche bis dahin von den Gutachtern aufgeworfenen Fragen im Hinblick auf den vereinbarten „rein hypothetischen Anwendungsfall“ diskutiert. Anfang August 2005 haben die Entwickler dazu erste Unterlagen

übermittelt, die nach eingehender Analyse zu einer weiteren Stellungnahme und einem Fragenkatalog seitens der Gutacher an die Entwickler führten, die diesen Mitte August übermittelt wurden. Die Entwickler haben darauf mit mehreren Unterlagen reagiert, die den Gutachtern am 22. und 23. August 2005 übermittelt wurden, also wenige Tage vor Abschluss des vorliegenden Entwurfs des Schlussberichts.

(5) Die Berichterstattung der Gutachter im vorliegenden Bericht folgt bewusst diesem Prozess, um die Dynamik aufzuzeigen, die das Gutachten ausgelöst hat und mit der die Entwickler an die Weiterentwicklung des Systems TALPINO ÖKO TRANS herangehen.

## **1.2 TALPINO Systembeschreibung zu Auftragsbeginn**

(1) TALPINO ÖKO TRANS ist die Bezeichnung für ein neues modulares Verkehrssystem, das von den österreichischen Entwicklern DI F. Ducia und DI M. Prachensky entwickelt wurde. Es basiert auf den Grundprinzipien:

- ▶ Unabhängiger Fahrweg im Tunnel, im Einschnitt oder eingehaust,
- ▶ Einzelplattformen mit relativ hohem Ladevolumen und –gewicht,
- ▶ Einzelführung der Plattformen entlang der Fahrstrecke ohne mechanische Kupplung mit elektronischer Abstandskontrolle,
- ▶ Querverschub und Einzelbearbeitung der Plattformen ohne die Notwendigkeit einer Zerlegung des Zugverbands an den Terminals.

(2) Da für TALPINO mehrere Entwicklungsvarianten existieren, ist es erforderlich, das dieser Begutachtung zugrunde liegende System durch weitere Merkmale zu spezifizieren:

- ▶ Tragen der Plattformen durch Luftkissen auf ebenem Untergrund (vergütete ebene Betonfahrbahnoberfläche),
- ▶ Führung und Spursicherung der Plattformen durch linear-induktive Motoren (LIM) sowohl entlang der Strecke wie auch an den Terminals,
- ▶ Passive starre Weichen mit magnetischer Einstellung,
- ▶ Antrieb der Plattformen durch asynchrone Linearmotoren (in der Plattform seitlich eingebaut),

- ▶ Individuelles Ein- und Ausfädeln der Plattformen an Stationen,
- ▶ Querverschub an Stationen zur Bearbeitung der Plattformen und Transportvorbereitung,
- ▶ Auslegung primär für den Güterverkehr,
- ▶ Vergleichsweise hohe Freiheitsgrade für die Trassierung (Kurvigkeit, Längsneigung).

(3) Die wesentlichen Maße und Leistungsdaten sind:

- ▶ Länge/Breite/(Lade-)Höhe der Boxen in m: ca. 20,00 / 3,50 / 4,50,
- ▶ Geschwindigkeit: auslegungsabhängig zwischen 80 und 160 km/h,
- ▶ Bruttogewicht: 50t; Nettogewicht abhängig von der Transportart (beispielsweise Schüttgut, Komplett-Lkw; Container),
- ▶ Eigengewicht der Plattformen: ca. 6t,
- ▶ Energieverbrauch: unterschiedliche Angaben, abhängig vom Anwendungsfall (bzgl. Geschwindigkeit, Längsprofil, Beschleunigungs- und Bremsvorgänge etc.),
- ▶ Betriebssteuerung: Alcatel-System; Frequenz bis zu 10 sec, Abstandshaltung auf der Strecke (Angaben der Entwickler),
- ▶ Automatische Steuerung des Ein- und Ausfädeln an den Stationen, der Beschleunigung und Verzögerung sowie des Querverschubs und der Operationsbewegungen an den Stationen.

(4) Die Merkmale des betrieblichen Einsatzes lassen sich am besten anhand von Referenzstrecken quantifizieren. Die Entwickler nennen eine Reihe möglicher Routen, darunter:

- ▶ Alpenquerung München – Mailand (auch: Ulm – Memmingen - Mailand),
- ▶ Mailand – Containerhafen Genua,
- ▶ Genua – München,
- ▶ Triest – München – Linz,
- ▶ Gütershuttle Containerhafen Rotterdam – Ruhrgebiet,
- ▶ Gütershuttle Containerhafen Hamburg – Osnabrück – Düsseldorf,
- ▶ Gütershuttle Wien – Bratislava,
- ▶ Güterverteillerringe in Großstädten Wien, Paris, München, Shanghai,
- ▶ Verbindungen zwischen Stadtzentren und Flughäfen.

### 1.3 Gegenstand des gutachterlichen Auftrags

(1) Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat den Prüfauftrag zur Beurteilung der Technologie TALPINO wie folgt definiert:

- ▶ Abschätzung der wirtschaftlichen Realisierbarkeit (Strecke und Stationen) aufgrund der Merkmale
  - Umweltrentabilität und Kostenrentabilität,
  - Integrierbarkeit in bestehende Verkehrssysteme,
  - Nutzen- und Kosten, abgeschätzt auf Grundlage allgemeiner Indikatoren.
- ▶ Quantitative Untersuchung eines Anwendungsfalls incl. Nutzen-Kosten-Bilanz auf Grundlage der Indikatoren
  - Entwicklungskosten
  - Investitionskosten
  - Kosten Betrieb, Erhaltung u. dgl.
  - Kosten Steuerung, Überwachung und Sicherung
  - Verkehrsnachfrage
  - Verlagerungspotential von anderen Verkehrsträgern
  - Erwartbare Einnahmen
  - Wechselwirkungen auf Erlöse anderer Verkehrsträger
  - Auswirkungen auf Umwelt – und Regionalentwicklung
  - Sonstige volkswirtschaftliche Kosten/Nutzen
- ▶ Beurteilung der Marktchancen und Marktfähigkeit im Hinblick auf
  - Die aktuelle Marktsituation,
  - Die künftige Marktentwicklung (mit/ohne TALPINO ÖKO TRANS)
  - Änderung der Marktlandschaft
  - Marktverdrängungspotentiale
  - Entstehen von neuen Märkten
  - Gefährdungspotentiale für andere Verkehrsträger.

(2) Die Gutachter werden sich nicht im Detail mit den Problemen der technischen Realisierbarkeit befassen. Insbesondere wird auf folgende Punkte nicht in spezieller Weise eingegangen:

- ▶ Probleme der Linearmotortechnologie bei der Einzelplattformen-Traktion,
- ▶ Probleme der Luftkissentechnik,
- ▶ Energiezufuhr für Luftkissen und Magnetführung,

- ▶ Leit- und Sicherungstechnik, auch für das Ein- und Ausfädeln der Plattformen sowie den Querverschub,
- ▶ Sicherheitssystem für Gefahrgüter und für mitgeführtes Fahrpersonal der Lkw.

(3) Auch soll die mittelfristige Konkretisierbarkeit auf speziellen Verkehrsachsen nicht als Beurteilungskriterium dienen. Diese könnte aufgrund getroffener politischer Entscheidungen für andere Verkehrstechnologien bereits stark eingeschränkt sein.

(4) Vielmehr geht es im Hauptauftrag darum zu prüfen, welche verkehrlichen und marktbezogenen Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Einsatz von TALPINO ÖKO TRANS gegeben sein müssen. Das System hat – technische Funktionsfähigkeit vorausgesetzt – bestimmte funktionelle Merkmale, die seine möglichen Vorteile gegenüber konventionellen Verkehrstechnologien beschreiben. Diese müssen auf eine Marktnachfrage treffen, welche die Kosten des Verkehrsangebots tragen kann, zumindest in einem höheren Umfang, als dies bei konventionellen Technologien der Fall ist. Diese Untersuchung kann sich nicht auf einen Verkehrskorridor beschränken, der hypothetisch durch den TALPINO ÖKO TRANS bedient wird. Vielmehr sind die gesamten Nachschubketten zu analysieren, die sich bei einem TALPINO ÖKO TRANS-Angebot herausbilden könnten. Denn das System setzt bei Nutzung seiner theoretischen Kapazität voraus, dass starke Bündelungsprozesse bei den angesprochenen Nachschubketten wirksam werden, so dass das betroffene Gebiet weit über den mit dem System ausgestatteten Verkehrskorridor hinausgehen muss.

(5) Ein wichtiger Untersuchungsaspekt ist die Integrierbarkeit in bestehende Transportsysteme. An dieser Stelle gilt es, die Untersuchungsbedingungen so zu setzen, dass eine neutrale Bewertung möglich wird. Einerseits darf die Existenz konventioneller Transportsysteme im untersuchten Korridor nicht zu einer Abwertung des neuen Systems aufgrund möglicher Verlagerungseffekte führen, andererseits wird man aber auch nicht von den vielfältigen Schnittstellenproblemen abstrahieren können.

## 2 Untersuchungsgrundlagen

### 2.1 Entwicklungsstand und verfügbare Dokumente

(1) Die TALPINO ÖKO TRANS–Diskussion befindet sich derzeit auf der Ebene einer Pre-Feasibility Study; d.h. es gibt Konzeptideen und überschlägige Angaben zu technischen Funktionalitäten, Leistungsfähigkeiten und Kosten, aber kein entwickeltes Industrieprodukt mit exakt quantifizierten Merkmalen. Die Angaben der Entwickler basieren ebenso auf Schätzungen und Analogieschlüssen wie die zum Vergleich aufgebaute Wissensbasis der Gutachter. Die Unsicherheit der Beurteilung wird dadurch vermindert, dass die Komponenten des Systems durchaus bekannte Technologien sind (Luftkissen, magnetische Führung, Linearmotorantrieb). Insofern lassen sich relativ verlässliche Daten zu einer Reihe von Systemkomponenten zusammenstellen.

(2) Den Gutachtern wurden im Verlauf ihrer Tätigkeit folgende Unterlagen zum Projekt TALPINO ÖKO TRANS zur Verfügung gestellt:

- ▶ Projektantrag TALPINO an das BMVIT, Teil B: Projektbeschreibung (30.06.2004),
- ▶ Zusammengefasste Kommentare der Jury (28./29.08.2004),
- ▶ TALPINO-Businessplan: Eine betriebswirtschaftliche Analyse eines innovativen Verkehrskonzepts in der Alpenregion; Diplomarbeit R. Deutsch an der Universität Innsbruck (2/2004),
- ▶ Aktualisierte Businesspläne: 1. Stand 08-02-2005; 2. Stand 07-04-2005; 3. Stand 11-04-2005; 4. Stand 12-04-2005 (Hauptunterlage zum Fortschrittsbericht); 5. Stand: 22-05-2005; 6. Stand 05-08-2005 (Hauptunterlage für den Entwurf des Schlussberichts), 7. Stand 20-08-2005 (vgl. die Dokumentation im Anhang),
- ▶ Dokument „Be-gleitende Autobahn“ (Vorabzug zum Druck), übergeben am 07.04.2005,
- ▶ Folder „Be-gleitende Autobahn“, Vorabzug 12.04.2005,
- ▶ Diverse Filmausschnitte, von den Entwicklern mit Begleitschreiben vom 12.04.2005 zur Verfügung gestellt,
- ▶ Schreiben der Entwickler vom 23. Mai 2005 (11 Seiten) mit Antworten zu diversen von den Gutachtern per email übermittelten Fragen,
- ▶ Dokument „TALPINO ÖKO TRANS“ (23. Mai 2005, 26 Seiten),

- ▶ Beschreibung des Linearen Induktionsmotors (LIM) (23. Mai 2005),
- ▶ Stellungnahme zum Fortschrittsbericht, übergeben am 27. Juli 2005,
- ▶ Angebotsschreiben der Firma UNGER STAHLBAUGESMBH (Wien) an die Entwickler zum Bau der Einhausungen des offenen Fahrwegs einerseits (14.07.2005) und der Stations-Überdachungen andererseits (02.08.2005),
- ▶ Angebotsschreiben der Firma IMMORENT AG (Wien) an die Entwickler zum Leasing der Stationen und der TALPINO-Plattformen (02.08.2005),
- ▶ Betriebskonzept TALPINO, Erläuterung der Funktionsweise des TALPINO-Systems im Anwendungsfall „Be-Gleitende Autobahn“ (22.08.2005),
- ▶ Ergänzungen und Anmerkungen der Entwickler zur 2. Stellungnahme der Gutachter (22.08.2005),
- ▶ Abschlussbericht „KV-Pilotrelation Neckar-/Alb-/Donau-/Bodenseeraum - Regionen Lombardei/Veneto (AlpFRail West), Netzplanung - Betriebskonzept – Kalkulation“, Juni 2005 (als pdf-file von den Entwicklern übermittelt, 22.08.2005),
- ▶ 43 Zeichnungen und Bilder zur Konkretisierung und Erläuterung des Anwendungsfalls „Be-Gleitende Autobahn“ (22.08.2005).

## 2.2 Projektantrag der Entwickler an das BMVIT

(1) Ausgangspunkt der Antragstellung der Entwickler ist die Hypothese, dass der Güterverkehr über die Alpen in der Zukunft so stark steigen wird, dass neben den leistungsmäßig auf ca. 20 Mio. Nettotonnen pro Jahr begrenzten Eisenbahntransversalen zusätzlich wenigstens eine Hochleistungs-Verbindung für Güter mit wenigstens 50 Mio. Nettotonnen pro Jahr erforderlich sein wird, um größere Teile des Lkw-Verkehrs auf umweltverträglichere Verkehrsmittel zu verlagern. Als maximale Leistungsfähigkeit des TALPINO ÖKO TRANS-Systems werden sogar 250 Mio. Nettotonnen p.a. angegeben.

(2) TALPINO-Plattformen sollen 35 Nettotonnen und mehr tragen können, bei einem Bruttogewicht von 50 – 60 Tonnen. Ein automatisierter Wechsel von verschiedenen Transportsystemen (Bahn, Lkw) soll möglich sein. Die Größe der TALPINO-Plattform wird im Antrag mit 20,00 x 3,50 x 4,50 m angegeben, wobei in anderen Unterlagen auch andere Maße genannt werden. Diese Di-

mensionierung stellt sicher, dass ganze Lkw auf das spurgeführte System verlagert werden können.

(3) Die Auslegung der technischen Systeme bis hin zur Steuerungs-/Sicherheitstechnik beschränkt sich auf skizzenhafte Beschreibungen, wobei die Antragsteller darauf verweisen, dass Details durch das beantragte Untersuchungsprojekt zu klären sind. So bleibt eine Reihe von zentralen Fragen zunächst unbeantwortet, die für die technische Machbarkeit, aber auch für die ökonomische Bewertung von Bedeutung sind:

1. Eine automatische Steuerung entlang der Strecke und beim Ein- und Ausfädeln erscheint durchaus vorstellbar, gleichfalls für den Querverschub auf vordefinierten Wegen. Es steht in Frage, ob dies für alle Operationsbewegungen an den Terminals zutrifft (etwa: Bereitstellung von Sonderfahrzeugen für Gefahrgut; Abstellen, Stapeln und Einstellen der Plattformen).
2. An den Stationen müssen Plattformen vorrätig gehalten werden, die dann nach Bedarf vom Stapel zu nehmen sind. Daraus ergeben sich Probleme, wie beispielsweise: Leerplattformen-Rückführung bei asymmetrisch verteilter Nachfrage, Terminaldispositionen für die Plattformen analog zu Containerterminals mit Werkzeugen, die noch nicht bekannt sind (z.B. Kran, Reach-Stacker).
3. Energiebedarf fällt nicht nur bei der Traktion, sondern auch beim Querverschub und bei der Bearbeitung der Plattformen an. Die Frage ist offen, ob die Energieversorgung für alle Operationsbewegungen mit Hilfe von Induktion gewährleistet werden kann.

Solche und ähnliche Fragen sind nur im Rahmen einer Machbarkeitsstudie verlässlich zu klären.

## **2.3 Stellungnahme der Jury**

(1) Die Kommentare der Jury zum Projektantrag TALPINO sind überwiegend kritisch. Wichtige technische Fragen bleiben offen:

1. Ist das System energetisch wirklich im Vorteil, wenn man die Energie für das Tragen der Lasten mit Hilfe von Luftkissen berücksichtigt?
2. Wie wird die Energie an Bord der Plattformen erzeugt bzw. leitungsfrei vom Fahrweg aus übertragen?

3. Wie wird das System gesteuert, entlang der Strecke und an den Knoten?
4. Ist das Sicherheitskonzept so machbar oder effizient und welche Vorkehrungen gibt es für Gefahrentransporte?
5. Wie ist letztlich die Trassierung gedacht („mehrere kurze Tunnel“)?

(2) Die Jury ist auch im Zweifel, ob wirklich ein Markt für ein zusätzliches Transportsystem vorhanden ist.

## **2.4 Businessplan TALPINO – Diplomarbeit von R. Deutsch an der Universität Innsbruck**

(1) R. Deutsch versucht in seiner an der Universität Innsbruck eingereichten Diplomarbeit, einen Businessplan auf Basis der Beschreibungen der Projektentwickler zu formulieren. Dieser umfasst die Abschnitte Realisierungsfahrplan, Chancen und Risiken, Marketing, Geschäftssystem und Organisation sowie Finanzierung. Zu einem Businessplan gehört eine hinreichend detaillierte Beschreibung des Geschäftsmodells in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht. Hierzu nimmt der Verfasser die Gründung einer Gesellschaft an, der TCR (TALPINO CARGO RAPID). Diese Gesellschaft betreibt ein Projekt, das die beschriebene Technologie auf der Relation München–Mailand einsetzt. Im Zuge der Projektdefinition gibt es eine Reihe von interessanten Festlegungen:

1. Die Trasse folgt nicht der Brenner-Route, sondern führt direkt von München über Kempten, Oberstdorf, Ischgl, Bormio, Bergamo nach Mailand. Mit etwa 385 km Länge ist sie mehr als 200 km kürzer als die Verbindung über die Brenner-Route.
2. Anstelle eines langen Tunnels, wie auf der Brenner-Route, gibt es mehrere kürzere Tunnel zwischen Oberstdorf und Lovere. Die Tunnellänge liegt zwischen 10,8 und 25,8 km. Es wird als eventueller Vorteil angeführt, dass die kürzeren Tunnelstücke in einer wirtschaftlicheren Bauweise gefertigt werden können.
3. Die Flexibilität der Trassierung erlaubt die Einrichtung von Stationen in den Gebirgstälern, die von der Trasse überwiegend quer durchschnitten werden. Insgesamt lassen sich auf diese Weise zwischen den Terminals 16 Stationen realisieren.
4. Die Annahmen zu den Investitionen in die Trasse orientieren sich an Eisenbahntunneln und erscheinen realistisch.

5. Die Annahmen zum betrieblichen Einsatz sind eher theoretischer Natur (20 Stunden/Tag; 350 Tage/Jahr), bei störungsfreiem Betrieb.
6. Die Annahmen zum Einsatz der Linearmotortechnik, der Magnetführung und der Luftkissentechnik sind nicht auf die speziellen Einsatzbedingungen abgestimmt.
7. Bei der Finanzierung fällt die Hauptlast den Ländern Italien und Deutschland zu, die EU soll 20% beisteuern, während die Alpenländer Österreich und die Schweiz weniger als 10% einbringen müssten. Durch Hinzuziehung von privatem Kapital und Beteiligung der EIB wären die Staatsanteile auf eine Größenordnung von 40% zu reduzieren.
8. Der Break-even wird unter günstigsten Bedingungen nach 17 Jahren, unter weniger günstigen Bedingungen nach 26 Jahren erreicht.

(2) Die Diplomarbeit übernimmt ansonsten direkt die Daten der Entwickler und erfüllt den eigenen (für eine Diplomarbeit sehr hohen) Anspruch, einen Businessplan zu entwickeln - also eine umsetzbare Geschäftsidee zahlenmäßig zu belegen - nicht. Eine Reihe von Annahmen erscheint unrealistisch; vor allem wird nicht konkret aufgearbeitet, welche Transporte auf den TALPINO verlagert werden sollen und wie die Änderung der logistischen Ketten ablaufen soll. Manche Angaben, etwa zum Energieverbrauch, sind unhaltbar. Die Ergebnisse zu den Break-even-Punkten sind nicht durch belastbare Wirtschaftlichkeitsrechnungen hinterlegt.

## **2.5 Businessplan der Entwickler für eine fiktive Strecke**

(1) Die Entwickler haben mit Emails vom 7., 11. und 12. April 2005, sowie vom 22. Mai 2005 Daten zum Businessplan für eine fiktive Strecke übermittelt. Dies hatte zum Ziel, die besonderen Merkmale des Systems TALPINO anhand einer prototypischen Relation herauszuarbeiten, ohne mögliche Konflikte mit bestehenden Systemen beachten zu müssen. Wesentliche Annahmen waren:

1. Als Trasse wird eine fiktive Verbindung mit 240 km Länge definiert, wobei 155 km eben, 40 km aufgestellt und 45 km im Tunnel verlaufen.
2. Entlang der Strecke sollen 6 Stationen eingerichtet werden.
3. Die Betriebszeit beträgt 300 Tage pro Jahr mit 18 Std. pro Tag.

4. Die Plattformen verkehren im 25 sec (=550 m) Abstand mit 79 km/h mit einer Gesamtfahrzeit von 3,03 Stunden.
5. Im Mittel befördert eine Plattform eine (Brutto-) Nutzlast (Transportgefäß und Ladung) von 25 Tonnen.
6. Die Beförderungskapazität wird auf 50 Mio. Tonnen Brutto-Nutzlast/Jahr in der Summe über beide Fahrtrichtungen ausgelegt. Die Anzahl der beförderten Nettotonnen/Jahr liegt damit bei 39 Mio. Die Aufteilung der Nachfrage auf die einzelnen Stationen ist offen.
7. Die Investitionsausgaben liegen in der Schätzung bei 3,85 Mrd. Euro bei einer Abschreibungsdauer von 50 Jahren.
8. Die Erlöse werden aus Lkw-Transporttarifen (0,9 Euro/Lkw-km) abgeleitet und insgesamt mit 432 Mio. Euro pro Jahr geschätzt. Sonstige Erlöse erscheinen mit 86 Mio. Euro in der Rechnung (deklariert mit 5%; rechnerisch 20%).
9. Abschreibungen, Mieten, Zinsen, Personal- und Betriebskosten summieren sich nach der Kalkulation zu 459 Mio. Euro pro Jahr, so dass ein Überschuss von 59 Mio. pro Jahr verbleibt.

(2) Die vorgelegten Kalkulationen waren in einigen Punkten bereits wesentlich realistischer als der Businessplan in der Diplomarbeit von R. Deutsch. Dennoch blieben für die Gutachter einige Fragen offen, die im „Fortschrittsbericht“ vom Mai 2005 festgehalten und den Entwicklern vorgelegt wurden:

1. Die Annahmen zu den Mietkosten für Fahrzeuge und Stationen erschienen sehr optimistisch. Sie erfordern einen mutigen Investor oder eine staatliche Absicherung.
2. Die Zahlen zu den Stationen waren nicht nachvollziehbar. Die Herstellungs- und Unterhaltskosten sind aber ein sehr wichtiger Faktor für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des TALPINO-Projekts. Terminals und Zwischenstationen müssten unterschieden werden. Bei den Zwischenstationen wird man Überwerfungsbauwerke nicht vermeiden können.
3. Die grundsätzliche Annahme einer durchschnittlichen Nutzlast von 25 t für einen Lkw war zu hinterfragen; es ist zwar richtig, dass ein 40 t- Lkw über eine Nutzlastkapazität von etwa 26 bis 26,5 t Nutzlast verfügt; allerdings wird diese Nutzlastkapazität im Durchschnitt auch im Fernverkehr nur in der Größenordnung von zwei Dritteln bis zu maximal drei Vierteln ausgenutzt, weil unpaarige Verkehrsströme und Probleme bei der Rückfrachtakquisition im Mittel nicht mehr zulassen. Alle derartigen Berechnungen sollten also mit maximal 20 t Nutzlast durchgeführt wer-

den. Damit kommt der "durchschnittliche Lkw" dann bei einem Leergewicht von 13 bis 14 Tonnen auf ein mittleres Gesamtgewicht von 33 bis 34 t. Als „Brutto“-Nutzlast im Sinne der TALPINO-Beförderung wären dann sogar diese Gewichte anzusetzen. Allerdings erschien diese Annahme für den weiteren Rechenverlauf auf der Erlösseite solange von untergeordneter Bedeutung, wie die Erlöse je Fahrzeugeinheit unverändert bleiben.

4. Bei der Erlösberechnung wurde seitens der Entwickler von einer Einnahme in Höhe von 0,90 Euro je Lkw-km ausgegangen; diese Annahme orientiert sich offenbar an den Vollkosten des Fahrzeugeinsatzes eines legal betriebenen österreichischen (und in der Größenordnung auch westeuropäischen) Lkw im internationalen Güterverkehr. Es erschien den Gutachtern sehr unrealistisch, dass diese Zahlungsbereitschaft tatsächlich existiert. Diese orientiert sich auch im Güterverkehr eher an den „Out-of-pocket-Kosten“ (für Kraftstoffe und Mauten); auf einer „normal“ bemauteten Strecke wären dies (bei Kraftstoffkosten von 0,95 Eurocent je Liter Diesel und einem Durchschnittsverbrauch von 34 Litern auf 100 km sowie einer durchschnittlichen Maut von 27,3 Eurocent je Lkw-km) etwa 60 Eurocent je Lkw-km.
5. Bei den Erlösen war ferner eine Position von 5% "Sonstiges" aufgeführt, faktisch wurde aber mit 20% gerechnet. Es war ungeklärt und blieb zu erläutern, woher diese Erlöse stammen sollen.
6. Die Annahmen zu den Personalkosten erschienen sehr optimistisch.
7. Die Daten zum Energieverbrauch waren in den verschiedenen Unterlagen sehr unterschiedlich. Sie stimmten nicht mit Herstellerangaben für die Luftgleitkissentechnik überein.

## 2.6 Bewertung der besonderen Systemmerkmale und der ersten Business-Pläne

(1) Das TALPINO-System ist im Prinzip keine vollkommen neue Technologie, sondern eine innovative Kombination von bekannten Techniken. Die Auslegung einiger wesentlicher Komponenten, wie zum Beispiel Niederdruck-Luftkissen, Linear-Antrieb, induktive Stromübertragung und elektronische Systemsteuerung ist industriell noch nicht in der Form entwickelt, wie sie für das TALPINO-System benötigt werden. Während die grundsätzliche technische Machbarkeit nicht in Zweifel gestellt werden soll, kennzeichnen die in diesen

Bereichen noch bestehenden offenen Fragen die Dimensionen der wirtschaftlichen Risiken. Dies gilt allerdings für jede Innovation und darf nicht von vornherein als Ausschlusskriterium gelten. Falls ein attraktives wirtschaftliches Potential zu identifizieren ist, werden die noch offenen technischen Fragen wieder aufzugreifen sein, um die Risiken zu vermindern.

(2) Somit geht es bei einer ersten Bewertung der Systemmerkmale und deren Umsetzung in Business-Pläne darum, die Funktionalität des Systems für Gütertransporte zu charakterisieren, um damit zu klären, unter welchen Einsatzbedingungen eine Überlegenheit gegenüber bestehenden Systemen entstehen kann.

1. Die neue Funktionalität des TALPINO-Systems für den Gütertransport besteht in der modularen Betriebsweise mit einzelnen Plattformen, die flexible Operationen an den Terminals erlauben. Im Gegensatz zur Eisenbahn müssen keine Zugverbände zusammengestellt und wieder zerlegt werden. Der Verschub der Plattformen ist in alle Richtungen möglich und dabei zu einem großen Teil automatisierbar. An den Stationen ist das System ähnlich flexibel wie der Lkw. Umstellungen von anderen Transportsystemen sind im Vergleich zur Eisenbahn schneller und weniger aufwändig zu realisieren.
2. Die Plattformen lassen sich flexibel bestücken, entweder durch aufgestellte Boxen oder durch Integration von Tragelementen für Container bzw. Lkw.
3. Das System ermöglicht relativ hohe durchschnittliche Transportgeschwindigkeiten und bietet wegen der kurzen Umstellzeiten auch Einsatzpotential für mittlere Transportentfernungen.
4. Es wird unabhängig von anderen Verkehrssystemen geführt und verursacht geringere lokale Umweltbeeinflussungen.
5. Theoretisch ergibt sich bei dichter Taktfolge der Plattformen eine hohe Kapazität des Systems.

(3) Die ersten Business-Pläne versuchen, positive Aussichten für den betrieblichen Einsatz zu begründen. Einige Systemmerkmale sprechen dafür, dass Investitions- und Betriebskosten in einem Rahmen bleiben, der eine weitere Befassung mit dem System sinnvoll macht:

1. Aufgrund der hohen Steigfähigkeit lassen sich günstigere Trassierungselemente verwenden als bei Eisenbahn und Autobahn.
2. Die Fahrwegbefestigung ist wegen der flächigen Druckverteilung geringer zu dimensionieren.

3. Die Kosten der Instandhaltung dürften wesentlich geringer liegen als bei der Eisenbahn.
4. Der Personaleinsatz fällt wegen des hohen Automatisierungsgrades geringer aus, entsprechend niedriger liegen die Personalkosten.
5. Die Umschlagvorgänge und die Operationen der Plattformen lassen sich ökonomischer gestalten als bei der Bahn.

(4) Die in den ersten Business-Plänen erarbeiteten Daten zu Investitions- und Betriebskosten sind aber noch wenig belastbar. Dies gilt auch und insbesondere für Vergleiche zwischen TALPINO und Bahngütertransport. Diese sind noch wenig aussagefähig, zumal sie das TALPINO-System unter idealen mit dem Konkurrenzsystem unter realen Einsatzbedingungen vergleichen. Aber es wäre ebenso verfehlt, für das TALPINO-System ähnlich ungünstige Kapazitätsauslastungen zu unterstellen, wie sie bei der Güterbahn heute vorherrschen. Denn es soll durch seine höhere Attraktivität mehr Transporte anziehen und somit bessere Auslastungsquoten aufweisen.

(5) Eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit setzt voraus, dass konkretere Informationen über die Nachfragepotenziale vorliegen, so dass das System in Bezug auf Kapazität und Leistungsbedingungen auf die Nachfrage eingestellt werden kann. Diese lassen sich einerseits durch eine Zusammenstellung idealisierter Annahmen konstruieren oder andererseits durch Definition eines konkreten Anwendungsfalls bereitstellen. Beide Wege werden in der Folge besprochen, um die Unsicherheiten über die wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten des TALPINO-Systems zu verringern.

## 3 Grundsätzliche Überlegungen zu Anwendungsfällen

### 3.1 Grundsätzliche Markt- und Kapazitätseinschätzungen

#### 3.1.1 Allgemeine Entwicklungstendenzen des Güterverkehrs in Europa und im alpenquerenden Verkehr

(1) Der Güterverkehr in Westeuropa verzeichnet seit der Ankündigung der Vollendung des EU-Binnenmarkts in der zweiten Hälfte der 80er Jahre große Zuwächse, und zwar einerseits insbesondere im internationalen Verkehr und andererseits auf der Straße. Als Faustformel lässt sich seitdem konstatieren, dass der Außenhandel (Ein- und Ausfuhren) etwa doppelt so stark wächst wie das Bruttoinlandsprodukt und dass die Güterverkehrsleistungen (in der Dimension Tonnenkilometer, tkm) etwa im Gleichschritt bis leicht überproportional zum BIP-Wachstum ansteigen.

(2) Seit dem Fall des „Eisernen Vorhangs“ gilt der starke Anstieg grenzüberschreitender Verkehre auch für zahlreiche Länder Mittel- und Osteuropas, wobei zu beachten ist, dass aufgrund der anderen Wirtschaftsstrukturen die Transportintensität (das Verhältnis von tkm zu BIP) in diesen Ländern im Mittel zunächst sehr hoch war; sie reduziert sich im Zuge des wirtschaftsstrukturellen Wandels zwar allmählich; aber dieser Prozess dauert deutlich länger, als man zu Beginn der 90er Jahre angenommen hat, zumal der internationale Warenaustausch mit dem Westen, der schon vor der EU-Erweiterung in 2004 eingesetzt hatte, durch diese aber nochmals einen zusätzlichen Impuls erfuhr, diesem Trend der abnehmenden Transportintensität entgegenwirkt.

(3) Der alpenquerende Güterverkehr ist viele Jahre ein dynamischer Wachstumsmarkt gewesen. Dabei ist zu beachten, dass einzelne Phänomene der Modalwahl- wie der Routenwahländerungen immer wieder zu erheblich verzerrten Einzelwahrnehmungen auf bestimmten Korridoren bzw. Alpenübergängen geführt haben; dies gilt besonders markant für die Brennerroute, die sich in einer „Sandwich-Position“ zwischen den im Osten Österreichs und den in der Schweiz gelegenen Alpenübergängen befindet. Die zahlreichen vorliegenden Korridorprognosen machen deutlich, dass man das Gefüge alpenquerender Verkehre nur angemessen erfassen kann, wenn man diese über den gesamten Alpenbogen (von Ventimiglia bis zum Osten Österreichs) im Gesamtzusammenhang von Schiene und Straße betrachtet. Bei dieser Betrachtung

tung zeigt sich, dass der alpenquerende Güterverkehr auch heute noch ein dynamisch wachsender Markt ist und keineswegs durch neue Ost-Westverkehre substituiert wird, wie dies eine zeitlang von manchen Prognostikern vermutet wurde.

(4) Nach unseren aktuellsten Einschätzungen (ProgTrans European Transport Report 2004) wird sich die gesamtmodale Güterverkehrsleistung aller Landverkehrsträger in den westeuropäischen EU-Ländern bis 2015 um 2,3% p.a. erhöhen; die Modalsplit-Anteile der Schiene werden sich trendmäßig noch etwas verringern, aber durch die Wirkung der „Eisenbahnpakete“ und entsprechende Effizienzverbesserungen der Eisenbahnverkehrsunternehmen nach 2010 auch wieder leicht zulegen.

(5) In den EU-Beitrittsländern, deren Einwohnergesamtzahl im Jahr 2003 etwa 20% derjenigen der alten EU-Länder betrug, wird die Güterverkehrsleistung im gleichen Zeitraum (2003/2015) um etwa 2,7% p.a. zulegen; dieser Anstieg wird mit einem – auch schon in den 90er Jahren zu verzeichnenden – weiteren Rückgang des Schienenanteils verbunden sein – das Binnenschiff spielt außer auf wenigen Flüssen in diesen Ländern ohnehin keine nennenswerte Rolle.

(6) Nach unseren neuesten Prognosen zum alpenquerenden Güterverkehr (im Auftrag der Brenner-Basistunnel-Gesellschaft; noch unveröffentlicht) rechnen wir über den gesamten Alpenbogen B (von Ventimiglia bis Tarvisio) mit einem Anstieg des Güterverkehrsaufkommens (in Tonnen) zwischen 2003 und 2015 um 2,4% p.a. und danach bis 2025 um 1,5% p.a. Der Grund dafür, dass dieses Wachstum noch höher eingeschätzt wird als im Mittel aller westeuropäischen EU-Länder, hängt insbesondere mit der großen Wachstumsdynamik in den Hinterlandverkehren der italienischen Seehäfen zusammen, die zunehmend das europäische Tor für Globalisierungsverkehre werden. Gerade der Containerverkehr ist aktuell ein besonders dynamisch wachsendes Marktsegment, und dies hat sehr stark mit Hinterlandverkehren aller europäischen Seehäfen zu tun.

(7) Aus der erwähnten Untersuchung der alpenquerenden Verkehre lassen sich auch Größenordnungen der Beförderungsmengen ableiten, die für die Beurteilung des Bedarfs zusätzlicher Massenkapazitäten im Güterverkehr von großem Interesse sind. Die gesamten alpenquerenden Verkehre (auf Schiene und Straße) hatten in 2003 ein Volumen von rund 145 Mio. Tonnen; davon entfielen rund 50 Mio. auf sämtliche französisch-italienischen Übergänge, rund 32 Mio. t auf die Schweizer Übergänge und rund 63 Mio. t auf die österrei-

chisch-italienischen Übergänge. Der Anteil der Schiene betrug in 2003 insgesamt rund 30%; in der Schweiz lag er bei etwa 63%, in Österreich bei etwa 25% und in Frankreich noch deutlich niedriger.

(8) Im Brennerkorridor, der immer wieder als potenzielle TALPINO-Anwendungsstrecke in der Diskussion ist, betrug das gesamte Güterverkehrsaufkommen in 2003 etwa 38 Mio. Tonnen, davon 27 Mio. auf der Straße und 11 Mio. auf der Schiene. In 2004 war aus Gründen, die nicht alleine in Österreich und schon gar nicht alleine im Brennerkorridor selbst zu suchen sind, am Brenner ein dynamisches Wachstum zu verzeichnen (um 8,5%), das vor allem mit Routenwahleffekten zusammen hängt und in dieser Form weder für den Alpenraum insgesamt noch für die zukünftige Entwicklung als repräsentativ betrachtet werden kann. Nach unseren Trendprognosen erwarten wir im Brenner-Korridor in 2025 ein gesamtmodales Güterverkehrsaufkommen in der Größenordnung von 56 Mio. Tonnen, wenn der Brenner-Basis-Tunnel nicht realisiert wird. Im gesamten alpenquerenden Verkehr werden es dann – verteilt auf die existierenden und in Bau befindlichen Übergänge – auf Schiene und Straße rund 220 Mio. Tonnen sein.

### **3.1.2 Hypothesen zur Kapazitätsentwicklung und zum Kapazitätsbedarf im alpenquerenden Güterverkehr**

(1) Vor dem Hintergrund der oben gemachten Aussagen zur Marktentwicklung im alpenquerenden Verkehr ist unschwer erkennbar, dass wir es einerseits zwar mit dynamisch wachsenden Märkten zu tun haben; andererseits befinden sich allerdings mit den beiden Schweizer NEAT-Projekten (Neue Eisenbahn-Alpentransversalen) am Gotthard und Lötschberg auch Kapazitätserweiterungen im Bau, die sehr fraglich erscheinen lassen, ob unter Kapazitätsaspekten alleine noch weitere größere Infrastrukturprojekte realisiert werden müssten. Nicht unerwähnt bleiben soll, dass neben dem Brenner Basistunnel ja auch zwischen Frankreich und Italien eine weitere Alpenquerung (Mt. Cenis) in der Planung ist.

(2) Unterstellt man, dass die zukünftige Modalsplit-Politik – im Gegensatz zur aktuellen tatsächlichen Entwicklung (die sich deutlich von den Absichtserklärungen der europäischen Verkehrspolitik unterscheidet) – tatsächlich dazu führt, dass Straßengüterverkehre – mit welcher Begründung auch immer – deutlich teurer werden (in Relation zu spurgeführten Transportsystemen), dann gibt es zu den heute existierenden und vermutlich auch über die in Bau befindlichen Kapazitäten hinaus zusätzlichen Kapazitätserweiterungsbedarf.

Dies gilt mit großer Wahrscheinlichkeit jedenfalls für die Zulaufstrecken zu den neuen Eisenbahnalpentransversalen, die zunehmend zum Engpassfaktor werden könnten. Allerdings darf hier - um keine falschen Erwartungen im Hinblick auf deren Ersetzbarkeit durch neue Verkehrssysteme zu wecken - nicht vernachlässigt werden, dass diese Zulaufstrecken in erheblichem Umfang auch durch andere Schienenverkehre (Personenverkehr, nationaler Güterverkehr) beansprucht werden, also nicht ohne weiteres durch ein neues System in ihrer Kapazität erweitert werden können. Wir haben unter solchen Annahmen einer sehr stark Schienen-orientierten Verkehrspolitik in der EU und insbesondere in den Alpenländern prognostiziert, dass im Brennerkorridor in 2025 eine Beförderungsmenge rund 58 Mio. Tonnen erwartet werden könnte, davon etwa 30 Mio. Tonnen auf der Schiene.

(3) Diese überschlägigen Betrachtungen zeigen, dass die Wachstumsperspektiven des alpenquerenden Güterverkehrs mit den Kapazitäten, die für eine wirtschaftliche TALPINO-Realisierung nachgefragt sein müssten, nur begrenzt zusammen passen. Für weitere Anwendungs-Untersuchungen müssen also in jedem Fall andere Einsatzfelder gesucht oder die grundsätzlichen Rentabilitäts-Rahmenbedingungen des TALPINO-Projekts deutlich verändert werden. Allerdings muss auch die Jahreskapazität von 50 Mio. Tonnen noch relativiert werden: Dies ist die Bruttokapazität (beförderte Fahrzeuge und Nutzlast); bereinigt um die mittlere Auslastung je Fahrzeug (unterstellt sind hier 80%) wäre der entsprechende Bezugswert zur Verkehrsnachfrage „nur“ 40 Mio. Tonnen pro Jahr, die von 2 Mio. Lkw befördert werden.

## **3.2 Möglichkeiten zur Einbindung des TALPINO-Systems in logistische Ketten**

### **3.2.1 Grundsätzliche Überlegungen zu allgemeinen Treibern**

(1) Bei den Treibern, die für ein TALPINO-Projekt sprechen könnten, sind verschiedene Push- und Pull-Effekte zu unterscheiden. Die Pull-Effekte sind diejenigen, die vom TALPINO-Projekt selbst ausgehen. Wenn man es nüchtern betrachtet - insbesondere vor dem Hintergrund, dass dieses System in jedem Fall kaum als eigenständiges System existieren wird, sondern nur als Ergänzungssystem zu betrachten ist - sind potenzielle Pull-Faktoren die TALPINO-Kapazitäten, die durchschnittlichen Beförderungsgeschwindigkeiten und der Preis. Die vom TALPINO-System bereitgestellten Kapazitäten werden vermutlich nur auf wenigen Relationen benötigt; dies gilt vor allem dann, wenn

man Transporte über längere Distanzen betrachtet oder in Ermangelung der Netzbildungsfähigkeit bzw. von direkten door-to-door-Verkehren auf kurzen Massenrelationen Verkehrsträgerwechsel erforderlich werden.

(2) Damit ist man schon beim Thema Preis: Für den Nutzer zählen neben den direkten Beförderungskosten alle Kosten des Umschlags sowie alle (zusätzlichen oder eingesparten) Zeitkosten. Er wird also eine Überschlagsrechnung anstellen, alle sonstigen Faktoren in die Waagschale werfen und dann seine Entscheidung fällen. Dies hängt sehr stark von den Alternativen ab und auch davon, ob man das TALPINO-System als Ergänzungssystem zur Schiene oder zur Straße betrachtet. Da es sich aufgrund der Massenleistungsfähigkeit, die einen zentralen Systemvorteil darstellt, in der Regel um ein Ergänzungssystem zu bestehenden Verkehrssystemen handelt, sind auf jeden Fall auch die Zeitkosten des (ein- oder mehrmaligen) Umschlags zu beachten, die in die Kalkulation der gesamten Beförderungszeit bzw. der durchschnittlichen Beförderungsgeschwindigkeit eingehen.

(3) Auf der Seite der Push-Faktoren sind alle diejenigen Faktoren zu nennen, die im Grundsatz für jede Routen- oder Modalwahlentscheidung von Bedeutung sind: örtliche oder zeitliche Fahrverbote, allgemeine oder Sondermauten sowie die Verschärfung von Verkehrs-, Sicherheits- oder Sozialvorschriften – sei es in Form tatsächlicher Veränderungen von Grenzwerten, sei es in Form einer intensiveren Durchsetzung geltenden Rechts. Insbesondere die Vorschriften zu den Lenk- und Ruhezeiten bzw. die Überwachung von deren Einhaltung könnte Straßenverkehrsteilnehmer veranlassen, sich nach Alternativen umzuschauen.

### **3.2.2 Beurteilung der verschiedenen Formen kombinierter Verkehre**

(1) Für die Einbindung des TALPINO-Systems in logistische Transportketten lassen sich grundsätzlich zwei Fälle kombinierter Verkehre unterscheiden:

- ▶ KV zwischen TALPINO und Schiene sowie
- ▶ KV zwischen TALPINO und Straße.

(2) Der KV zwischen Schiene und TALPINO erscheint sowohl im Wagenladungsverkehr als auch im Wechselaufbauten- und Containerverkehr ziemlich unrealistisch und wird verständlicherweise auch in den Ausarbeitungen der Entwickler nur nachrangig behandelt. Die maßgeblichen Gründe dürften darin bestehen, dass in jedem Fall zusätzliche Umschläge sowohl zeitlich als auch

kostenmäßig anfallen, für die es praktisch keine Kompensationsmöglichkeiten gibt. Beim KV TALPINO-Schiene im Wagenladungsverkehr ist außerdem zu beachten, dass die erforderlichen Mengen vermutlich nur auf solchen Relationen zu erwarten sind, in denen im Schienenverkehr Ganzzüge angeboten werden und langfristig auch die besten Aussichten auf Rentabilität bestehen. Gerade dieses Ganzzugskonzept wird aber von TALPINO nicht verfolgt. Im Übrigen ist die Schiene heute in der Lage - und praktiziert dies auch intensiv -, solche Verkehre in Abhängigkeit von der Trassenverfügbarkeit über verschiedene Routen abzuwickeln. Bei Zwangspunkten in Form von Umschlagstellen ginge diese Flexibilität verloren.

(3) Auch der KV TALPINO-Schiene im Verkehr mit Containern oder Wechselaufbauten erscheint in Anbetracht der Umschlagskosten unrealistisch. Im Prinzip müssten diese Kosten ja durch entsprechende Einsparungen bei den Investitions- und Betriebskosten kompensiert- bzw. überkompensiert werden. Das erscheint vor dem Hintergrund der bisher zur Verfügung gestellten Unterlagen zu den Kostenschätzungen für das TALPINO-System nicht sehr wahrscheinlich. Dieser Vergleich dürfte aber auch grundsätzlich sehr schwer sein, weil die Preise für Schienentransporte üblicherweise relationsbezogen kalkuliert werden und aufgrund hoher Fixkostenanteile auch nicht beliebig auf Teilstrecken aufteilbar sind; d.h. wenn für Teilstrecken kaum Kostendegressionen bestehen, sind Umladungen weitestgehend per se schon Zusatzkosten.

(4) Damit verbleibt für die weiteren Betrachtungen der KV TALPINO-Straße, wobei wiederum verschiedene Varianten zu unterscheiden sind, nämlich TALPINO-Verkehre als

- ▶ Straßenersatzverkehre („Be-Gleitende Autobahn“) oder als
- ▶ Schienenersatzverkehre (heutiger KV Schiene-Straße).

(5) Folglich ist unvermeidlich das Thema angesprochen, ob das TALPINO-System heutige Schienenverkehre zumindest beim KV Schiene-Straße konkurrenziert. Dies dürfte insbesondere bei der „Rollenden Landstrasse“ der Fall sein, die durch das aktuelle Projekt „Be-Gleitende Autobahn“ direkt adressiert wird. Im unbegleiteten KV mit Wechselaufbauten oder Containern gelten sinngemäß die oben bereits angestellten Überlegungen: Man muss dann zu den Umschlagszeiten und -kosten auch noch die Dispositionskosten für die Fahrzeuge in Ansatz bringen, die diese Ladungsgefäße zu- und wegbringen. Deswegen ist auch kaum zu erwarten, dass Versender die TALPINO-Plattform als door-to-door-Transportmittel einsetzen werden, wobei auch noch die Frage zu stellen wäre, ob eine TALPINO-Plattform zu vergleichbaren Kosten wie ein

Container (etwa 1'300 – 2'000 Euro für einen 40'-Container) hergestellt werden kann und auch stapelbar und seegängig wäre.

(6) Im Prinzip verbleibt damit als einzig realistischer Anwendungsfall, dass TALPINO Straßengüterverkehr im Sinne der Rollenden Landstrasse bzw. Rollenden Autobahn übernimmt, sei es aus der heutigen oder sei es aus neuer Nachfrage nach solchen Verkehren. Dieser Fall soll nachfolgend etwas näher beleuchtet werden:

1. Im internationalen Straßengüterverkehr kann man heute von Fahrzeugvollkosten für Fahrzeuge mit westeuropäischen Fahrern in der Größenordnung von 0,70 bis 1,10 Euro je Fahrzeugkilometer ausgehen; diese spezifischen Kosten variieren je nach Fahrgebiet, tatsächlicher Fahrerentlohnung und Einhaltung der Verkehrs-, Sicherheits- und Sozialvorschriften teilweise stark.
2. Neben den Fahrerlöhnen sind die wichtigsten wahrgenommenen Kosten die Treibstoffkosten und die routenspezifischen Abgaben (Mauten).
3. Sofern der Fahrer selbst über die Routen- bzw. Modalwahl entscheidet, dürfte er die Vorteilhaftigkeit, die Straße zu verlassen, nach folgendem Schema berechnen:
  - Kalkulationsgrundlage bilden die Distanzen, die Geschwindigkeiten und der Preis. Außerdem kann die Unterbrechung der eigenen Lenkzeit interessant sein, wenn sie im Sinne der EU- bzw. AETR-Bestimmungen als Ruhezeit oder Lenkzeitunterbrechung angerechnet wird.
  - Aus Kostengründen wird der Fahrer die Straße nur verlassen, wenn der TALPINO-Preis unter den direkten Kosten der Straßenbenutzung liegt; dies sind bei 34 Litern Diesel auf 100 km und einem Literpreis von 0,95 Euro (Stand: Mai 2005) rund 32 Cent je Kilometer. Hinzu kommen die direkten Mauten (in Österreich aktuell 27,3 Cents) sowie eventuelle Sondermauten.
  - Außerdem möchte der Fahrer nicht gerne Zeit verlieren, da er die Fixkosten des Fahrzeugs nur amortisieren kann, wenn dieses ertragsbringend möglichst große Laufleistungen erzielt. Er wird üblicherweise auf Autobahnen von Fahrgeschwindigkeiten von etwa 70 km/h ausgehen, braucht also für eine Strecke von 240 km etwa drei Stunden und 25 Minuten. Wenn TALPINO dieselbe Strecke in 3 Stunden schafft (80 km/h Systemgeschwindigkeit), dann darf der gesamte Umschlag beim Ein- und Ausladen – incl. aller Wartezeiten – nicht länger als 25 Minuten dauern.

4. Lenkzeitunterbrechungen sind bereits ab 15 Minuten interessant, wobei der Fahrer dann tatsächlich keinerlei Tätigkeiten ausüben darf (also auch keine Lade- oder Überwachungstätigkeiten). Jeder Fahrer muss spätestens nach 4 1/2 Stunden Fahrzeit mindestens 45 Minuten Lenkzeitunterbrechung vorweisen; er darf diese Unterbrechungen auf bis zu drei Abschnitte von jeweils 15 Minuten aufteilen. Wenn er 45 Minuten während der TALPINO-Fahrt pausiert, kann er also anschließend wieder 4 1/2 Stunden fahren – allerdings höchstens 9 Stunden am Tag (zweimal pro Woche sind Erhöhungen auf 10 Stunden möglich; innerhalb von zwei aufeinander folgenden Wochen sind wiederum maximal 90 Stunden Lenkzeit zulässig). Unter diesem Aspekt sind also bereits TALPINO-Fahrten ab etwa 60 km interessant (wenn die Beförderungs- und Zeitkosten ebenfalls „stimmen“).
5. Besonders interessant sind Ruhezeiten; diese betragen täglich mindestens 11 Stunden, dürfen allerdings dreimal je Woche auf 9 Stunden verkürzt werden, wenn dies bis zum Ende der folgenden Woche ausgeglichen wird. Für die TALPINO-Kalkulation ist von besonderer Bedeutung, dass die tägliche Ruhezeit auch auf drei Abschnitte aufgeteilt werden darf, wenn sie auf 12 Stunden ausgedehnt wird und ein Abschnitt mindestens 8 Stunden dauert. D.h. im Prinzip sind alle TALPINO-Fahrtzeiten als Ruhezeiten nutzbar, wenn sie in ein bestimmtes Ruhezeitenmuster eingebettet sind. Ab 2 Stunden muss dann beispielsweise nur noch eine weitere Pause von 2 Stunden eingelegt werden, bis nach einer Gesamtlenkzeit von 9 oder (zweimal wöchentlich) 10 Stunden eine 8-stündige Ruhepause einzulegen ist. Unter diesem Aspekt erschiene ein unterer Schwellenwert einer TALPINO-Strecke bei etwa 150 – 160 km (in Abhängigkeit von der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit) sinnvoll.

### 3.3 Fazit

(1) Das TALPINO-System ist unter logistischen Aspekten, solange es nicht eine hohe Netzbildungsfähigkeit aufweist, bestenfalls im kombinierten Verkehr mit der Straße sinnvoll, und zwar ausschließlich im begleiteten KV. Es steht dann in direkter Konkurrenz zur rollenden Landstrasse/Autobahn des heutigen Rad-Schiene-Systems. Unter Zeitaspekten sind längere Strecken tendenziell günstiger als kürzere, weil ansonsten der Geschwindigkeitsvorteil des TALPINO-Systems die Zeitnachteile des Umschlags nicht auszugleichen vermag. Unter direkten Preisaspekten dürfte der Kilometer heute nicht mehr als

etwa 60 Cents kosten; dieser Preis kann um so höher sein, je höher die faktischen Kraftstoffpreise und auf dem entsprechenden Abschnitt die Sonderabgaben sind; dies wird momentan durch die aktuelle Wegekostenrichtlinie und auch durch die neue Vignettenrichtlinie allerdings stark eingeschränkt. Und zu den Dieselpreisen ist anzumerken: Eine Erhöhung um beispielsweise 0,10 Euro je Liter erhöht die Kilometerkosten bei einem Durchschnittsverbrauch von 34 Litern je 100 km „nur“ um 3,4 Eurocent.

(2) Von den Lenk- und Ruhezeiten her machen theoretisch bereits kurze Zeiten bzw. Distanzen Sinn; bei den Lenkzeitunterbrechungen läge ein unterer Schwellenwert etwa bei 60 km (wenn die Systemgeschwindigkeit von TALPINO 80 km/h beträgt), bei den Ruhezeiten etwa bei 160 km. Damit gibt es für den TALPINO-Markt aus heutiger Sicht eine klare Beschränkung auf eine Einsatzart (Rollende Landstraße) sowie Minimallängen (60 bzw. 160 km) und Maximaldistanzen, die sich aus der systembedingten optimalen Kapazität (von etwa 50 Mio. Jahrestonnen brutto bzw. 40 Mio. netto) ableiten.

## 4 Abschätzung der wirtschaftlichen Realisierbarkeit unter idealisierten Annahmen

(1) Im ersten Analyseschritt im Rahmen des vorliegenden Gutachtens ging es darum zu prüfen, ob das System TALPINO ÖKO TRANS aufgrund seiner allgemeinen Merkmale eine Chance hat, in Teilsegmenten des Transportmarktes eingesetzt zu werden. Dies setzt voraus, dass es zumindest unter prototypischen Einsatzbedingungen wirtschaftlich ist und eine bessere Umweltverträglichkeit verspricht als die konventionellen Transportsysteme. Auf dieser Basis lassen sich dann anschließend Einsatzfelder definieren, die für eine konkrete Anwendungsstudie in Frage kommen.

(2) Am Anfang stand ein virtueller Test der Systeme unter idealisierten Einsatzbedingungen, wie sie im seinerzeitigen Businessplan für den TALPINO gesetzt wurden. Es ist das erklärte Ziel der österreichischen und der europäischen Verkehrspolitik, einen großen Teil des erwarteten Güterverkehrswachstums von der Straße auf spurgeführte Verkehrsmittel zu verlagern. Ein bedarfsangepasster Ausbau der Autobahnen ist aus Umweltgründen nicht angezeigt.

(3) Daraus folgt, dass der Systemvergleich im Wesentlichen auf TALPINO und die Gütereisenbahn beschränkt ist. Der Vergleich zum Lkw ist dann relevant, wenn es um anreizkompatible Angebotseigenschaften geht, um den Transport vom Lkw zu verlagern. In diesem Zusammenhang sind Eigenschaften wie Tarifstruktur, Umschlagdauer, Umschlagkosten, Fahrdauer (Anrechenbarkeit für obligatorische Ruhezeiten) relevant.

(4) Es wurde angenommen, dass die Systeme TALPINO und Güterbahn die gleichen Strecken-Investitionen erfordern, denn die Angaben zu den Investitionen des TALPINO entstammten zum Teil Eisenbahnunterlagen.

(5) Als die für den Systemvergleich wichtigen Fragen verbleiben dann:

1. Könnte ein konventionelles Eisenbahnsystem, ggf. mit angepasster Systemsteuerung, eine ähnlich hohe Kapazität erreichen?
2. Wie gestalten sich Energieverbrauch und Umweltbeeinträchtigung im Vergleich?
3. Gibt es einen klaren Kostenvorteil für ein System?

4. Gibt es bei langfristigem Betrieb Vorteile durch andere Reinvestitionszyklen?
5. Welche betrieblichen Vorteile entstehen für die Nutzer über Kosteneinsparungen hinaus?
6. Wie ist das System in bestehende Güterverkehrssysteme zu integrieren?
7. Wo liegen die Einsatzvoraussetzungen und die kritischen Grenzen?

(6) Diese Fragen wurden zunächst unabhängig von einem konkreten Anwendungsfall geprüft. Dort, wo quantitative Analysen erforderlich wurden, geschah dies durch Konstruktion eines fiktiven Anwendungsfalls. Die Ergebnisse dienten im weiteren Verlauf dazu, einen konkreten Anwendungsfall so zu bestimmen, dass er in das Intervall der Einsatzgrenzen für das System hineinpasst. Mit dieser Vorgehensweise sollte vermieden werden, das neue Transportsystem TALPINO ÖKO TRANS mit Anwendungsfällen in Verbindung zu bringen, bei denen es aufgrund seiner Spezifika kaum eine Realisierungschance hat und auf Basis nicht-adäquater Beurteilungskriterien unzutreffend beurteilt wird.

## **4.1 Kapazitätswachstum und hohe Betriebsgeschwindigkeit**

### **4.1.1 Kapazitätswachstum**

(1) Als besonderer Vorteil des TALPINO-Systems wird die hohe Kapazität genannt. Unter stark idealisierten Annahmen (350 Betriebstage/Jahr; 20 Stunden/Tag, 6 Sekunden-Takt) kommt man auf eine Größenordnung von 250 Mio. Nettotonnen pro Jahr (Diplomarbeit Deutsch; in seiner Arbeit liegt vermutlich ein Irrtum/Rechenfehler (DPA, S. 34) vor: Er geht von einem 10-Sekunden-Takt aus, rechnet aber mit 6 Sekunden!! Bei einem 10-Sekunden-Takt ergibt sich c.p. eine Jahreskapazität von 151,2 Mio. Tonnen!). Diese Kapazitätsdimension erscheint vor dem Hintergrund einer Prognose von 400 Mio. Tonnen im alpenquerenden Güterverkehr im Jahre 2030 als anzupackende Herausforderung. Da solche Kapazitätswerte sehr unrealistisch sind und sich auch keine künftige Nachfragesituation vorstellen lässt, bei der entlang eines Alpenkorridors eine derart hohe Gütertransportnachfrage konzentriert werden kann (vgl. Kapitel 3.1), wurden die Kapazitätsannahmen im Businessplan der Entwickler auf ein realistisches Maß zurückgenommen. Im Falle von 300 Be-

Im Falle von 300 Betriebstagen pro Jahr, 18 Betriebsstunden je Tag und 25 Sekunden-Takt und 25 Nettotonnen je Plattform erhält man etwa 40 Mio. Nettotonnen.

(2) Eine solche Kapazität ist auch von einem Eisenbahnsystem erreichbar. Nehmen wir an, dass ein Zug im Durchschnitt 750 Nettotonnen befördert. Bei normaler Zugsicherung können wenigstens 10 Züge in einer Richtung pro Stunde verkehren, also 7'500 Nettotonnen je Stunde und Richtung bewegt werden. Dies ergibt bei 18 Stunden Betrieb pro Tag und 300 Betriebstagen 40 Mio. Tonnen pro Richtung und 80 Mio. Tonnen über beide Richtungen. Die neuen im Geschäftsmodell der Entwickler genannten 40 (oder an anderer Stelle 50) Mio. Nettotonnen lassen sich unter realistischen Betriebsbedingungen also auch von der Güterbahn erzielen, wobei allerdings berücksichtigt werden muss, dass ein eventuell geplanter Mischbetrieb die Kapazität stark herabsetzen kann. Dies gilt vor allem dann, wenn auf der Trasse auch Hochgeschwindigkeits-Personenverkehre abgefahren werden sollen.

(3) Wie in Kapitel 3.1 bereits ausgeführt, ist das Kapazitätsargument ohnehin nicht so ausschlaggebend, wie dies in der Diplomarbeit Deutsch hinsichtlich der (nicht nachvollziehbaren) Prognosen des alpenquerenden Güterverkehrs gesehen wurde. Die neueren Prognosen von ProgTrans liegen bei 220 Mio. Tonnen im Jahr 2025, die sich auf alle Alpenübergänge von Ventimiglia bis Tarvisio verteilen. Davon sollen vier auf einen hohen Standard ausgebaut werden (Gotthard, Lötschberg, Mt. Cenis, Brenner). Zusätzlich gibt es Umfahrungen der Alpen auf der Westseite (Ligurische Küste mit Autobahn- und Bahnverbindungen) und auf der Ostseite (über Slowenien).

(4) Als Fazit kann festgehalten werden, dass ein TALPINO ÖKO TRANS – System im alpenquerenden Güterverkehr aus Kapazitätsgründen nicht gebraucht wird. Auch das Argument der Spitzenlastabdeckung ist wenig zielführend. Denn dies würde die Vorhaltung von kostenintensiven Kapazitäten bedingen, die zu Zeiten der Normallast nicht benötigt würden.

#### **4.1.2 Geschwindigkeitsvorteil**

(1) Im Güterverkehr sind Geschwindigkeitsvorteile nur dann relevant, wenn sie sich in verbesserte Taktungen der transportvor- und –nachgelagerten Aktivitäten umsetzen lassen. Dabei ist der gesamte Zeitbedarf für den Transportprozess relevant und nicht der Anteil eines Einzelelementes der Transportkette. Es ist unwahrscheinlich, dass das TALPINO-System als komplettes Netz

aufgebaut wird, vielmehr muss man davon ausgehen, dass TALPINO nur auf einem stark frequentierten Abschnitt eines Hauptkorridors eingebunden werden kann. Unter dieser Annahme werden vor- und nachgelagerte Transporte und Umschlagvorgänge einen hohen Anteil an der Gesamttransportzeit haben. Es ist damit von vornherein zu vermuten, dass eine sehr hohe Betriebsgeschwindigkeit des TALPINO-Systems in der Transportkette nicht wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

(2) Aus diesem Grunde haben sich die Entwickler entschieden, den ursprünglich genannten Geschwindigkeitsbereich zwischen 80 und 160 km/h auf den unteren Bereich zu beschränken. Falls das TALPINO-System primär als rollende Landstraße dienen soll, so kommt hinzu, dass seine Attraktivität für Straßentransportunternehmen dadurch erhöht wird, dass Ruhezeiten für die Fahrer der Lkw angerechnet werden können (Erfüllung der Sozialvorschriften; vgl. hierzu auch Kapitel 3). Die optimale Systemgeschwindigkeit kann aus Sicht der Fuhrunternehmen dann sogar noch unter 80 km/h liegen. Hinzu kommt, dass der Energieaufwand überproportional mit der Geschwindigkeit ansteigt – in diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass das TALPINO-System nicht in vakuumierten Röhren verkehren soll und somit dem normalen Luftwiderstand ausgesetzt ist.

(3) Als Fazit dieser Überlegung folgt, dass die optimale Systemgeschwindigkeit für den TALPINO auch unterhalb der Plangröße von 80 km/h liegen kann. Sie ist unter Berücksichtigung der Präferenzen der Hauptkunden und der Kostenstrukturen des Systems zu optimieren.

## **4.2 Flexible Rollende Landstraße**

(1) Das TALPINO-System könnte gegenüber der Bahn den Vorteil aufweisen, dass sich ROLA-Verkehre wegen des schnelleren und komfortableren Umschlags besser realisieren lassen als bei der Bahn. Hinzu kommt die Verteilung der Zwischenstationen über die Strecke, so dass die Umschlagpunkte flexibler gewählt werden können als bei einem starren Bahnsystem mit seinen aufwändigen Umschlag- und Umstellanlagen.

(2) Bei der Eisenbahn macht der Umschlag an Zwischenstationen kaum Sinn, weil Komplett-Züge ein- und ausgeschleust sowie bearbeitet werden müssten. Dazu reicht an den Stationen unterwegs die Nachfrage wahrscheinlich nicht aus. Inwieweit ein solcher Vorteil für den TALPINO wirtschaftlich

umsetzbar ist, muss aufgrund der Nachfragesituation an den vorgesehenen Zwischenstationen geprüft werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird die Anzahl der Zwischenstationen wesentlich geringer sein, als von den Entwicklern im zwischenzeitlich vorgeschlagenen Konzept („Be-Gleitende Autobahn“; Version April 2005) veranschlagt wurde. Dies ist durch die wesentlich höheren Kosten bedingt, die einschließlich der notwendigen Flächen und der Überwerfungsbauwerke zu kalkulieren sind. Nur im Falle einer gebündelten hohen Nachfrage werden sich Zwischenstationen lohnen.

(3) Hier hat das TALPINO-System den Vorteil, dass es nahe an die Autobahn herangebracht werden kann und einen flexiblen Wechsel der Lkw von der Straße auf die Plattform ermöglicht. Dagegen bietet das Bahnsystem den Vorteil, dass die Züge bereits vor dem TALPINO-Start-Terminal zusammengestellt werden können und über das TALPINO-Ziel-Terminal hinausfahren. Damit können Umstellungen eingespart werden, die Kosten und Risiken für lang laufende Nachschubkette bedeuten. Daraus folgt, dass spezielle TALPINO-bezogene Nachfragesegmente primär auf mittellangen ROLA-Strecken zu identifizieren sind.

(4) Solche Segmente könnten zum Beispiel entstehen:

1. bei hohen Gebühren für die Autobahnbenutzung, zum Beispiel in ökologisch sensiblen Regionen,
2. bei straffen Regulierungen, zum Beispiel örtlichen oder zeitlichen Fahrverboten für schwere Lkw,
3. bei fehlenden Autobahnverbindungsstücken, die langfristig aufgrund von Umweltschutzbestimmungen nicht gebaut werden können (z.B. wegen Zerschneidung von Naturschutzgebieten),
4. bei permanent überlasteten Autobahnstrecken, die nicht ausgebaut werden können.

(5) In solchen Fällen könnten TALPINO-Strecken Verbindungsfunktionen übernehmen und Lkw mit geringen Zeitverlusten gegenüber freier Fahrt auf Autobahnen durch kritische Bereiche bewegen.

## 4.3 Energiebedarf und Umweltbeeinflussung im Vergleich

### 4.3.1 Energiebedarf

(1) Für den Energiebedarf des TALPINO-Systems gibt es unterschiedliche Angaben. Ausgangspunkt war die im Geschäftsmodell TALPINO (Diplomarbeit Deutsch) in der Anlage zu findende Annahme, dass der Transport einer Plattform über den gesamten Laufweg von 385 km (München-Mailand) einen Energieaufwand von 200 kWh erfordert. Ein Vergleich mit der Alternative Güterbahn weckt Zweifel an dieser Angabe. Ein Güterzug könnte bei Neutrassierung der Vergleichsstrecke mit einer maximalen Längsneigung von 13 ‰, einer Behängung mit 20 Wagen, die mit jeweils 50 Nettotonnen beladen wären (1'000 Nettotonnen je Zug) pro Kilometer etwa 30-35 kWh benötigen, also für die Gesamtstrecke 11'550 kWh. Der TALPINO käme dagegen für den Transport von 1'000 Nettotonnen auf 6'700 kWh, also auf etwas mehr als die Hälfte eines bereits sehr energieeffizient ausgelegten Güterzuges.

(2) Bezogen auf die Normstrecke von einem km würde sich für den Transport einer Nettotonne ergeben:

- ▶ Bahn: 0,030 kWh/tkm
- ▶ TALPINO: 0,017 kWh/tkm

(3) Im Businessplan (Version 4 vom 12.04.2005) geben die Entwickler folgende Vergleichszahlen zum Energiebedarf:

**Tabelle 4.1: Vergleich des Energiebedarfs verschiedener Gütertransportsysteme**

	Geschwindigkeit km/h	Energieverbrauch	Normiert auf kWh	Normiert auf kWh/tkm
Lkw mit 25 t Nutzlast	70,0	38 l Diesel/100 km	444,4 kWh	17,78 kWh/tkm
TALPINO mit 25t Nutzlast	79,2	135 kW	135,0 kWh	5,40 kWh/tkm
TALPINO mit 45t Nutzlast	79,2	243 kW	243,0 kWh	5,40 kWh/tkm
Bahn (Hakenlast 900t; Nutzlast 135t)	k.A.	3'000 kW	3'000,0 kWh	22,22 kWh/tkm

Quelle: Entwickler TALPINO, Businessplan Version 4; Tabellenblatt „Vergleiche“

(4) Beim Lkw ist offensichtlich, dass bei der Normierung auf den Tonnenkilometer die Division durch 100 vergessen wurde (der Dieserverbrauch wurde je 100 km angegeben). Möglicherweise ist ein ähnlicher Normierungsfehler auch beim TALPINO aufgetreten, denn der Energieverbrauch des TALPINO wird gegenüber dem ersten Geschäftsmodell deutlich höher geschätzt. Der Transport einer 50t-Plattform mit 33 Nettotonnen über den gesamten Laufweg würde nun auf rund 60.000 kWh kommen, also um etwa eine Zehner-Potenz höher liegen als im ersten Geschäftsmodell. Völlig unerklärlich ist die hohe Einschätzung des Energiebedarfs der Bahn, die sogar noch über dem Lkw liegt. Einschlägige Studien rechnen dagegen mit einem deutlichen energie-wirtschaftlichen Vorteil der Bahn gegenüber dem Lkw, der im Durchschnitt beim Faktor 3 liegt. Geht man davon aus, dass die obige Energiebedarfs-schätzung für den Bahngüterverkehr optimale Bedingungen voraussetzt und im realistischen Falle der doppelte Energieaufwand eintritt, so käme man auf 0,06 kWh/tkm bei der Bahn gegenüber 0,178 kWh/tkm beim Straßengüterverkehr, was etwa den Durchschnittsverbräuchen entspricht, die in Studien für die UIC (Infras und IWW, 2000; 2004) ermittelt wurden. Dies gilt allerdings für den Durchschnitt der Bahntransporte und nicht für die Rollende Landstraße, deren Energiebilanz erheblich schlechter ist (siehe die ergänzenden Überlegungen).

(5) Da das Tragen per Luftkissen im Allgemeinen einen höheren Energieaufwand erfordert als das Tragen per Schiene und Fahrwerk und da auch der Linearmotor nicht weniger Energie benötigt als ein Drehstrommotor im Fahrzeug (es gibt andere Aspekte, wie die weitgehende Verschleißfreiheit, die den Linearmotor wirtschaftlich interessant machen), sind die Angaben zum Energieverbrauch des TALPINO-Systems weiter zu hinterfragen. Zur Klärung dienen

- ▶ Angaben des Herstellers von Luftgleitkissen-Systemen,
- ▶ Angaben der Serfaus-Bahn,
- ▶ Angaben der RailCab Entwickler, die sich gegen die Verwendung von Luftkissen-Technologien im Personentransport entschieden haben.

(6) Die Firma DELU GmbH macht folgende Angaben zum Energiebedarf der Luftgleitkissenteknik im Vergleich zu anderen Technologien:

**Tabelle 4.2: Energieverbrauch verschiedener Transportsysteme**

	Ungefähr benötigte kW-Leistung je Tonne	Geschwindigkeit Km/h	Treibstoff zum Transport 1 Tonne 1km weit (kg)
<b>Flugzeug</b>	100/150	240/800	0,42/0,70
<b>Lkw</b>	22	10/50	0,10/0,45
<b>Luftkissen bis 100 t</b>	50/100	50/80	0,45
<b>Luftkissen, Flurförderung, bis 120 t</b>	0,22	1/3	0,01/0,025

Quelle: DELU, 2005

(7) Tabelle 4.2 bestätigt die aus der Fördertechnik bekannte Einstufung der Luftgleitkissenteknik. Sie ist ein höchst energieeffizientes Transportmittel für die Bewegung schwerer Lasten mit niedriger Geschwindigkeit über relativ kurze Distanzen. Ihr Einsatzgebiet liegt damit primär beim innerbetrieblichen Transport großer und schwerer Bauteile, wie zum Beispiel Flugzeugrümpfen bei der Airbus-Fertigung. Beim Transport mit höheren Geschwindigkeiten und über lange Distanzen liegt der Energieverbrauch in der Größenordnung des Lkw. Ob sich ein Vorteil gegenüber dem Lkw ergibt, ist von den speziellen Bedingungen des Einsatzfalles abhängig.

(8) Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist die Verschiebung der Plattformen an den Terminals und Zwischenstationen mit Hilfe der Luftkissenteknik sehr energieeffizient, vor allem gegenüber der Eisenbahn. Dagegen ist der Bahntransport auf der Strecke mit einem weit geringeren Energiebedarf verbunden, der je nach Einsatzbedingungen 50 bis 33% des Lkw-Energiebedarfes entspricht, in dessen Größenordnung auch die Luftgleitkissenteknik liegen dürfte.

(9) Über die obigen Vergleichszahlen hinaus lassen sich die Daten zur Serfaus-Bahn heranziehen, die auch von den Entwicklern als Referenzobjekt genannt wird. Es ist hier zu berücksichtigen, dass die Serfaus-Bahn für den Personenverkehr eingesetzt wird und nicht mit Linearantrieb, sondern mit Seilzugtechnik arbeitet. Für das voll besetzte Fahrzeug werden 21 Tonnen Gewicht angegeben. Für die Erzeugung der Luftkissen benötigt man Elektromotoren mit einer Dauerleistung von 12,5 kW/17PS. Rechnet man dies auf eine 50t-Plattform um, so erhält man 22 kW/35 PS bzw. eine Dauerleistung von 22 kWh. Damit ergibt sich ein Energiebedarf von  $22/50 = 0,44$  kWh je Tonne und Kilometer, was die Angaben von DELU bestätigt.

(10) Andere Systementwickler haben die Luftgleitkissentechnik wegen ihres Energieaufwandes nicht als Systemkomponente aufgenommen. Zum Beispiel wird das „RailCab“ der Forschungsinitiative „Neue Bahntechnik Paderborn“, das mit Linearmotorantrieb arbeitet, von einem Rad/Schiene-System mit passiver Weichentechnik getragen. Die Einzelführung einer 10-Personen-Kabine im Netz erfordert 2 kWh je km. Erst wenn die Kabinen zu Verbänden („Konvois“) zusammengefasst werden, reduziert sich der Energiebedarf drastisch. Bei Konvois von 10 Fahrzeugen würde er theoretisch in einer Größenordnung von 0,5 kWh je km liegen. Unter diesen optimalen Voraussetzungen würden für eine Fahrt von 385 km auf der Idealverbindung zwischen München und Mailand insgesamt 192,5 kWh je Kabine aufzuwenden sein. Dies wäre die im ersten Business-Plan (Diplomarbeit R. Deutsch) angegebene Dimension, wobei allerdings ein RailCab 3,5 Tonnen und eine TALPINO-Plattform 50 Tonnen wiegen soll. Diese Vergleichsangaben zeigen die Unsicherheiten in den Datengrundlagen bei der Bewertung des Energiebedarfes auf und machen ergänzende Überlegungen erforderlich.

(11) Die Entwickler teilen die Beurteilung der Gutachter zum Energieverbrauch nicht. Sie unterstellen der Fa. DELU mangelnde Erfahrung im Bereich der schnellen Güterbeförderung. Außerdem werde bei TALPINO nur das Schweben durch Luftkissen erzeugt, nicht aber die Traktion, die mit dem Linearantrieb wesentlich energiesparender realisiert werden könne. Das RailCab-Beispiel halten sie für ungeeignet, weil RailCab nur für Personenverkehr ausgelegt sei. Letztlich werde beim Vergleich mit der Serfaus-Bahn die Anschlussleistung mit der tatsächlichen Leistungsaufnahme verwechselt. Diese läge wesentlich niedriger, weil von drei Gebläsemotoren nur einer ständig in Betrieb sei.

(12) Die Frage des Energieverbrauchs kann aufgrund der unterschiedlichen Datenquellen nicht abschließend geklärt werden. Die Entwickler sind von einem klaren Vorteil des TALPINO-Systems überzeugt, wobei die quantitativen Abschätzungen der energetischen Vorteile gegenüber der Eisenbahn in verschiedenen Unterlagen zwischen 20 und 300% variieren. Da die Frage des Energieverbrauchs nicht nur für die Wirtschaftlichkeit, sondern auch für die Umweltverträglichkeit des Systems eine zentrale Rolle spielt, besteht diesbezüglich weiterhin ein dringender Klärungsbedarf.

### ***Ergänzende Überlegungen zum Vergleich TALPINO und Bahn***

(1) Die an verschiedenen Stellen angeführten Vergleiche mit der Eisenbahn machen ergänzende Überlegungen erforderlich: Die Entwickler gehen in ihren Vergleichstabellen von einem Güterzug aus, der 900 t Bruttogewicht und 135 t Nettogewicht befördert. Ein solcher Zug soll 3000 kWh je Zug-km und damit 22,22 kWh je Nettotonnen-km benötigen. Quellen werden nicht genannt. Zur Ermittlung von Vergleichsangaben für den Bahntransport lassen sich die Ergebnisse von neueren Studien heranziehen.

(2) Im Projekt FACORA für die UIC von INFRAS/IWW (INFRAS und IWW, 2004) wurden Korridoruntersuchungen durchgeführt, die verwendbare Vergleichsdaten liefern:

#### **Beispiel I: Rotterdam - Basel**

- ▶ Güterzug, 25 Wagen, Gesamtgewicht 2120 Tonnen, Gewicht der Ladung 1375 Tonnen verbraucht pro Kilometer 35 kWh.
- ▶ Die Auslastung ist als sehr gut angenommen, Ladung könnten Rohölprodukte oder Erze sein.

#### **Beispiel II: Köln - Mailand**

- ▶ Güterzug, 20 Wagen, Gesamtgewicht 1297 t, Gewicht der Ladung 432 Tonnen verbraucht pro Kilometer 30 kWh.
- ▶ Hierbei handelt es sich um einen Containerzug mit mittlerer Auslastung.

Allerdings ist der Energieverbrauch schwer pauschal zu messen. Starken Einfluss haben:

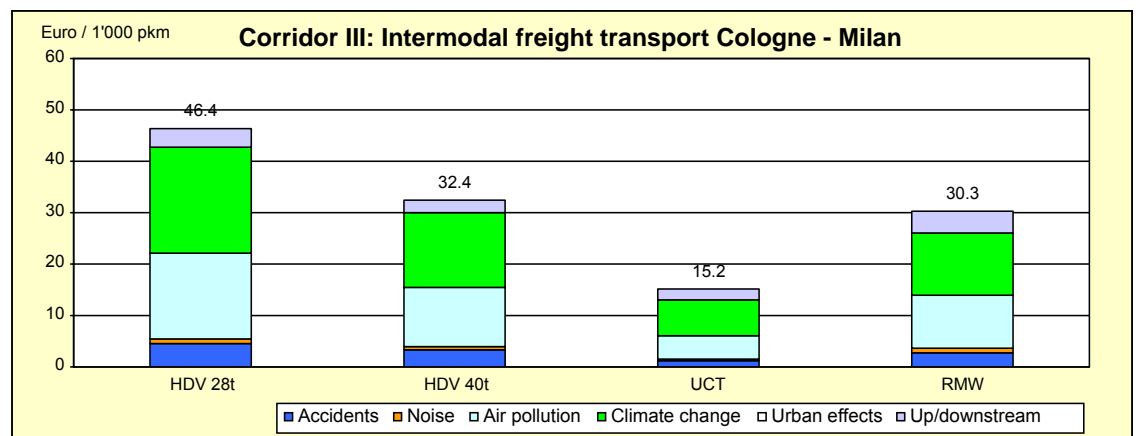
- ▶ -Eigenschaften des Zuges: Gewicht, Aerodynamik, Laufeigenschaften der Wagen, Möglichkeit zur Rückspeisung von Energie
- ▶ -Fahrplan: gefahrene Geschwindigkeit (Höchstgeschwindigkeit), Anzahl der Brems- und Beschleunigungsvorgänge
- ▶ -Topographie: Steigungen, Kurven

(3) Insgesamt kommen Infrass/IWW zu dem Ergebnis, dass die Bahn im Durchschnitt etwa ein Drittel des Lkw-Energiebedarfes aufweist, also ca 0,06 kWh/tkm. Im Falle der Rollenden Landstraße fällt dieser Vergleich allerdings weniger günstig aus. Hier ist der energetische Vorteil des Bahntransportes weitaus geringer, weil das gesamte Bruttogewicht des Lkw zu transportieren ist und aufwändige Umstelloperationen anfallen.

### Vergleich zur Rollenden Landstraße

(1) Aus der Studie von Infrass/IWW ist bekannt, dass die Rollende Landstraße bezogen auf Energieverbrauch und Umweltbeeinflussung deutlich schlechter abschneidet als der Durchschnitt des Bahngütertransports.

**Abbildung 4.1: Vergleich der externen Kosten für verschiedene Transportmittel auf der Relation Köln-Mailand**



Erläuterungen: HDV: Heavy Duty Vehicle  
 UCT: Unaccompanied Container Transport (Rail)  
 RMV: Rolling Motorway

Dazu der Kommentar (INFRAS und IWW, 2000, p. 140)

*Rolling motorway is not convincing to offer a real alternative to unaccompanied combined transport as the difference to pure road haulage is rather small. Even though it was assumed that an average RMW-train is only half as long as the competing UCT-train, and accordingly its environmental costs are 50% as high, the bad net loading factor of 157 t/train (against 529t in UCT) had the stronger (negative) effect for the rolling motorway service. Further it must be considered that share of the whole the route chain where rolling motorway is used (Basle - Chiasso) is only 30%.*

(2) Es ist erkennbar, dass die Rollende Landstraße bei den externen Kosten nur geringfügig besser abschneidet als der Lkw mit 40 t Bruttogewicht. Dies ist nicht zuletzt durch die schlechte Auslastung bedingt, aber ein guter Teil der externen Kosten entsteht auch durch die aufwändigen Umstellungen und das Mitführen der Fahrzeuge. Für die Rollende Landstraße kann man durchaus mögliche Systemvorteile des TALPINO gegenüber der Bahn identifizieren. Die TALPINO-Stationen lassen sich in der Nähe von Autobahnen platzieren, die Lkw sind schneller auf die Plattformen und aus diesen heraus zu bewegen,

und die Querverschiebung der Plattformen gestattet eine schnelle Bearbeitung.

(3) Als Fazit bleibt festzuhalten, dass das TALPINO-System als Instrument der Rollenden Landstraße Vorteile gegenüber der Bahn haben könnte. Diese liegen weniger beim Transport auf der Strecke, wo signifikante energiewirtschaftliche Vorteile – aus Sicht der Gutachter – bislang nicht belegt werden konnten. Vielmehr lassen sich Umstellungs- und Bearbeitungsprozesse beim TALPINO-System effizienter gestalten als bei der Rollenden Landstraße, so dass der Gesamtprozess mit einem geringeren Energieaufwand verbunden sein kann.

#### **4.3.2 Umweltaspekte**

(1) Die Umweltaspekte betreffen Klimaeffekte sowie Abgas- und Lärmimmissionen. Im Falle der Klimaeffekte gilt, dass der Energieverbrauch als Leitvariable dienen kann. Hier ist für den TALPINO allenfalls ein Vorteil gegenüber dem Lkw, aber keine signifikante Präferenz gegenüber der Bahn festzustellen. Natürlich werden schlecht ausgelastete RoLa-Züge bei diesem Kriterium schlechter abschneiden als ein gut ausgelasteter TALPINO; d.h. die Beurteilung der Klimaeffizienz ist nicht zuletzt abhängig von der Akzeptanz des Systems durch die Nachfrager. Ein weiterer Aspekt ist die Produzierbarkeit der elektrischen Energie durch regenerative Quellen, die in Österreich wegen der starken Nutzung der Wasserkraft eine hohe Bedeutung haben. Die Berücksichtigung dieses Faktors führt zu einer klareren Vorzugsposition gegenüber dem Lkw, nicht aber zur Bahn, die gleichfalls regenerative Energiequellen nutzt.

(2) Ähnliches gilt für die Abgasbelastungen: Der TALPINO benutzt, wie die Bahn, zum Teil regenerativ hergestellte elektrische Energie und gewinnt daraus Vorteile gegenüber dem Lkw. Ein weiterer Vorteil liegt in der Partikelemission. Diese geht bekanntlich nicht allein von Verbrennungsprozessen aus, sondern ist zum großen Teil auch ein Ergebnis des mechanischen Abriebs an beweglichen Teilen (Kupplungen, Bremsen, Radreifen) und Verwirbelungen von Feinstaub durch Fahrzeuge. Geht man davon aus, dass der TALPINO in einer abgeschirmten Röhre fährt und für Antrieb, Seitenführung und Tragen keine beweglichen Komponenten benötigt (abgesehen von den Elektromotoren für die Luftdruckerzeugung), so kann man an dieser Stelle einen eindeutigen Vorteil des Systems identifizieren.

(3) Das Gleiche gilt für den Faktor Lärm: Das TALPINO-System verkehrt in einer abgeschlossenen Röhre und verursacht nur geringe Lärmemissionen im Außenbereich. Vor allem die von Betroffenen als störend empfundenen Motoren- und Reifengeräusche, bzw. im Falle der Eisenbahn die Schleif- und Stoßgeräusche vom Rad/Schiene-Kontakt, können beim TALPINO nicht auftreten. Ein Teil dieser Belästigung lässt sich auch bei Bahn und Lkw vermeiden, doch setzt dies erhebliche Investitionen in den Schallschutz voraus.

(4) Im Ergebnis ist festzustellen, dass der TALPINO zwar keine systemimmanenten energetischen Vorteile gegenüber der Bahn beim Transport auf der Strecke hat, aber durch die effizienteren Operationen an den Stationen insgesamt mit weniger Energie auskommen kann als die Rollende Landstraße der Bahn. Letztlich erscheint die Auslastung der Systeme hier als entscheidender Faktor. Bei Abgasen und Lärm hat das TALPINO-System zweifelsfrei die günstigeren Eigenschaften, was in ökologisch sensiblen Regionen ein relevanter Vorteil sein kann.

## 4.4 Systemkosten

Die internen Systemkosten bestehen aus

- ▶ Kapitalkosten für Streckenbau und Ausrüstung
- ▶ Kapitalkosten für das rollende Material
- ▶ Energiekosten für Tragen, Antrieb und Querverschiebung
- ▶ Personalkosten
- ▶ Kosten für Unterhalt und Instandhaltung
- ▶ Kosten für Energie

### 4.4.1 Kapitalkosten für Streckenbau und Ausrüstung

(1) Die Investitionen zur Errichtung des TALPINO-Fahrwegs wurden von den Entwicklern im fiktiven Anwendungsfall ursprünglich (d.h. in der ersten den Gutachtern im Februar 2005 zur Verfügung gestellten Version des Businessplans) für eine Strecke von insgesamt 45 km kalkuliert; die Angaben hierzu finden sich in Tabelle 4.3. In den darauf folgenden Versionen des Businessplans wurde die Gesamtlänge aufgrund der im Verlauf der Gutachtertätigkeit entstandenen Überlegungen zum Konzept „Be-Gleitende Autobahn“, das erstmals im April 2005 vorgestellt wurde, auf 240 km Länge mit geringfügig veränderten Anteilen der einzelnen Streckentypen ausgedehnt.

**Tabelle 4.3: Kalkulation der Baukosten des TALPINO-Fahrwegs**

Streckentyp, Bauteile	Länge	Anteil in %	TALPINO Kosten Herstellung
Strecke eben	30 km	66,7%	7'200 k€/km
Strecke aufgestellt, 5,5 m	10 km	22,2%	18'000 k€/km
Einhausung Stahl	40 km	zus. 89,9%	1'080 k€/km
Tunnel, bergmännisch	5 km	11,1%	30'000k€/km
<b>Fahrweg insgesamt</b>	<b>45 km</b>	<b>100,0</b>	<b>12'133 k€/km</b>

Quelle: Entwickler TALPINO, Businessplan Version 1; Tabellenblatt „Strecke“

(2) In Version 4 des Businessplans vom April 2004 änderte sich diese Angabe marginal auf 13'275 k€/km oder 6'637,5 k€/km und Spur. Dieser Wertansatz ist außerordentlich optimistisch. Er unterstellt, dass der größte Teil der TALPINO-Trasse ebenerdig gebaut werden kann. Hier ist anzumerken, dass neue Terminals in Ballungsräumen in der Regel Zubringerstrecken über oder unter der Erdoberfläche voraussetzen, so dass der Anteil der Brücken und Tunnel wesentlich höher liegen dürfte. Die Ansätze für die einzelnen Bautypen erscheinen dagegen realistisch.

(3) Berücksichtigt man alle Kapitalkosten, so nennen die Entwickler für den 240 km langen fiktiven Anwendungsfall folgende Größenordnungen je Spur:

**Tabelle 4.4: Investitionskosten für verschiedene Bauelemente je Spur und km (€/km)**

<b>Bau</b>	6'637'500
<b>Grundkosten</b>	162'500
<b>Maschinenbau</b>	120'000
<b>Elektro: Zuleitung mit Installation</b>	50'000
<b>Elektro: Primärkabel Induktion</b>	40'000
<b>Elektro: bei 0,64 Stationen je km</b>	45'818
<b>Regelung, Steuerung</b>	70'000
<b>Gesamtplanung, Projektmanagement</b>	650'000
<b>Gebühren Lizenzen</b>	240'000
<b>Herstellkosten</b>	8'015'818

Quelle: Entwickler TALPINO, Businessplan Version 4; Tabellenblatt „Zusammenfassung“

(4) Als Summe ergeben sich rund 8 Mio. Euro je Spur oder 16 Mio. Euro je Streckenkilometer für die Investitionen in die ausgerüstete Strecke. Der Gesamtbetrag beläuft sich somit für 240 Streckenkilometer auf 3,85 Mrd. Euro. Während die Baukosten der Strecke unter Voraussetzung der angesetzten Anteile von freier Strecke und Ingenieurbauwerken realistisch erscheinen, sind die Kosten für die Elektroausrüstung sowie die Steuerung/Regelung zu hinterfragen. Denn sie liegen um Dimensionen unter Vergleichswerten der Magnetschwebbahn für die Elektroausrüstung (Linearmotor, Induktionsübertragung) oder der Eisenbahn (Ausrüstung für ETCS Level 2). Allerdings sind diese Vergleiche nicht direkt möglich, da bei der Magnetschwebetechnik die Unterwerke wegen des hohen Spitzenbedarfes an elektrischer Energie entsprechend ausgelegt werden müssen. Daher wird die Ausrüstung für das TALPINO-System möglicherweise mit geringeren Kosten gegenüber einem Transrapid-System zu realisieren sein. Bei der Regelung/Steuerung sind die TALPINO-Anforderungen etwa mit ECTS Level 3 zu vergleichen, für den noch keine Kostenschätzungen von Seiten der Anbieter (von den Entwicklern wird ALCATEL genannt) vorliegen. Nimmt man die Ausrüstungskosten von ETCS Level 2 zum Vergleich, so sind diese bereits deutlich höher als die Schätzungen der Entwickler. Es erschien daher als wahrscheinlich, dass die Kostenschätzungen in diesem Bereich bei einer konkreten Machbarkeitsstudie deutlich nach oben korrigiert werden müssen.

#### **4.4.2 Kapitalkosten für Stationen und rollendes Material**

(1) Für die 240 km lange Musterstrecke wurde mit 5 (an einer Stelle mit 6) Stationen gerechnet, deren Flächenbedarf mit 20.000 m<sup>2</sup> angesetzt ist. Die Kosten für Flächenerwerb, Bauwerke, Zulaufstrecken einschl. Überwerfungsbauwerken sowie der Ausrüstung wurden auf 18 Mio. Euro je Station und Spur, also insgesamt 180 Mio. Euro geschätzt. Im Vergleich zu Umstellanlagen der Bahn erscheint dies sehr optimistisch. Dies gilt vor allem vor dem Hintergrund, dass wenigstens zwei Hauptterminals in der Nähe von Ballungsräumen liegen sollten, wo bauliche Zwangspunkte zu berücksichtigen sind. Weiter ist zu bedenken, dass Flächen für die Bearbeitung der Plattformen benötigt werden, falls Container oder Stückgut transportiert werden sollen. Falls das TALPINO-System als Rollende Landstraße fungieren soll, so sind Abstellflächen für Lkw vorzusehen, da die Ankunftsrate der Lkw nicht mit der Abfertigungsrate am Terminal übereinstimmt. Beispiele wie der Kanaltunnel zeigen, wie umfangreich solche Abfertigungs- und Wartebereiche anzulegen sind.

(2) Mit dem rollenden Material sind hier die Plattformen angesprochen, die auf Luftkissen bewegt werden. Die Kosten einer Plattform einschl. Hülle und Löscheinrichtung wurden von den Entwicklern mit 336.605,00 Euro kalkuliert. Gemäß Betriebskonzept ergibt sich eine Anzahl von rund 1'500 Fahrzeugen, die insgesamt 2,7 Mio. mal pro Jahr zum Einsatz kommen sollen (Anmerkung: Bei dieser Rechnung wird im Übrigen von einem gesamten Netto-Nutzaufkommen von 68 Mio. Tonnen ausgegangen, während in der zusammenfassenden Wirtschaftlichkeitsrechnung 50 Mio. Tonnen Brutto-Nutzlast angenommen werden. Im letzteren Falle sind „nur“ etwa 2 Mio. Fahrzeugeinsätze p.a. notwendig.).

(3) Diesen Angaben lagen keine Betriebssimulationen, sondern Mittelwerte für unterschiedliche Abstände zwischen den Plattformen auf der Strecke zugrunde. Daher liessen sich die Zahlen zum Fahrzeugeinsatz nicht kommentieren. Auch die Frage, ob eventuell wesentlich mehr Plattformen benötigt werden, um die transportvor- und -nachgelagerten Prozesse im Container- sowie im Stückgutverkehr durchzuführen, liess sich an dieser Stelle nicht klären.

#### **4.4.3 Personalkosten**

(1) Die jährlichen Verwaltungskosten wurden pauschal mit 0,5% der Investitionen p.a. angesetzt, also rund 800 Mio. Euro p.a. Für die Operationen an den Stationen wurden 6 Mann/Station für Verwaltung und 8 Mann/Station für den Service vor Ort gerechnet. Insgesamt fallen rund 15 Mio. Euro p.a. an.

(2) Wegen fehlender Betriebsimulation war eine Kommentierung dieser Annahmen nicht möglich. Im Vergleich zu Umschlagstationen wie dem Kanaltunnel liegen diese Annahmen sehr niedrig.

#### **4.4.4 Kosten für Unterhalt und Instandhaltung.**

(1) Die Unterhaltskosten sind mit 1,5% der Investitionen in die Rechnung eingegangen. Dies ergibt einen Betrag von rund 58 Mio. Euro p.a.

(2) Offenbar sind keine Ersatzinvestitionen innerhalb des Abschreibungszeitraumes von 50 Jahren unterstellt. Dies ist außerordentlich optimistisch. Im Vergleich zu Bahn und Straße ist allerdings zu konstatieren, dass der verschleißaufwändige Kontakt zwischen Rad und Infrastruktur unter hohen Achs-

lasten entfällt. Die einzigen beweglichen Teile befinden sich in den Elektromotoren für die Luftkissenplattformen. Damit ist plausibel anzunehmen, dass die Reinvestitionen deutlich niedriger sind als bei den zitierten Konkurrenzsystemen. Allerdings werden sie nicht vernachlässigbar klein sein.

#### **4.4.5 Kosten für Energie**

(1) Wie in Abschnitt 4.2 in größerem Detail ausgeführt, sind die angenommenen Energiekosten mit rund 57 Mio. Euro p.a. (120 kWh für den Transport von 25 Nettotonnen) nicht nachvollziehbar.

(2) Da der Energieverbrauch eine wesentlich Beurteilungsgröße für die laufenden Kosten des Systems auf der einen Seite und seine Umweltverträglichkeit auf der anderen Seite darstellt, wurde auf das Erfordernis ergänzender Informationen hingewiesen.

#### **4.4.6 Zusammenfassung der Systemkosten**

(1) Die Entwickler gingen in ihren ursprünglichen Businessplänen von folgenden Annahmen bei der Bestimmung der jährlichen Kapital- und Betriebskosten aus:

- ▶ Abschreibungszeitraum: 50 Jahre
- ▶ Fahrzeugmiete: 12% der Herstellkosten
- ▶ Miete für Stationen: 10% der Herstellkosten
- ▶ Kalkulatorische Zinsen: 4% der Herstellkosten p.a.

(2) Daraus ergaben sich in der Zusammenfassung, normiert je km und Spur, die in nachfolgender Tabelle 4.5 aufgeführten Angaben.

(3) Diesen Systemkosten wurden als Erlöse 1,08 Mio. Euro p.a./km und Spur gegenübergestellt, d.h. insgesamt 518'400'000,-- Euro, so dass sich eine Gesamrentabilität von 13% (Erlöse/Kosten\*100) ergibt (Anmerkung: Die Entwickler beziehen den Überschuss auf die Erlössumme und weisen daher nur 12% Rentabilität aus.).

**Tabelle 4.5: Zusammenfassung der Kapital- und Betriebskosten je km und Spur**

<b>Kapitalkosten</b>	<b>in Euro p.a./km und Spur</b>
Abschreibung, Strecke und Ausrüstung	160'316,--
Miete Fahrzeuge	128'522,--
Miete Stationen	36'000,--
Kalkulatorische Zinsen	320'633,--
<b>Betriebskosten</b>	<b>in Euro p.a./km und Spur</b>
Verwaltung	40'079,--
Personal	31'262,--
Energie	119'318,--
Unterhalt	120'237,--
<b>Insgesamt</b>	
<b>in Euro p.a./km und Spur</b>	956'368,--
<b>in Euro p.a.</b>	459'056'640,--

Quelle: Entwickler TALPINO, Businessplan Version 4; Tabellenblatt „Zusammenfassung“

(4) Die zentralen Annahmen auf der Erlösseite waren:

- ▶ 50 Mio. Bruttotonnen werden p.a. befördert.
- ▶ Dies entspricht bei einer Auslastung von 25 Tonnen je Lkw bei 2 Mio. Lkw-Fahrten p.a.
- ▶ Als Betriebseinnahme für das TALPINO-System wurde ein Betrag von 1,00 Euro/Lkw-km angenommen.
- ▶ Das bedeutet implizit: Für eine Lkw-Fahrt mit 25 Tonnen Nutzlast werden mehr als 1,00 Euro je Lkw-km Erlöst.
- ▶ Außerdem werden Zusatzerlöse in Höhe von 10% der „Standarderlöse“ erzielt.

(5) In Kapitel 3 wurde ausgeführt, dass diese Annahmen für die Erlösseite sehr unrealistisch sind. Anstelle von 1,00 Euro/Lkw-km ist eher mit 0,60 Euro/Lkw zu rechnen. Welcher Art die Zusatzerlöse sein sollen, war nicht ersichtlich. Sie schwanken ohnehin in verschiedenen Unterlagen zwischen 5 und 20%.

(6) Im Ergebnis verblieben erhebliche Unsicherheiten für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Systems TALPINO, vor allem in folgenden Bereichen:

1. Die Erlösseite ist pauschal mit einfachen Annahmen ohne Nachfrageanalyse behandelt worden.
2. Die Kapitalkostenrechnung enthält große Bandbreiten der Bewertungsmöglichkeiten, vor allem bei den angenommenen Anteilen der Ausbauarten, den Stationen und der Ausrüstungen.
3. Die Betriebskostenrechnung ist vor allem im Bereich der Energie- und Instandhaltungskosten unvollständig und in ihren Annahmen nicht nachvollziehbar.

(7) Fairerweise muss man anfügen, dass solche Einwände praktisch immer bei Systembeschreibungen auftreten, die noch nicht das Stadium der Feasibility Study erreicht haben. Insoweit können die im Bereich der Systemkosten und -erlöse festgestellten Unsicherheiten noch nicht das Gesamturteil darstellen.

## 4.5 Integrierbarkeit in bestehende Verkehrssysteme

Die bestehenden Systeme für den Gütertransport bestehen aus:

- ▶ Straßengütertransport
- ▶ Schienengütertransport
- ▶ Binnenschifffahrt
- ▶ Seeschifffahrt einschl. Küstennahe Schifffahrt.

### 4.5.1 Straßengütertransport

(1) Die Diskussionen weiter vorne haben gezeigt, dass sich das System TALPINO als Rollende Landstraße auf bestimmten Relationen in die Transportketten integrieren lässt. Im unbegleiteten Container-Verkehr und im Verkehr mit Wechselbrücken lassen sich begrenzte Einsatzbereiche vorstellen, für die TALPINO in Frage kommt. In jedem Falle verlangt dies ein hohes Transportaufkommen auf Punkt-Punkt-Relationen.

(2) Insgesamt gilt, dass der Straßengüterverkehr als hochflexible und den Einsatzbedingungen relativ leicht anzupassende Transportform seine Rolle als Zulieferer gegenüber dem TALPINO wie auch gegenüber den anderen Trans-

portarten wahrnehmen kann, so dass im Prinzip ROLA-, Container- und Wechselbrückenverkehre in gemischter Form denkbar sind.

#### **4.5.2 Schienengütertransport**

(1) Sobald ein ausreichend dichtes Netz für den Schienengütertransport vorliegt, ist es schwierig, das TALPINO-System als integralen Bestandteil einzubinden. Technisch betrachtet wirkt ein TALPINO-Strang wie eine andere Spurweite im Bahnsystem; d.h. die Interoperabilität wird unterbrochen, und es werden aufwändige Umstellvorgänge erforderlich. Es wird daher weltweit nur sehr wenige Einsatzbereiche geben, bei denen TALPINO ein Bestandteil eines Netzes im Eisenbahnverkehr sein kann.

(2) Erforderlich wären bestehende Lücken im Eisenbahnnetz, die nur unter sehr hohem Aufwand zu schließen sind, größere Entfernungen, Hauptströme an den Terminals beginnend und endend. Ein Beispiel für eine solche Relation wäre die Verbindung Rio de Janeiro–Sao Paulo–Campinas in Brasilien, wo es aufgrund der schwierigen Topographie sehr aufwändig ist, eine leistungsfähige Eisenbahnverbindung zu installieren.

#### **4.5.3 Binnenschifffahrt**

(1) Der Verteilerverkehr von den Binnenhäfen ist in der Regel zu gering, um die Kapazität eines TALPINO-Systems zu füllen. Selbst der Bahngüterverkehr ist hier nur bei den großen Binnenhäfen lohnend, vor allem dann, wenn volumenstarke Relationen bestehen, die nicht über das Binnenschiff zu realisieren sind.

(2) Damit kann das TALPINO-System weitgehend für eine Verteilerfunktion ausgehend von Binnenhäfen ausgeschlossen werden.

#### **4.5.4 Seeschifffahrt und Küstennahe Seeschifffahrt**

(1) Einige Seehäfen entwickeln sich vor allem aufgrund des boomenden internationalen Containerverkehrs mit hoher Geschwindigkeit. Im Seehafen-Hinterland-Verkehr könnte der TALPINO eingesetzt werden, wenn sehr aufkommensstarke Relationen bestehen. Bei den Nord- und Ostseehäfen sind hier nur geringe Chancen zu sehen, weil die Hinterlandverbindungen über Binnenschiff und Eisenbahn gut ausgebaut sind (oder werden, wie im Falle

der Betuwe-Linie Rotterdam-Emmerich, bzw. der „Eiserne Rhein“ von Antwerpen ins Hinterland). Aufkommende Container-Häfen im Mittelmeer-Raum sind Genua und Gioia Tauro. Dennoch wird auf absehbare Zeit das Aufkommen auch hier nicht ausreichen, um einen hochleistungsfähigen TALPINO-Strang zu den italienischen Industriegebieten oder zu Agglomerationen nördlich der Alpen auszulasten.

(2) Dagegen können solche Verbindungen für Seehäfen in Asien oder Lateinamerika interessant werden, wenn die Vernetzung zum Hinterland bislang nur lückenhaft ausgebaut ist (Shanghai, Shenzhen, Kaohsiung, Singapur, Hongkong).

(3) Reduziert man die Integrationsüberlegungen auf den europäischen Raum, so verbleibt die Kombination mit dem Straßengüterverkehr als integrationsfähige Alternative. Kombinationen mit dem Eisenbahnverkehr sind schwer vorstellbar, vor allem, wenn die in der Liste der prioritären Transeuropäischen Netze enthaltenen Verbesserungen für die Güterbahn entsprechend der Planungen realisiert werden.

## **4.6 Nutzen- und Kosten, abgeschätzt auf Grundlage allgemeiner Indikatoren**

(1) Die vom BMVIT zur Untersuchung angeregte Indikatorenliste besteht aus den folgenden Komponenten:

- ▶ Entwicklungskosten
- ▶ Investitionskosten
- ▶ Kosten Betrieb, Erhaltung und dergleichen
- ▶ Kosten Steuerung, Überwachung und Sicherung
- ▶ Verkehrsnachfrage
- ▶ Verlagerungspotential von anderen Verkehrsträgern
- ▶ Erwartbare Einnahmen
- ▶ Wechselwirkungen auf Erlöse anderer Verkehrsträger
- ▶ Auswirkungen auf Umwelt und Regionalentwicklung
- ▶ Sonstige volkswirtschaftliche Kosten/Nutzen

(2) Die meisten der Indikatoren wurden in den obigen Ausführungen angesprochen. Für die Beurteilung der restlichen Indikatoren, vor allem im Bereich

des Umweltschutzes, ist es nützlich, die Untersuchungsergebnisse eines konkreten Anwendungsfalls mit hinzuzuziehen. Aus diesem Grunde wird dieser Punkt in Kapitel 5 wieder aufgenommen.

## **4.7 Wirtschaftliche Einsatzbedingungen für das System TALPINO ÖKO TRANS**

Aus den in der ersten Phase durchgeführten Untersuchungen folgt:

1. Das System TALPINO ist nicht als neues netzweites Angebot für den Gütertransport zu verstehen, sondern als korridorbezogene Ergänzung bestehender Netze.
2. Eine generelle wirtschaftliche Indikation für den Einsatz des TALPINO ist nicht zu diagnostizieren. Das System ist im Durchschnitt weder billiger noch flexibler als der Lkw und im Durchschnitt auch nicht energiesparender als die Eisenbahn. In speziellen Einsatzbereichen kann es aber dennoch als Ergänzung in Frage kommen. Für langfristig disponierende Investoren können der geringe Wartungsbedarf und der niedrige Erhaltungsaufwand des Systems entscheidungsrelevante Merkmale sein.
3. Im Bereich der Umweltverträglichkeit sind klare Vorteile gegenüber dem Lkw und gewisse Vorteile gegenüber der Bahn zu konstatieren. Dies liegt an der wesentlich geringeren Lärmemission und den geringen Feinstaub-Emissionen sowie an der vollkommenen Abschirmung des Systems. Auch ist ein Einsatz von Pestiziden zur Freihaltung der Trassen nicht erforderlich. Eine Beurteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist beim derzeitigen Stand nicht möglich. Aus Sicht der Gutachter sind nur in speziellen Einsatzbereichen (etwa: Rollende Landstraße) ähnliche Energieverbräuche/CO<sub>2</sub>-Emissionen wie bei der Eisenbahn zu erwarten. Die Entwickler sehen dagegen einen deutlichen Vorsprung ihres Systems gegenüber den konventionellen Transportmitteln.
4. Eine Ergänzung zum Eisenbahn- oder Binnenschiffsverkehr kann TALPINO im europäischen Raum nicht werden. Auch weltweit lassen sich hier nur schwer geeignete Einsatzfelder definieren.
5. Im Seehafen hinterlandverkehr lassen sich einige Einsatzbereiche in Asien oder Südamerika vorstellen. In Europa sind dagegen die Chancen bei Realisierung der Transeuropäischen Projekte beschränkt.

6. Als Ergänzung zum Straßengüterverkehr, auch zu dessen teilweiseem Ersatz, erscheint TALPINO durchaus geeignet. Die Umstellvorgänge von der Straße auf den TALPINO gestalten sich leichter und flexibler als bei der Eisenbahn, so dass TALPINO eine Alternative zur Rollenden Landstraße werden kann.
7. Ein zusätzlicher größerer Bedarf an Angeboten der Rollenden Landstraße ist dort zu sehen, wo sich der Straßengüterverkehr besonders kräftig entwickelt, aber an Grenzen der angebotsseitigen Entwicklung stößt oder erhebliche negative Auswirkungen verursacht.
8. Solche Grenzen können durch den Umweltschutz oder durch sehr hohe Kosten der Kapazitätserweiterung für die Straßen gegeben sein. Auch Risikoerwägungen können eine Rolle spielen.
9. Zusätzlich können Regulierungsbedingungen, etwa in Form von Sozialvorschriften für den Straßengüterverkehr, die Akzeptanz eines ROLA-Angebots fördern. Nicht zuletzt könnten in der Zukunft auch wesentlich höhere Mautentgelte des Straßengüterverkehrs und Umweltauflagen für den Schienengüterverkehr in sensiblen Gebieten in Aussicht stehen.
10. Als erstes Zwischenergebnis folgt, dass die Einsatzfelder des TALPINO in Europa in der ersten Stufe politisch und in zweiter Stufe wirtschaftlich zu definieren sind, wenngleich eine hohe Verkehrsnachfrage auf dem in Aussicht genommenen Korridor die unabdingbare Voraussetzung darstellt.
11. Daher liegt es nahe, die Auswahl einer fiktiven Anwendungstrecke auf Bereiche zu konzentrieren, in denen eine Rollende Landstraße anstelle eines Fernverkehrswegeausbaus aus den Gründen (6) bis (9) in Frage kommen kann.

## 5 Anwendungsfall

### 5.1 Auswahlkriterien für den Anwendungsfall

Aufgrund der Diskussion des Fortschrittsberichts und der darin dokumentierten Zwischenergebnisse zur TALPINO-Begutachtung haben sich BMVIT, Gutachter und Entwickler darauf verständigt, dass der Anwendungsfall folgenden Kriterien entsprechen soll:

1. Das Nachfragevolumen soll ausreichen, um die Massenleistungsfähigkeit des Systems TALPINO zu demonstrieren.
2. Die Topographie sollte anspruchsvoll genug sein, um die trassierungstechnischen Vorteile des Systems zur Geltung zu bringen.
3. Die Terminals sind an größeren Agglomerationszentren anzulegen, wobei gegebenenfalls Zwischenstationen an Mittelzentren einzubinden sind.
4. Das Angebot beschränkt sich auf die Rollende Landstraße bzw. das TALPINO-Konzept der „Be-Gleitenden Autobahn“ und wird technisch darauf ausgerichtet.
5. Damit reichen Plattformen mit Aufstell- und Sicherungseinrichtungen für schwere Lkw aus.
6. Die Belastung entlang der betrachteten Autobahnstrecke sollte hoch genug sein, um eine deutliche Umweltentlastung im Korridor durch TALPINO zu erzielen.
7. Entlang der ausgewählten Strecke sollten umfangreiche Ausbaumaßnahmen angedacht sein, um die Nachfrageentwicklung im Lkw-Verkehr kapazitiv zu bewältigen.
8. Der Einsatz von TALPINO wird ausschließlich fiktiv angelegt und stellt in keiner Weise die geplanten Ausbaumaßnahmen in Frage.

### 5.2 Beschreibung des Anwendungsfalls

(1) Vor diesem Hintergrund der Auswahlkriterien haben sich der Auftraggeber, dessen Berater und die Gutachter Anfang Juni 2005 darauf verständigt, dass Konzept „Be-Gleitende Autobahn“ zur Grundlage eines vorgesehenen Anwendungsfalls zumachen und hierfür den Autobahn-Abschnitt Stuttgart - München vorzusehen. Diese Auswahlentscheidung wurde im Sinne eines

„rein hypothetischen Anwendungsfall“ Mitte Juni 2005 vorbehaltlich eventueller Bedenken seitens des deutschen Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) bestätigt. Das BMVBW hat dem Anwendungsfall mit der Bitte zugestimmt, über die Ergebnisse durch das BMVIT informiert zu werden.

(2) Der ausgewählte Anwendungsfall der deutschen Bundesautobahn (BAB) A8 zwischen Stuttgart und München ist im Abschnitt von Stuttgart-Flughafen bis zum Dreieck München-Eschenried gut 190 km lang. Die Gesamtstrecke lässt sich sehr sinnvoll in drei Abschnitte einteilen: Stuttgart-Flughafen bis Ulm-West (ca. 73 km); Ulm-West bis Augsburg-West (ca. 71 km) und Augsburg-West bis Dreieck München-Eschenried (ca. 47 km). Zu Teilabschnitten dieser Strecke liegen relativ gute Planungsunterlagen vor, weil sie für diverse Formen einer Privatfinanzierung in Betracht kommen: der so genannte „Albaufstieg“ mit einer Länge von 8,0 km zwischen Mühlhausen und Hohenstadt, der als „F-Modell“-Projekt (gemäß FStrPrivFinG (Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz) bzw. FStrPrivFinAendG (Gesetz zur Änderung des Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetzes)) vorgesehen und auch im aktuellen Bundesverkehrswegeplan (BVWP, 2003) enthalten ist, sowie ein 45,6 km langes Teilstück zwischen Bubesheim und Augsburg-West, das als Projekt nach dem "A-Modell" (Finanzierung zur Hälfte aus Einnahmen aus der Lkw-Maut) zur Diskussion steht.

(3) Für den "rein hypothetischen Anwendungsfall" erschien die Strecke mit zwei Kopfstationen sowie zwei Zwischenstationen recht gut geeignet. Auch die vergleichsweise hohen Lkw-Belastungen können als eine „TALPINO-freundliche“ Ausgangssituation bezeichnet werden. Für 2002 betrug die werktägliche durchschnittliche Verkehrsmenge von Lkw ab 3,5 t zGG und Sattelzügen außerhalb der Ferienzeiten (W-DTV) auf deutschen Autobahnen insgesamt rund 8'400 Fahrzeuge (vgl. BASt, 2004) und in 2003 etwa 8'500 Fahrzeuge (vgl. BASt, 2005); im Abschnitt Stuttgart-München betragen die werktäglichen Lkw-Querschnittsbelastungen in 2002 rund 9'400 – 11'900 Fahrzeuge und in 2003 rund 9'500 – 11'800, lagen also deutlich über dem Durchschnitt (und in 2003 im Mittel rund 1% höher als in 2002). Dies ist ja nicht zuletzt der Grund dafür, dass gerade in diesem Abschnitt Ausbaumaßnahmen vorgesehen sind, also das Nachdenken über eine Entlastung durchaus einen realen Hintergrund hat.

(4) Bezieht man die Lkw-Zahlen auf das ganze Jahr, so ergibt sich für die Autobahnen in Deutschland insgesamt in 2002 ein DTV-Wert von 7'100 Lkw bzw. 7'150 in 2003 und im ausgewählten Autobahnabschnitt Stutt-

gart -München zwischen 7'600 und 9'100 in 2003 bzw. zwischen 7'700 und 9'600 Lkw je Tag in 2003. Zum Vergleich: Auf der Brennerroute betragen die DTV der Lkw im Jahr 2004 – nach einem enormen Anstieg gegenüber 2003 – zwischen 5'000 und 6'000 Lkw je Tag. Wenn man sich bislang also den Anwendungsfall Brennerroute vorstellen konnte, so ist zumindest unter Aspekten der Verkehrsbelastungen die Anwendungsstrecke Stuttgart-München sogar um einiges günstiger.

### **5.3 Angebotsbezogene Bedingungen für den TALPINO-Einsatz**

(1) Auf der Basis der verschiedenen Diskussionen zwischen den Entwicklern und Gutachtern sowie der Fragestellungen der Gutachter haben die Entwickler ein Betriebskonzept für den Anwendungsfall der „Be-Gleitenden Autobahn“ Stuttgart-München erarbeitet und mit Schreiben vom 22. August 2005 übermittelt. Die wichtigsten Elemente sollen nachfolgend in aller Kürze zitiert werden.

(2) Die insgesamt 182,5 km lange Strecke besteht zu 172,5 km aus ebener Strecke und zu 8 km aus aufgestellter Strecke. Diese beiden Streckentypen werden eingehaust (180,5 km). 2 km bestehen aus Tunnelstrecken.

(3) Grundsätzlich werden auf TALPINO-Plattformen Straßenfahrzeuge befördert, die von deren Fahrern selbst auf- und abgeladen werden. Es gibt keinen Fahrplan, sondern ausschließlich einen Bedarfsbetrieb.

(4) Es können Last- und Sattelzüge, aber auch Wohnwagenspanne bis zu einem Gesamtgewicht von 40 Tonnen befördert werden. Die Berechnungen zum Fahrzeugeinsatz basieren auf einem 40t-Sattelzug.

(5) Die Anwendungsstrecke Stuttgart-Flughafen-Dachau bei München wird von den Entwicklern als „Rückgrat“ einer längeren Strecke mit Abzweigen betrachtet. Es gibt je eine kleine Zwischenstation („Mini-Station“) bei Ulm und bei Augsburg, wobei offen bleibt, welche verkehrliche Funktion diese halben Zwischenstationen haben; die im Betriebskonzept enthaltene Systemskizze „Zwischenstation“ lässt wohl in einer Fahrtrichtung nur Entladungen und in der anderen Fahrtrichtung Beladungen zu. Die Entwickler gehen ohnehin davon aus, dass vorwiegend Fahrten zwischen den Kopfstationen am Anfang und Ende der gesamten Anwendungsstrecke stattfinden. Die Zwischenstationen

sind als „technische Stationen“ ausgebildet, bei denen auf Wunsch oder im Notfall ausgefädelt werden kann.

(6) Den Ablauf in den Stationen beschreiben die Entwickler wie folgt:

1. Lkw fährt auf die Zulaufspur	10 sec
2. Lkw-Fahrer wählt sein Strecken-End-Ziel	10 sec
3. Lkw wird zu „seiner“ Spur geleitet	20 sec
4. Lkw fährt auf „seine“ Plattform bis zum definierten Anschlag	20 sec
5. Lkw wird automatisch fixiert	30 sec
6. Lkw-Fahrer bekommt gleichzeitig in seiner Muttersprache Instruktionen und Zielbestätigung	-
7. Plattform „legt ab“ und fährt vor	20 sec
8. Plattform wird quer verschoben bis zur Ausfahrt	30 sec
9. Einfädeln der Plattform in den TALPINO-Strang	20 sec
10. Gesamtdauer von der Einfahrt bis zur Beförderung	180 sec

Einschließlich 2 Minuten Reserve können bei 12 Einfahrtstellen 144 Plattformen je Stunde beladen und auf die Fahrt geschickt werden. Dies entspricht bei einem 24-Stunden-Betrieb an 360 Tagen 1,24 Mio. Fahrzeugen (je Richtung).

(7) In den Stationen stehen in drei Schichten je 6 Personen für Überwachungs- und Hilfsfunktionen zur Verfügung; in einer Schicht sind außerdem 2 Verwaltungs-Angestellte tätig.

(8) Die Berechnungen von Aufwand und Ertrag gehen von einer Verkehrsstärke von 67'000 Kfz/24 Std. und einem Lkw-Anteil von 21% aus; von diesem Potenzial übernimmt die „Be-Gleitende Autobahn“ 60%. Bei den Verkehrsstärkezahlen berufen sich die Entwickler auf das Projekt-Informationssystem „PRINS“ des deutschen Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen BMVBW, das ermöglicht, Projektinformationen im Internet abzurufen (vgl. [www.bmwbw.de/static/Bundesverkehrswegeplan\\_2003/prins](http://www.bmwbw.de/static/Bundesverkehrswegeplan_2003/prins)), und auf die dort angegebenen Prognosewerte der Verkehrsstärken für 2015 im BAB A8-Abschnitt Hohenstadt-Dachau (Proj.-Nr. BY5015). Die Einnahmen werden – der Empfehlung der Gutachter folgend – auf 0,60 Euro je Streckenkilometer angesetzt.

## 5.4 Nachfragekonstellation in Aufkommen, Leistung und Modal Split

(1) Die Annahmen zum Potenzial und zur tatsächlichen Nachfrage nach Beförderungsleistungen sind ein entscheidender Punkt der gesamten Begutachtung des TALPINO-Konzepts. Ausgangspunkt zur Ermittlung des Potenzials an TALPINO-Sendungen (Anzahl der von TALPINO im hypothetischen Anwendungsfall beförderten Last- und Sattelzüge) bildet die heutige und zukünftige Verkehrsnachfrage entsprechender Fahrzeuge auf der A8. Wir gehen - offensichtlich im Gegensatz zu den Entwicklern - davon aus, dass dies im Wesentlichen „schwere Lkw“ mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 12 Tonnen sind, wie sie auch der Bemannung in Deutschland unterliegen.

(2) Die BAB A8 weist im Vergleich mit anderen europäischen Autobahnen ein recht hohes Lkw-Aufkommen auf; es lag bei Fahrzeugen oberhalb von 3,5 Tonnen in den Jahren 2002 und 2003 zwischen rund 7'600 und 9'600 Lkw je Tag und damit deutlich über dem gesamtdeutschen Autobahndurchschnitt und auch deutlich höher als an den hoch belasteten Alpentransversalen Brenner und Gotthard. Der Anteil schwerer Lkw ab 12t zGG dürfte nach der „Realisierungsstudie zum A-Modell BAB A8; Streckenabschnitt AK Ulm/Elchingen – AD Allach“ (BMVBW, 2003) im relevanten Abschnitt der BAB A8 aktuell bei rund 85 - 88% liegen; im Rahmen eines ProgTrans-Gutachtens für das deutsche BMVBW wurde für das Jahr 2003 ein durchschnittlicher Anteil der mautpflichtigen an allen Lkw auf deutschen Autobahnen in Höhe von 88,6% ermittelt.

(3) Gemäß BVWP-Prognosen ist auf dem Untersuchungsabschnitt im Jahre 2015 mit durchschnittlich etwa 7'125 schweren Lkw je Tag zu rechnen; dies entspricht etwa 2,6 Mio. Fahrzeugen pro Jahr. Es gibt auch höhere Belastungsprognosen von bis zu 8'600 schweren Fahrzeugen je Tag; dabei handelt es sich allerdings um punktuelle Spitzenbelastungen von Fahrzeugen, die nicht alle durchgängig den gesamten Untersuchungsabschnitt befahren, sondern teilweise im Untersuchungsabschnitt auf die Autobahn auf- bzw. von der Autobahn abfahren. In der oben erwähnten „Realisierungsstudie“ ergibt sich für das Jahr 2015 im gesamten 101 km langen Streckenabschnitt eine durchschnittliche Prognosebelastung schwerer Lkw von etwa 8'700 Fahrzeugen pro Tag; dies entspricht einem Jahresaufkommen von 3,2 Mio. Lkw.

(4) Um sich Potenziale der rollenden Landstrasse besser vorstellen zu können, sollen einige Vergleichszahlen herangezogen werden:

- Die HUPAC beförderte im Jahre 2004 auf der Gotthard-Route auf der „Rollenden Autobahn“ (RoLa) 25'153 Fahrzeuge (+ 20,4% gegenüber

2003 mit 20'895 Fahrzeugen; HUPAC, 2005). Über den Gotthard und Lötschberg gingen in 2004 per RoLa insgesamt 89'881 Fahrzeuge. In 2003 waren es noch 77'119 Fahrzeuge gewesen (BAV, 2005).

- ▶ Auf der Brenner-Route wurden im Jahre 2003 noch 163'700 Lkw per RoLa befördert, im Jahre 2004 waren es nur noch 72'447 Fahrzeuge (BAV, 2005). Im Herbst 2004 wurde die RoLa-Bedienung (vorübergehend) eingestellt, weil die Nachfrage aufgrund des verkehrspolitischen Umfelds so massiv eingebrochen war.
- ▶ Auch Kombiverkehr in Deutschland war in 2004 erheblich von den Veränderungen der allgemein- und verkehrspolitischen Umfeldbedingungen betroffen; die beiden Relationen Dresden – Lovosice (Polen) und Manching – Bennersee (Österreich) wurden im Laufe des Jahres eingestellt. Auf der erstgenannten Relation wurden im 1. Halbjahr noch 27'500 Fahrzeuge, auf der zweitgenannten noch bis zum Dezember 2004 53'140 Fahrzeuge befördert. Insgesamt ging das RoLa-Aufkommen in Deutschland von 187'170 Lkw in 2002 über 191'540 Lkw in 2003 auf 80'640 Lkw im Jahre 2004 zurück (Kombiverkehr, 2005).

(5) Als Fazit dieser Betrachtungen kann festgehalten werden, dass die RoLa bei fehlendem förderndem Umfeld große Nachfrage-Probleme hat, aber auch absolut ein sehr begrenztes Aufkommen aufweist. Vor diesem Hintergrund haben die Gutachter den Entwicklern empfohlen, den hypothetischen Anwendungsfall für folgende drei Szenarien der Potenzialausschöpfung durchzurechnen:

- ▶ „Best case“: 50% Potenzialausschöpfung;
- ▶ „Optimistic case“: 30% Potenzialausschöpfung;
- ▶ „Base case“: 15% Potenzialausschöpfung.

(6) Auf Basis der heutigen wie der prognostizierten Fahrzeugbewegungen schwerer Lkw auf der A8 in der Größenordnung von etwa 2,6 Mio. Fahrzeugen pro Jahr ergibt sich als Empfehlung, den hypothetischen Anwendungsfall für folgende drei Szenarien der Potenzialausschöpfung durchzurechnen:

- ▶ „Best case“: 50% Potenzialausschöpfung => 1,3 Mio. Fahrten pro Jahr
- ▶ „Optimistic case“: 30% Potenzialausschöpfung => ca. 800'000. Fahrten pro Jahr
- ▶ „Base case“: 15% Potenzialausschöpfung => ca. 400'000. Fahrten pro Jahr

(7) Der Einfachheit halber wurde als Annahme empfohlen, dass diese Fahrten sich auf alle Tage des Jahres gleichmäßig verteilen, was zumindest im Hinblick auf die Tagesganglinie eine sehr TALPINO-freundliche Annahme darstellt. Alternativ sollten die Entwickler auch erwägen, das Aufkommen nur auf 250 Werktage oder 300 Betriebstage (ohne Sonntage) aufzuteilen. Dies wäre evtl. realitätsnäher und käme dem TALPINO-System möglicherweise sogar entgegen, da die hohe Kapazität ja eine wichtige Systemstärke des TALPINO-Konzepts darstellt. Wir haben den Entwicklern freigestellt, ein Betriebskonzept für 5 Werktage oder 6 Betriebstage je Woche oder – wie zunächst praktiziert – für einen durchgängigen Betrieb über das ganze Jahr zu definieren. Als ein verkehrspolitisches Argument für den Sonntag könnte gelten, dass Verkehre, die die „Be-Gleitende Autobahn“ nutzen, vom Sonntagsfahrverbot freigestellt werden könnten.

## **5.5 Assessment gemäß Indikatorenliste**

(1) Vor dem Hintergrund der bisherigen Ausführungen kann das nachfolgende Assessment zum Anwendungsfall gemäß der eingangs benannten Indikatorenliste relativ kurz gehalten werden. Die meisten der beurteilungsrelevanten Annahmen haben sich ja infolge des intensiven Austauschs zwischen Entwicklern und Gutachtern weiter entwickelt, und viele der letztlich getroffenen Annahmen sind das Resultat dieser Diskussionen, deren wesentlichen Inhalte weiter oben dokumentiert sind. Der aktuellste Businessplan (Version 7; Stand 20-08-2005) mit den von den Entwicklern für den Anwendungsfall konkretisierten Annahmen ist im Anhang dokumentiert.

(2) Die tatsächlichen Entwicklungskosten des TALPINO ÖKO TRANS Systems lassen sich von Außenstehenden nicht beurteilen; die Dynamik, mit der die beiden Entwickler Anregungen aufnehmen und umsetzen, ist beeindruckend. Das System befindet sich allerdings nach wie vor auf der Entwicklungsstufe einer Pre-Feasibility Study, auch wenn viele Ausführungsdetails schon relativ weit bedacht sind. Der bisherige Aufwand dürfte im Vergleich zu anderen verkehrssystemtechnischen Entwicklungen gering gewesen sein, weil die Entwickler sich bewusst auf bereits vorhandene Komponenten abstützen; mit dieser Einschätzung soll der große persönliche Aufwand der Entwickler keinesfalls herabgesetzt werden. Der Entwicklungs-Aufwand dürfte allerdings erheblich zunehmen, wenn Prototypen entwickelt und Betriebssimulationen durchgeführt werden müssen.

(3) Die konkreten Annahmen zu den Baukosten der drei Streckentypen können die Gutachter weder heute noch zukünftig abschließend beurteilen. Sie erscheinen vor dem Hintergrund der Basisberechnungen und von eigenen Erfahrungswerten zu den Baukosten von Verkehrswegen (insbesondere Straßen) plausibel. Die Annahme, dass die Grunderwerbskosten für den Fahrweg in den angesetzten Kosten enthalten sind, halten wir für vertretbar. Die Annahmen zu den Kosten der Einhausung erscheinen uns hingegen als relativ niedrig, obwohl sie gegenüber früheren Kalkulationen bereits angehoben wurden. Dieser Punkt ist für die System-Beurteilung insgesamt allerdings nicht von nennenswerter Bedeutung.

(4) Die Basisannahmen im Hinblick auf die Errichtungskosten der TALPINO-Stationen erscheinen uns ebenfalls insgesamt angemessen. Im Businessplan gehen die Entwickler weiterhin davon aus, dass diese Stationen geleast werden sollen. Bei der Berechnung der Leasingrate schreibt das Leasingunternehmen, das den Entwicklern hierzu eine Offerte unterbreitet hat, explizit: „Der o.a. Leasingraten zugrunde liegende Zinssatz (3,5%) stellt einen Richtwert dar, der endgültig erst nach Beurteilung der Bonität des Leasingnehmers sowie der Einschätzung eines allfälligen Verwertungsrisikos festgelegt werden kann.“ Obwohl uns der unterstellte Kalkulationszinssatz sehr niedrig erscheint, haben wir diesen Punkt akzeptiert. Einen Restwert der TALPINO-Stationen in Höhe von 40% der Baukosten nach 20 Jahren halten wir hingegen für äusserst unwahrscheinlich. Wir haben daher vorgeschlagen, eine Alternativkalkulation für eine Nutzungs- bzw. Leasingdauer von 40 Jahren mit jährlicher AfA von 2,5% einzuholen, sodass die Anlage dann völlig abgeschrieben ist. Auf diesen Vorschlag sind die Entwickler allerdings nicht eingegangen.

(5) Die Einzelannahmen zur Berechnung der Herstellungskosten der TALPINO-Plattformen können wir ebenfalls nicht beurteilen. Im Vergleich mit früheren Kalkulationen fällt auf, dass die Kosten je Einheit deutlich niedriger angesetzt sind; dies wird von den Entwicklern aber nachvollziehbar mit der deutlichen Vereinfachung der Plattform-Auslegung begründet. Die Größenordnung der Herstellungskosten erscheint im Vergleich mit den Kosten anderer Fahrzeuge realistisch. Auch für die Plattformen wird im Businessplan von einer Leasinglösung ausgegangen. Dabei halten wir einen Restwert in Höhe von 25% (im Businessplan steht zwar „0% Rest“, aber es wird mit 25% gerechnet) für wenig realistisch. Wir haben daher vorgeschlagen, dass die Berechnung der Leasingrate den Restwert der TALPINO-Plattformen am Ende der Nutzungsdauer von 20 Jahren mit Null ansetzt; dieser Empfehlung haben die Entwickler allerdings nicht entsprochen.

(6) Auch die Angaben zur Berechnung des Energiebedarfs und entsprechender Ausrüstungen für die TALPINO-Plattformen und den TALPINO-Betrieb können von den Gutachtern nicht im Detail beurteilt werden. Hier muss auf die von den Entwicklern benannten Experten verwiesen werden. Die zahlreichen zu dieser Thematik aufgeworfenen Fragen haben die Entwickler zwar beantwortet, doch konnten Zweifel nicht ausgeräumt werden. Dies gilt vor allem für den angenommenen Energieverbrauch der Niederdruck-Luftkissen-Technik, der nicht durch belastbare wissenschaftliche Dokumente oder Herstellerangaben gestützt wird. Das Gleiche gilt auch für die Berechnung der Kosten der elektrischen Ausrüstung.

(7) Die Berechnung der Personalkosten ist von den Entwicklern auf das von ihnen vorgelegte Betriebskonzept ausgelegt worden; die Basisannahmen wurden im Verlauf der Begutachtung angepasst und erscheinen in der jetzigen Form plausibel.

(8) Wichtige Fragen, die aus heutiger Sicht offen sind, beziehen sich zum einen auf die Basisannahmen zu den Abläufen in den Stationen und zum anderen auf die Einschätzung des Potenzials an TALPINO-Nutzern sowie auf dessen faktische Ausnutzung. Beide Fragen hängen eng zusammen und haben einen entscheidenden Einfluss auf die betriebswirtschaftliche Rentabilität des Gesamtsystems. Die Fragen zu den Abläufen in den Stationen können erst durch konkrete Betriebssimulationen beantwortet werden. Als Beispiel sei die Annahme genannt, dass die kontinuierlich auf die Stationen zulaufenden Fahrzeuge – immerhin gemäß Entwickler-Annahme 1,25 Mio. Fahrzeuge je Richtung und Jahr oder im Mittel gut 140 Fahrzeuge in jeder Stunde des Jahres – tatsächlich nur 5 Minuten vom Einfahren in die Station bis zum Abschluss des Einfädels der Plattform in den Fahrweg brauchen. Solche Fragen lassen sich letztlich nur mit einer Simulation des Betriebsablaufs beantworten. Im Hinblick auf das TALPINO-Potenzial sind wir allerdings weiterhin dezidiert anderer Ansicht als die Entwickler: Wir halten sowohl die Ausgangszahl – auch wenn sie zutreffend aus einem „offiziellen“ Dokument zitiert ist – als auch die angenommene „Penetrationsrate“ für völlig unrealistisch. Die im PRINS-Projektblatt des BMVBW benannte „Verkehrsstärke 2015“ von 67'000 Kfz/24h erscheint uns plausibel, nicht aber ein Lkw-Anteil von 21%. Dies würde einem DTV-Wert für alle Lkw ab 3,5t zGG von über 14'000 entsprechen. Das steht in klarem Widerspruch zu allen modellmäßig ermittelten Prognosen des Lkw-Verkehrs auf diesem Streckenabschnitt, die weiter oben zitiert sind und im Maximalfall auf 10'000 Fahrzeuge pro Tag kommen. Außerdem halten wir für wenig wahrscheinlich, dass kleine Lkw oder Wohnwagengespanne für einen Betrag von 60 Eurocent je Kilometer auf den TALPINO wechseln, ob-

wohl sie nicht mautpflichtig sind und zumindest Wohnwagengespanne, aber auch viele kleinere Lkw, auch keinerlei Nacht- und Wochenendfahrverboten oder Sozialvorschriften unterliegen. Und schließlich halten wir auch für wenig wahrscheinlich, dass 60% des gesamten Potenzials aller Lkw ab 3,5t zGG auf das TALPINO ÖKO TRANS-System umsteigen. Jegliche bisherigen Erfahrungen hinsichtlich der Reaktions- und Entscheidungsmuster im Straßengüterverkehr sprechen jedenfalls sehr klar gegen diese Annahme. Bei einer Gesamtwürdigung dieser Argumente bleiben wir bei unserem Vorschlag, für Modellrechnungen der Rentabilität des TALPINO ÖKO TRANS von deutlich anderen (niedrigeren) Nachfragemengen auszugehen. Der von den Entwicklern im aktuellsten Businessplan angenommene Niedrigstwert von 1,25 Mio. Systemnutzern pro Jahr erscheint uns ein Maximalwert zu sein, selbst wenn wir alle weiter oben ausführlich beschriebenen Systemvorteile und Push-Effekte verkehrspolitischer Maßnahmen in die Waagschale werfen.

(9) Für den Fall von 1,25 Mio. TALPINO-Nutzern pro Jahr kommen die Entwickler unter den von ihnen getroffenen und zuvor ausführlich besprochenen Annahmen zu einem Gesamtaufwand pro Jahr in Höhe von 102,6 Mio. Euro und zu Erlösen in Höhe von 136,9 Mio. Euro. Dabei gehen sie von identischen Fahrweg- und Stationskosten wie in ihrem Basis-Fall aus, haben aber alle anderen Aufwendungen proportional gekürzt. Bei dieser Berechnungsmethodik ergibt sich unter Beibehaltung aller übrigen Annahmen eine Break-Even-Nachfragemenge von rund 850'000 Fahrzeugen pro Jahr. Selbst ein derartiges Potenzial halten wir – wie schon weiter oben zum Ausdruck gebracht – für sehr optimistisch; und es gilt zu bedenken, dass wir zumindest bzgl. der getroffenen Leasingannahmen ebenfalls Zweifel angemeldet haben.

(10) Die übrigen gemäß Indikatorenliste vorzunehmenden Beurteilungen unterscheiden sich im Anwendungsfall nicht von denjenigen, die weiter oben schon für die Beurteilung unter idealisierten Annahmen ausgeführt wurden.

## 6 Marktchancen und Marktfähigkeit

### 6.1 Mögliche Einsatzfelder innerhalb und außerhalb Europas

(1) In Europa sind die Einsatzmöglichkeiten des TALPINO-Systems auf absehbare Zeit begrenzt. Zwar könnte der Seehafen-Hinterland-Verkehr bei einigen Häfen ein attraktives Potential an Container-Verkehren bieten (z.B. Rotterdam, Antwerpen, Hamburg), doch trifft das System hier auf etablierte Konkurrenz der Binnenschifffahrt und der Eisenbahnen. Falls die Transeuropäischen Verkehrsvorhaben verwirklicht werden, so wird die Marktposition der Bahnen im lang-laufenden Güterverkehr – vorausgesetzt, dass die Bahnorganisationen ihre Chancen nutzen – erheblich gestärkt werden. Seehäfen im Mittelmeerraum verzeichnen ein hohes Wachstum im Container-Verkehr aufgrund von veränderten See-Routen (Gioia Tauro, Genua), doch sind die Mengen bei weitem nicht ausreichend, um ein hochleistungsfähiges spurgeführtes System im Hinterlandverkehr auszulasten.

(2) Ein möglicher Markteinstieg in Europa kann daher nur als Ergänzungssystem zu bestehenden Transportsystemen gelingen. Dies gilt weniger für den Binnenschiffs- und Eisenbahnverkehr als für den Straßengüterverkehr. TALPINO eignet sich dort, wo

- ▶ aus Gründen des Umweltschutzes Netzergänzungen und Erweiterungsmaßnahmen für die Autobahnen nicht realisiert werden können,
- ▶ Wochenend- und Nachtfahrverbote eine kontinuierliche Transportbedien-  
nung über die Straße erheblich behindern,
- ▶ aufgrund von Engpasslagen oder sensitiven Umweltbedingungen hohe  
Straßenbenutzungsgebühren anfallen,
- ▶ die Einhaltung von Sozialvorschriften einen Übergang auf ein spurge-  
führtes Transportsystem attraktiv macht.

(3) Es ist offensichtlich, dass diese Bedingungen staatlich gesetzt sind. Marktmäßig rechnet sich der TALPINO ebenso wenig wie die Rollende Landstraße der Eisenbahn, selbst bei noch steigenden Energiepreisen. Aufgrund der überschlägigen Kalkulationen erscheint es aber durchaus realistisch, dass ein TALPINO-System mit geringeren Zuschüssen für eine „Be-Gleitende Autobahn“ auskommen kann als die Rollende Landstraße der Bahn. Dies liegt einerseits an der wesentlich günstigeren Organisation der Umschlagsvorgänge an den Stationen. Zum zweiten entfällt die aufwändige Zugbildung. Drittens

ist die Abwicklung der Zieldisposition flexibel und kostengünstig; d.h. im Gegensatz zur Bahn kann jede Plattform individuell, direkt und schnell disponiert werden. Dies steigert viertens die Attraktivität für Versender und Fuhrunternehmen, so dass mit einer höheren Nachfrage gegenüber der Rollenden Landstraße gerechnet werden kann.

(4) In einer Reihe von Studien (zum Beispiel: Infrac/IWW, 2004) ist belegt worden, dass die Rollende Landstraße der Bahn nur geringe Umweltvorteile gegenüber dem durchgehenden Lkw-Transport aufweist. Für die Bahngesellschaften ist die ROLA bis auf Ausnahmen nicht wirtschaftlich darstellbar, so dass sie ein geringes Interesse an der Ausweitung der ROLA-Angebote haben. Somit ist es durchaus vorstellbar, in diesem Marktsegment Nischen für das TALPINO-System zu finden.

(5) Technisch wird es kein Problem sein, auch unbegleitete Transporte für Sattelaufleger anzubieten. Für diesen Markt gibt es alternative Neuentwicklungen auf Basis von Bahnverkehren, wie zum Beispiel Cargo-Beamer oder Modalohr. Letztere bedingen relativ aufwändige Terminal-Investitionen (Cargo-Beamer) oder erhebliche Investitionen in spezifisches Rollmaterial (Modalohr) und rentieren sich erst, wenn einige Ganzzüge pro Tag auf den mit den Umschlageneinrichtungen ausgerüsteten Terminals zustande kommen. TALPINO hat gegenüber diesen Entwicklungen den Vorteil des erheblich einfacheren Umschlages. Allerdings müssten die Plattformen für die Befestigung der Sattelaufleger ausgerüstet werden, was technisch ohne größere Probleme machbar sein sollte. Nachteilig für den Markteinstieg ist sicherlich, dass der unbegleitete Verkehr eher größere Entfernungen voraussetzt, was entsprechende Investitionen in den TALPINO-Fahrweg voraussetzt.

(6) Geht man davon aus, dass in Europa der Markteinstieg für ein TALPINO-System primär als Ersatz oder Ergänzung von Rollenden Landstraßen der Bahnen denkbar ist, so lässt sich auf den hierfür ausgewählten Relationen der unbegleitete Transport wie auch der Container-Transport als Ergänzung zur ROLA organisieren, da hierfür nur geringe Änderungen bei den Plattformen und bei den organisatorischen Abläufen an den TALPINO-Terminals erforderlich sind.

(7) In Europa wird die Aufnahmefähigkeit für ein neues Transportsystem auch dadurch erschwert, dass in den industriell entwickelten Ländern eine relativ gute Infrastrukturausstattung vorhanden ist, die durch nationale und europäische Initiativen (Transeuropäische Netze) im Bereich der konventionellen Verkehrsmittel ergänzt wird. Außerhalb Europas, in Asien und Südameri-

ka, ist dagegen das Wachstum des Verkehrs wesentlich höher und stößt auf ein unterentwickeltes Verkehrsangebot.

(8) Japan verfügt über eine ausgezeichnete Verkehrsinfrastruktur für den Personenverkehr. Im Güterverkehr ist die küstennahe Seeschifffahrt hoch entwickelt, während die Gütereisenbahn eine untergeordnete Rolle spielt und der Straßengüterverkehr auf überlastete Autobahnen trifft. Es gibt einige Seehafen-Hinterland-Relationen mit hohem Aufkommen und hohen Wertigkeiten der Transporte, etwa die Anbindung der Großindustrie (z.B. in Toyota City mit dem Hafen Nagoya; Anbindung der Wirtschaftszentren an die Häfen Kobe, Tokyo, Yokohama). Es gibt Konzepte japanischer Verkehrswissenschaftler, die eine Abwicklung der starken Seehafen-Hinterland-Zentren-Transporte mit Fließband (Conveyor)- Systemen vorsehen, die dem TALPINO-Konzept ähnlich sind. Dies unterstreicht, dass einige TALPINO-Grundideen (individuelle Plattformen, Querverschub, automatische Steuerung) auch in Japan verfolgt werden und hier langfristig Marktchancen haben können. Es ist aber wenig wahrscheinlich, dass ein in Europa entwickeltes Transportsystem in Japan zum Einsatz kommt, da man sich dort an der Spitze der Technologieentwicklung sieht und – wie im Falle der Magnetschwebebahnen – eigene Technik bevorzugt.

(9) In China hat das Wachstum der Wirtschaft, das seit über einem Jahrzehnt Raten zwischen 8 und 10 % aufweist, zu drastischen Erhöhungen des Güterumschlags geführt. Der Container-Umschlag bei den aufkommensstärksten Seehäfen wächst mit zweistelligen Jahresraten und trifft auf Hinterlandverbindungen, die völlig unterdimensioniert sind. Es ist nicht ausgeschlossen, dass China – wie im Falle Transrapid für den Personenverkehr – im Güterverkehr den Sprung in die fortschrittlichste Technologie sucht. Eine Markteinführung des TALPINO-Systems würde allerdings voraussetzen, dass sich namhafte international aufgestellte Wirtschaftsunternehmen engagieren, da Technologieanbieter mit erheblichen Overhead-Kosten und Risiken rechnen müssen. Auch spielen Fragen des Technologie-Transfers eine große Rolle, so dass kleinere und mittlere Unternehmen nur geringe Chancen haben, innovative Produkte in diesen Markt zu bringen. Die TALPINO-Initiative hat bislang nicht die Unterstützung von Großunternehmen, um in den laufenden Planungen zum Aufbau neuer Verkehrsinfrastrukturen zur Verknüpfung der Megacities berücksichtigt zu werden. Man kann sich durchaus vorstellen, dass im Falle gezielter Industrie-Unterstützung eine Pilotanwendung – wie im Falle des Transrapid in Shanghai – zustande kommt. Im Erfolgsfalle winkt hier ein dynamischer Markt, der im Vergleich zu Europa in wesentlich geringerem Um-

fang durch vorhandene und relativ leistungsfähige Infrastrukturen begrenzt wird.

(10) In Mittel- und Südamerika gibt es schnell wachsende Megacities mit einem enormen Transportbedarf, der durch herkömmliche Transportsysteme nur unvollkommen erfüllt werden kann. Als Beispiel sei die Verbindung von Campinas nach Sao Paulo herausgegriffen, die wegen der mittleren Distanz für ein Pilotprojekt in Frage kommen könnte. Im Erfolgsfalle ließe sich die Verbindung nach Rio de Janeiro erweitern. Ähnliche Überlegungen wurden vor Jahren für eine Magnetbahnverbindung auf diesen Relationen angestellt. Diese kamen allerdings aufgrund der schwierigen Wirtschaftslage in Brasilien wieder zum Erliegen. Des Weiteren ist zu sehen, dass eine Magnetbahn nur für den schnellen Personenverkehr Vorteile aufweisen würde. Der rapide wachsende Güterverkehr müsste sich weiter Eisenbahn und Straße nutzen, die wegen des schwierigen Geländes nur mit sehr hohem Aufwand verbessert werden können. Mexico-City, Buenos Aires oder Santiago de Chile können weitere Megacities sein, die in Zukunft neue Gütertransportsysteme einsetzen werden, weil die bestehenden konventionellen Systeme wenig leistungsfähig sind und die weitere Entwicklung nicht blockieren dürften.

(11) In Nordamerika bieten sich vor allem mittellange Korridore an, auf denen die Eisenbahnen schwach sind (im Gegensatz zu den langlaufenden Relationen im Containerverkehr). Folgende Korridore werden in den USA intensiv diskutiert:

- ▶ California Corridor zwischen der San Francisco Bay Area und San Diego, wobei kürzere Relationen wie San Francisco – Sacramento/San José oder San Diego – Los Angeles für den Markteinstieg in Frage kommen.
- ▶ Pacific Northwest Corridor zwischen Vancouver, Seattle und Portland.
- ▶ Florida Corridor zwischen Orlando und Miami.
- ▶ North-East Corridor zwischen Boston und Washington.

(12) Der Markteinstieg gestaltet sich in den USA als besonders schwierig, da die öffentliche Unterstützung für umweltfreundliche Transportsysteme sehr gering ist und jeder Marktzutritt mit heftigen Abwehrmaßnahmen der etablierten Konkurrenz zu rechnen hat.

(13) Die TALPINO-Entwickler geben neben den strangbezogenen Einsatzfeldern (Punkt-Punkt-Verbindungen) auch Ringverteiler als Zukunftsoptionen für ihr System an (Wien, Shanghai). An dieser Stelle ist Skepsis angebracht.

Tangentiale Transportverteiler erfordern eine hohe Streckenlänge und eine starke Differenzierung in der Verkehrsbedienung. Denn es gilt hier, die radialen Massenströme auf die städtischen Standorte des Handels und der Produktion zu verteilen. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass TALPINO in diesem Segment seine Systemstärken ausspielen kann, da die Anlage des Verteilerrings sehr hohe Investitionen im Agglomerationsbereich erfordert und die Erfüllung der hoch differenzierten Verteileraufgaben nur schwerlich marktgerecht gelingen kann.

## **6.2 Gegenwärtige Marktsituation und erwartete Entwicklung**

(1) Die gegenwärtige Marktsituation in Europa bietet relativ geringe Chancen für die Etablierung eines neuen Gütertransportsystems. Auf ökologisch besonders sensitiven Korridoren kann das TALPINO-System als Ergänzung in Frage kommen, um die Umweltbelastung zu verringern. Im Ausland lassen sich größere Chancen diagnostizieren, vor allem in China und in Südamerika, also in Gebieten, in denen die Gütertransportentwicklung besonders dynamisch abläuft und die Verkehrsnachfrage nicht auf eine relativ leistungsfähiges Angebot trifft. Hier ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass man zur Lösung der Verkehrsprobleme auch neue Konzepte heranzieht und nicht allein auf die Anpassung bestehender Systeme setzt.

(2) Die zukünftige Entwicklung des Güterverkehrs wird durch starke Heterogenität gekennzeichnet sein. In den Industrieländern Europas ist mit einem Rückgang der durchschnittlichen Wachstumsraten zu rechnen. Auch auf den starken Relationen wie dem alpenquerenden Verkehr werden die früheren Wachstumsprognosen zunehmend durch verhaltenere Projektionen ersetzt. Eine Ergänzung bestehender Systeme aus kapazitiven Gründen wird nicht erforderlich sein. Daher ist das Einsatzpotential für das TALPINO-System auf Ergänzungen des Transportangebots in Marktnischen begrenzt, die weitgehend staatlich definiert werden.

(3) In den USA gibt es einige Korridore, in denen eine wesentliche Erhöhung der Gütertransportkapazitäten notwendig sein wird. Hier sind vor allem die pazifischen Korridore zu nennen. In einer solchen Entscheidungsumgebung ist es durchaus möglich, dass die Massenleistungsfähigkeit eines Systems wie TALPINO, verbunden mit der logistischen Flexibilität, zu Überlegun-

gen in Richtung auf TALPINO führen, wenn Großunternehmen die Systemvermarktung betreiben.

(4) Das rapide Wachstum in den Agglomerationen der Schwellenländer wird mit hoher Wahrscheinlichkeit dazu führen, dass neue Transportsysteme in den Markt kommen. Hier werden die Argumente der Massenleistungsfähigkeit und der logistischen Flexibilität die ausschlaggebende Rolle spielen, wenn die Systemkosten in vergleichbare Dimensionen zu den herkömmlichen Verkehrsmitteln rücken. Im asiatischen Raum sowie in Mittel-/Südamerika werden die größten Chancen gesehen, neue Transportsysteme für originäre Transportaufgaben einzusetzen und sie nicht - wie im Falle von Europa diagnostiziert - als Ergänzungs- oder Nischenprodukte einzusetzen. Voraussetzung ist das Engagement von Großunternehmen, da Procurement und Finanzierung neuer Systeme eine erhebliche Marktstärke der Anbieter voraussetzen.

### **6.3 Positionierung von TALPINO ÖKO TRANS auf der Angebotsseite des Transportmarktes**

Die obige Analyse führt zu der folgenden Zusammenfassung:

1. In Europa wird das TALPINO-System auf absehbare Zeit ein Ergänzungssystem bleiben, da eine starke Erhöhung der Massenleistungsfähigkeit nicht erforderlich ist und die konkurrierenden Systeme – nicht zuletzt durch ihre Aufbesserung im Rahmen der Transeuropäischen Netze – die Nachfrage überwiegend gut und kostengünstig bedienen können.
2. Der Einsatz von TALPINO in Marktnischen, wie zum Beispiel der Rollenden Landstraße, wird die Eisenbahngesellschaften kaum negativ berühren. Sie werden von Aufgaben entlastet, für die sie nicht sehr geeignet sind und können ihre Kapazitäten für Produkte einsetzen, bei denen sie Marktstärken aufweisen (Ganzzüge, Flügelzüge auf weiten Relationen).
3. In umweltsensitiven Korridoren kann mit dem Einsatz des TALPINO-Systems eine wirksamere Umweltentlastung bewirkt werden, als dies mit der Verlagerung von Güterverkehr auf die Bahn erreichbar ist. Dies liegt an günstigeren Umwelteigenschaften des TALPINO und an der höheren logistischen Qualität des Systems.

4. Während eine Ausdehnung des TALPINO-Einsatzes in Europa über die aufgezeigten Marktnischen hinaus die Synergie der Konkurrenzsysteme negativ beeinflussen kann, ist dies für den Einsatz in anderen Kontinenten weniger problematisch. Dies gilt für den asiatischen Raum ebenso wie für Mittel- und Südamerika. Auch in Nordamerika lassen sich wegen der geringeren Netzerschließung durch die Eisenbahn attraktive Korridore finden, auf denen ein umfassendes Leistungsangebot durch ein TALPINO-System realisiert werden kann.
5. Die für das TALPINO-System diagnostizierten Marktchancen sind unter der Voraussetzung zu sehen, dass die im Geschäftsmodell angenommenen Bedingungen auch technisch/organisatorisch umgesetzt werden können. Dazu wird die technische Einsatzreife dokumentiert werden müssen, was die aktive Einbindung von größeren Unternehmen in die weitere Entwicklung voraussetzt. Im Falle der technischen Einsatzreife ist die Marktreife davon abhängig, ob wirtschaftliche Vorteile gegenüber den bestehenden Systemen in Aussicht stehen. Auch hier ist die Initiative größerer Unternehmen gefragt, um aus der TALPINO-Idee ein marktfähiges Produkt zu machen und dies in der Konkurrenz der Systeme durchzusetzen.
6. Die staatliche Unterstützung kann die technische Entwicklungsförderung bis zur Feststellung der technischen Einsatzreife (F&E-Förderung; evtl. Pilotanlage) und die Herstellung von Rahmenbedingungen für den realen Einsatz (preisliche und regulative Bedingungen) umfassen. Vor einem Einstieg in Fördermaßnahmen ist eine Reihe von Fragen zur technischen Machbarkeit zu klären, die nicht Gegenstand dieses Gutachtens waren.
7. Die Analyse im vorliegenden Gutachten hat aufgezeigt, dass das TALPINO-Konzept einige wesentliche Merkmale für marktfähige Gütertransportsysteme der Zukunft aufweist. Es ist modular, automatisch betreibbar, hat eine hohe Massenleistungsfähigkeit, gleichzeitig eine hohe Flexibilität an den Terminals und lässt sich auf die Anforderungen der Versender anpassen. Es lassen sich, wie die Anwendungsstudie gezeigt hat, Marktsegmente finden, in denen TALPINO die Transportbedienung verbessern kann, ohne einen höheren Zuschussbedarf von Seiten des Staates im Vergleich zu konventionellen Verkehrsmitteln einzufordern. Technische Machbarkeit vorausgesetzt, ist ein erfolgreicher Markteinsatz in der weiteren Zukunft nicht ausgeschlossen.

## 7 Synopse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken

(1) Die zahlreichen Bewertungsergebnisse aus den vorstehenden Kapiteln sollen abschließend im Sinne einer offenen Gesamtwürdigung in Form einer „SWOT“-Analyse zusammengefasst werden, bei der Stärken (strengths), Schwächen (weaknesses), Chancen (opportunities) und Risiken (threats) des Systems TALPINO ÖKO TRANS benannt werden. Die Stärken und Schwächen beziehen sich auf die systeminternen Aspekte, hier also auf die konkreten Produkteigenschaften und –wirkungen des TALPINO-Systems, während die Chancen und Risiken die externe Seite, hier also insbesondere die Marktbedingungen reflektieren.

(2) Die SWOT-Analyse strebt bewusst nicht an, ein Gesamtergebnis im Sinne einer Nutzen-Kosten-Untersuchung zu erzielen (also eine „Wertsynthese“ vorzunehmen), sondern möchte den Entscheidungsträgern ermöglichen, sich selbst ein umfassendes Bild zu machen und anhand der eigenen Einschätzung der Bedeutung der einzelnen Aspekte ein Urteil zu bilden. Vor diesem Hintergrund sind nachfolgend die aus der Sicht der Gutachter wichtigsten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken aufgeführt.

### **Stärken:**

- ▶ Das System TALPINO erfüllt weitestgehend die Merkmale innovativer Transporttechnologien: Ersatz drehender und sich berührender mechanischer Elemente durch berührungsarme Trag- und Vortriebstechniken sowie automatische elektronisch/magnetische Steuerungen mit passiven Weichen.
- ▶ Besonders attraktiv für die Nachfrage ist die individuelle Steuerung der Plattformen, die flexibel bestückt werden und einzeln verkehren können. Relativ leichtes Handling der Plattformen, Stapelbarkeit, effiziente Reservehaltung und Leerplattform-Rückführung sind günstige Eigenschaften für den Betrieb.
- ▶ Hohe Massenleistungsfähigkeit sowie Beförderung großer Volumina und Gewichte sind möglich.
- ▶ Der einfache Querverschub ermöglicht leichtes und flexibles Handling an den Stationen. Schnittstellen zwischen automatischem und manuell gesteuertem Verschub sind denkbar, so dass eine weitere Steigerung der Flexibilität möglich wäre.

- ▶ Der Fahrweg ist wegen flächiger Lastabtragung relativ einfach zu konstruieren und dürfte gegenüber der Eisenbahn und der Straße einen wesentlich geringeren nutzungsbedingten Instandhaltungsaufwand erfordern.
- ▶ Der gesamte Systembetrieb beruht ausschließlich auf elektrischer Energie und bietet damit gegenüber allen Verkehrssystemen, die auf lokale Verbrennung fossiler Energieträger angewiesen sind, einen Vorteil.
- ▶ Die Umweltbeeinflussung ist zumindest lokal geringer (Lärm, Partikel) als bei Bahn und Straße, die Sicherheit gegenüber dem Lkw-Verkehr wesentlich höher.
- ▶ Das Unfallrisiko ist deutlich geringer als beim Straßentransport; gleichfalls ist das System nicht von Unfallereignissen der Pkw auf der Straße betroffen. Dies wirkt sich nicht nur in Form verminderter Unfallkosten aus, sondern verbessert auch die Zuverlässigkeit der logistischen Ketten, die mit Hilfe des TALPINO-Systems hergestellt werden.

**Schwächen:**

- ▶ Wichtige Systemelemente, wie Niederdruck-Luftkissen, Linear-Antrieb, magnetische Führung mit passiven Weichen oder automatische Steuerung des Verschubs an Stationen sind noch nicht getestet.
- ▶ Der Energiebedarf ist schwer abschätzbar und möglicherweise deutlich höher, als von den Entwicklern angegeben.
- ▶ Ein besonders kritischer Punkt ist die Niederdruck-Luftkissenteknik. Mit der Erfüllbarkeit der Annahmen zu diesem Technik-Element steht und fällt das Gesamtsystem.
- ▶ Der Anteil fester Fahrwegkosten (einschließlich Stationen) ist relativ hoch; weiterhin werden hohe Anforderungen an die Qualität des Fahrwegbodens, auch in den Stationen, gestellt.
- ▶ Die Auslegung der Fahrwegkapazität ist starr; d.h. ein stufenweise Ausbau der Kapazität ist schwer möglich (Fahrwegdimensionierung, feste Installation für Linearmotoren, Seitenführung und Fahrzeugsteuerung).

**Chancen:**

- ▶ Auch wenn in Europa die Marktchancen auf absehbare Zeit sehr eingeschränkt erscheinen, da die konventionellen Verkehrsmittel gut ausgebaut sind und im Zuge der Transeuropäischen Netze auf den Bedarf sowohl quantitativ wie auch qualitativ angepasst werden sollen, lassen sich

in speziellen Marktsegmenten auch in Europa Einsatzchancen identifizieren. Dies betrifft die rollende Autobahn und eventuell kürzere Seehafen-Hinterland-Beziehungen.

- ▶ Im Falle der rollenden Autobahn weist das System TALPINO eine erheblich höhere Attraktivität als die Eisenbahn auf und könnte diese auch auf der Kostenseite unterbieten. D.h.: Dort wo bereits massiv öffentlich gefördert wird, um eine Verlagerung des Güterverkehrs auf umweltfreundliche spurgeführte Systeme zu erreichen, könnte TALPINO bei gleicher Fördersumme einen höheren Verlagerungseffekt erzielen.
- ▶ In Auslandsmärkten spielt die Massenleistungsfähigkeit eine größere Rolle. In Asien (speziell China) und Südamerika bieten sich Marktperspektiven, weil der Güterverkehr mit sehr hohen Raten wächst und die steigende Nachfrage auf ein unterentwickeltes Transportsystem trifft. Da Eisenbahn und Straße wenig leistungsfähig und schwach vernetzt sind, ist auch das Argument der Verlagerung von Bahntransporten und der Verschlechterung der Auslastung dieses in Europa hoch subventionierten Verkehrsträgers weniger gewichtig. Dies gilt auch für die Länder USA und Japan, die allerdings eher Eigenentwicklungen bevorzugen dürften.
- ▶ Auf längere Sicht hat das Konzept der flexiblen Einzelsteuerung von Plattformen dort gute Marktchancen, wo sich hohe Transportaufkommen entlang von Korridoren ergeben und aus Umweltgründen Restriktionen für den Lkw-Verkehr gesetzt werden.

#### **Risiken:**

- ▶ Im Zuge einer Pilotentwicklung wichtiger Systemelemente (s.o.) können starke Änderungen der jetzigen Beschreibung notwendig werden, die auch die Funktionalität beeinflussen.
- ▶ In einem Schlüsselbereich (Niederdruck-Luftkissen-Technik) können Änderungen zu den getroffenen Annahmen in die Negativrichtung zum Kollaps des Gesamtsystems führen.
- ▶ Die Kostenschätzungen basieren auf groben Annahmen und können leicht nach oben variieren, was zu einer höheren Break-even-Nachfragemenge führt. Dies gilt auch für die getroffenen Annahmen zum Leasing von Stationen und Plattformen.
- ▶ Die betriebswirtschaftliche Rentabilität ist nur bei sehr hoher Nachfrage erreichbar. Letztere lässt sich in Europa praktisch nur durch politische Restriktionen für den Lkw-Verkehr schaffen.

- ▶ Die Einrichtung der gesamten Fahrweganlage einschließlich Motoren und Steuerung ist irreversibel und führt zu hohen „sunk costs“. Im Falle des Konkurses der Betreibergesellschaft wären die Kosten eines Abbaus der Anlage erheblich.
- ▶ Aufgrund des hohen Ausfallrisikos ist das Engagement kapitalstarker Unternehmen erforderlich. Dieses ist aufgrund der langen Amortisationsdauer auch bei Erreichung der betriebswirtschaftlichen Rentabilitätsschwelle nicht von vornherein zu erwarten. Damit ist das System auf eine starke flankierende Unterstützung durch die öffentliche Hand angewiesen.

## 8 Fazit

Aus der eingehenden Beschäftigung mit dem Transportsystem TALPINO ÖKO TRANS und seinem Entwicklungsfortschritt innerhalb des Begutachtungszeitraums bis zum Sommer 2005 ziehen die Gutachter folgende Schlussfolgerungen:

1. Die aufgrund der technischen Systemmerkmale theoretisch erreichbaren Funktionalitäten begründen ein wirtschaftliches Potential, das für die Weiterentwicklung des Systems TALPINO spricht.
2. Die praktische Erreichbarkeit der theoretischen Funktionalitäten unter realen Einsatzbedingungen wurde bislang nicht nachgewiesen. Dies ist aber für die Marktfähigkeit des Systems und die Bereitschaft der öffentlichen Hand, die Technik aufgrund vermuteter Umweltvorteile zu unterstützen, von entscheidender Bedeutung. Ganz besonders gilt dies für den Energieverbrauch für die Luftkissen- und die Antriebstechnik, der von den Entwicklern im Vergleich mit anderen Verkehrssystemen sehr niedrig eingeschätzt wird, woran die Gutachter erhebliche Zweifel anmelden.
3. Die Luftkissenteknik und andere Systemkomponenten wie der Linearantrieb und die magnetische Führung mit passiven Weichen sollten in Form physischer Demonstratoren so weit entwickelt werden, dass ihre technische Funktionssicherheit und die Annahmen zu Kosten und Energieverbrauch belegt werden können.
4. Für andere Systemkomponenten reicht es aus, rechnergestützte Demonstratoren aufzubauen, d.h. die Funktionalität mit Hilfe von Simulati-

onsmodellen nachzuweisen. Dies betrifft die elektronische Steuerung wie den Betriebsablauf am Strang und in den Stationen.

5. Die Entwickler haben Anstöße gegeben, die sie aus eigener Kraft aber nicht umsetzen können, um aus der Konzeptidee ein Industrieprodukt zu machen. Dazu ist das Engagement von größeren Unternehmen unabdingbar. Dies bezieht sich auch auf die Bereitschaft, maßgeblich an einem Demonstrator-Projekt mitzuwirken, bei dem das System zunächst im innerbetrieblichen Einsatz getestet werden kann. Denn der Schritt in den außerbetrieblichen Einsatz ist mit außerordentlich hohen irreversiblen Fixkosten – auch für die öffentliche Hand in Form der Festlegung von Flächennutzungen – verbunden und verlangt eine hohe Entscheidungssicherheit.
6. Auch bei Interesse von größeren Unternehmen wird eine längere Entwicklungsphase erforderlich sein, die von der staatlichen Förderung abhängig ist. Daher ist als ein erster Schritt zu empfehlen, ein internationales Konsortium aus Industrie und Forschungseinrichtungen zu bilden, um ein Technologie-Förderprojekt anzustoßen. Im Rahmen eines solchen Projektes könnten die im zweiten und dritten Punkt des Fazits genannten Demonstratoren aufgebaut werden.
7. Vor diesem Hintergrund werden für die weitere Entwicklung des Verkehrssystems TALPINO ÖKO TRANS folgende Entwicklungsstufen und Beteiligte vorgeschlagen:
  - I. Fundierung der Annahmen zur technischen Einsatzfähigkeit sowie zum Energiebedarf der Niederdruck-Luftkissen-Technik. (Entwickler, Hersteller von Luftkissen-Technik, Forschungseinrichtungen zur Fördertechnik).
  - II. Formierung eines internationalen Antragskonsortiums unter Einschluss von größeren Wirtschaftsunternehmen für ein Entwicklungsprojekt zur Auslegung der Technik-Komponenten und zur Vorbereitung von Demonstratoren.
  - III. Aufbau von Demonstratoren: Physischer Demonstrator, möglicherweise auf dem Gelände eines Unternehmens für den innerbetrieblichen Einsatz. Virtueller Demonstrator für die Simulation der Steuerungstechnik und der Betriebsabläufe.
  - IV. Teststrecke für den außerbetrieblichen Einsatz. Bestätigung der technischen Einsatzreife.
  - V. Einsatzfelderstudie für den Markteinsatz.

## 9 Quellenverzeichnis

- Bundesamt für Verkehr (BAV): Trend alpenquerender Schienengüterverkehr, [www.bav.admin.ch/mfm/d/resultate.cfm](http://www.bav.admin.ch/mfm/d/resultate.cfm) (BAV, 2005)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW, Hrsg.): Bundesverkehrswegeplan 2003, Bonn 2003 (BVWP, 2003)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW, Hrsg.): PRINS Projektinformationssystem zum Bundesverkehrswegeplan, [www.bmwbw.de/static/Bundesverkehrswegeplan\\_2003/prins](http://www.bmwbw.de/static/Bundesverkehrswegeplan_2003/prins) (PRINS)
- DELU Deutsche Luftkissen Transportsysteme (Hrsg.): Dokumentation zur DELU-Luftkissenteknik, Nürnberg 2005 (DELU, 2005)
- Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz, Gesetz über den Bau und die Finanzierung von Bundesfernstraßen durch Private, vom 30. August 1994, zuletzt geändert durch das Gesetz zur Beschleunigung der Umsetzung von Öffentlich Privaten Partnerschaften und zur Verbesserung gesetzlicher Rahmenbedingungen für Öffentlich Private Partnerschaften, BGBl I 1994, 2243 (FStrPrivFinG); Gesetz zur Änderung des Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetzes und straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften, vom 1.9.2002, BGBl I 2002 Nr. 63 vom 5.9.2002 (FStrPrivFinAendG)
- Fitschen, Arnd; Koßmann, Ingo: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2003, Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe „Verkehrstechnik“, H. V 127, Bergisch Gladbach 2005 (BASt, 2005)
- HSH Nordbank; BUNG Beratende Ingenieure; AVISO: Realisierungsstudie zum A-Modell BAB A8, Streckenabschnitt AK Ulm/Elchingen – AD Allach, Fortschreibung Erläuterungsbericht, November 2003, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, o.O. o.J. (2003) (BMVBW, 2003)
- HUPAC: Verkehrsentwicklung 2004, HUPAC Press Release vom 13. Januar 2005, [www.hupac.ch/news/05\\_13g\\_d](http://www.hupac.ch/news/05_13g_d) (HUPAC, 2005)
- INFRAS/IWW: External Costs of Transport, Final Report to the UIC, Zürich/Karlsruhe 2000 (INFRAS und IWW, 2000)
- INFRAS/IWW: Facts on Competition in the European Transport Market (FACORA), Fact Finding Study, Final Report to the UIC, Zürich/Karlsruhe 2004 (INFRAS und IWW, 2004)

- Ickert, Lutz et al.: European Transport Report 2004, hrsg. von der ProgTrans AG, Basel 2004 (ProgTrans European Transport Report 2004)
- Kathmann, Thorsten et al.: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2002, Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe „Verkehrstechnik“, H. V 115, Bergisch Gladbach 2004 (BASt, 2004)
- Kombiverkehr Deutsche Gesellschaft für kombinierten Güterverkehr (Hrsg.): Geschäftsbericht 2004, Frankfurt 2005 (Kombiverkehr, 2005)
- ÖKOMBI Österreichische Gesellschaft für den kombinierten Verkehr (Hrsg.): Geschäftsbericht 2004, Wien 2005 (Ökombi, 2005)

## 10 Anhang: TALPINO Businessplan zum Anwendungsfall (Stand: 25-08-2005)




### Talpino Businessplan

Vers. 21.Aug.2005


Ducia-Prachensky


		Zusammenfassung		
				weitere Varianten
		Gesamt 182,50 km	Strecke	1 700 000 Fahrzeuge
		2 500 000 Fahrzeuge		1 250 000 Fahrzeuge
<b>Herstellkosten:</b>				
Kosten Bau:	inkl. Grundkosten		1 582 665 000 €	
Kosten Elektro Installation:				
Zuleitung (ab 25 kV)	120 000.0000 €/km		21 900 000 €	
Primärkabel Induktion	80 000.0000 €/km		14 600 000 €	
Einspeisung Induktion	104 000.0000 €/km		18 980 000 €	
Steuerung:	60 000.0000 €/km		10 950 000 €	
Regelung:	110 000.0000 €/km		20 075 000 €	
Planung:	10,00% (von Bau)		161 866 500 €	
Lizenzen:	1,00% (vom Maschinenbau)		1 469 817 €	
TALPINO (PM, Lizenzen)	1,00% (von Invest, ohne Grund)		18 521 517 €	
Stationen:	36 000 000 €		1 851 027 835 €	1 851 027 835 €
Grund Stationen:	5 000 000 €			
Plattformen:	146 981 734 €			
		10 142 618,2722 €/km	1 851 027 835 €	
<b>Betriebskosten:</b>				
pro Jahr				
Energie			6 300 000 €	4 284 000 €
Strom sonstiges		2 500 000 Fahrzeuge	3 393 071 €	2 307 288 €
Abschreibung Herstellkosten	15%		5 089 607 €	3 460 933 €
Leasing Stationen			3 702 057 €	3 702 057 €
Leasing Plattformen			2 158 461 €	2 158 461 €
Baulicher Unterhalt:			10 708 969 €	7 281 895 €
Strecke:	2,00%		33 383 400 €	33 383 400 €
Stationen:	1,50%		540 000 €	540 000 €
Unterhalt Plattformen:	2,00%		2 939 635 €	1 998 952 €
			132 071 042 €	113 201 082 €
<b>Erlöse:</b>				
Güter:			273 750 000 €	186 150 000 €
Bestellertgelt	0,00%		0 €	0 €
sonstige Einnahmen	0,00%		0 €	0 €
			273 750 000 €	186 150 000 €
<b>Geänderte Werte</b>		<b>Gewinn:</b>	141 678 958 €	72 948 918 €
			7,65%	3,94%
				1,85%

Ausfahrt:	Km-laufend	Entfernung	Kosten Mio €	Frequenz LKW
	<b>Fahrweg gesamt, S. 1</b>			
(52b) Stuttgart-Degerloch <b>B 27</b>		11.10	42.40	=BW5015
-53 Stuttgart-Flughafen				
-54 Esslingen				
Suizbachviadukt 370 m		6.30	22.00	
-55 Wendlingen <b>B 313</b>				
Neckarbrücke 144 m				
Raststätte Denkendorf Ri. Westen				
-56 Kirchheim (Teck)-West				KEIN PROJEKT
-57 Kirchheim (Teck)-Ost <b>B 465</b>		45.70	319.90	mit 7 Mio Euro/km gerechnet
-58 Aichelberg				
Mautobelviadukt 500 m				
Franzosen Schluchviadukt 300 m				
-59 Mühlhausen <b>B 466</b>				BW6601
Fischerhäuslebrücke 250 m				
Himmelseiterbrücke 100 m		8.00	51.70	
Drachenlochbrücke 230 m				
Hangbrücke Todsburg 371 m				
Kleine Lehnbrücke				
Tunnel Nasenfelstunnel 60 m, Ri. Westen				
Malakoffbrücke 150 m				
Imperlochbrücke				
Tunnel Lämmerbuckeltunnel 624 m, Ri. Osten				
-60 Hohenstadt				
-61 Merkingen		22.20	144.20	BY5015
Raststätte Aichen				
-62 Ulm-West <b>B 10</b>				
-63 Ulm-Ost		5.00	22.00	98.30 km = 5.14 Mio. LKW/Jahr

		Fahrweg gesamt, S. 2	6.80	19.90	
-64	Oberelchingen			19.90	
-65	Kreuz Ülm / Eichingen		3.50	19.90	
-66	Donaubrücke 375 m Leinheim <b>B 10</b>			???	
-67	Raststätte Leipheim Ri. Osten Günzburg <b>B 16</b>				= 5.14 Mio. LKW/Jahr
-68	Unterknöringen (geplant)		19.70	115.60	=BY5013
-69	Raststätte Burgauer See Ri. Westen Burgau				
-70	Raststätte Burgauer See Zusmarshausen <b>B 10</b>				
-71	Raststätte Lüftenberg Ri. Osten (71a) Adelsried		9.50	53.80	=BY5013
-71b	Raststätte Edenbergen Neusals		9.60	54.40	=BY5013
-72	Augsburg West <b>B 2, B 17</b> Lechbrücke 93 m				49.10 km
-73	Raststätte Augsburg Augsburg-Ost		5.70	33.90	
-74	Dasing <b>B 300</b>				
-75	Adelzhausen		13.00	93.30	
-76	Odelzhausen		8.50	67.70	35.10 km
-77	Sulzemoos		7.90	57.20	
-78	Dachau / Fürstenfeldbruck		182.50	1117.90	1117.90 Mio €
	Vergleich Autobahn:	es sollten sein:	182.50	6.13	6.13 Mio €/km
			0.00		182.50
<b>HERSTELLUNG:</b>	BAU	TALPINO Einzelkosten pro km	TALPINO Gesamtkosten		
94.5%	mit 172.50 km	à 6'000'000.00 €/km	1'035'000'000 €		
4.4%	mit 8.00 km	à 14'400'000.00 €/km	115'200'000 €		
98.9%	mit 180.50 km	Einhausung Stahl (z.B.://Autoba	384'465'000 €		
1.1%	mit 2.00 km	Tunnel bergmännisch mit TBM:	48'000'000 €		
	<b>Gesamt 182.50 km</b>	<b>à 8'672'136.99 €/km</b>	<b>1'582'665'000 €</b>		



		<b>Plattform Luftgleitkissen</b>		
		Stahlkonstruktion Blechträger		
70.00 m <sup>2</sup>	mit 50.00 kg/m <sup>2</sup>	3'500.00 kg	à 5.00 €/kg	17'500 €
LIM Längs		280.00 kg		45'000 €
LIM quer		100.00 kg		15'000 €
16 Luftgleitkissen	à 100.00 kg	1'600.00 kg	à 700.00 €	11'200 €
2 Gebläse	à 50.00 kg	100.00 kg	à 4000.00 €	8'000 €
Pic-up				32'000 €
		5'580.00 kg		128'700 €
Reserve	10%	558.00 kg	5%	6'435 €
		<b>6'138.00 kg</b>		<b>135'135 €</b>
		<b>6'500.00 kg</b>	<b>Schätzpreis</b>	<b>140'000 €</b>
<b>Gebläse:</b>				
	Arbeitsdruck	= 2.00 bar		
	Gesamtmasse:	50'000.00 kg		
	Luftgleitkissen Bedarf:	2.50 m <sup>2</sup>		
	Leistungsbedarf	12.5 kW		

		LIM, Elektro	
1.	vehicle mass.	50.00 tonnes	
2.	max speed required	22.00 m/s	= 79.20 km/h
3.	acceleration	1.00 m/s <sup>2</sup>	
4.	friction and wind drag (scaled from 25kN at 30m/s)	at 22.00 m/s =	14.00 kN
5.	4 pairs of double sided LIMs working into 8mm thick reaction plate aluminium 5083 tough alloy with 20mm LIM to LIM gap.		
	Numbers of LIMs	8 LIMs	
	hence start thrust required	50.00 kN	
	and thrust @ 22m/s = 14kN so thrust per LIM at 0m/s =	6.25 kN	
	at 22.00 m/s =	1.75 kN	
	1,750N at 22m/s requires 110A from 400V 65Hz supply with operating efficiency 69% and power factor 0.73		
	Specific power consumption =	32 Watts/Newton	
	so 14.00 kN requires	448.00kW supply from IPT	
	At stall each LIM draws at 9Hz and 147V so 50.00 kN requires	6 Watts/Newton 300.00kW supply from IPT	
	<b>bei 15.83 kN sind notwendig:</b>	<b>95.00 kW</b>	"als Dauerleistung"
	If 450kW is available then same LIMs can deliver 75kN giving 1.5m/s/s acceleration on 50 tonnes.		
	Each single LIM dims: 1500 x 400 x 80mm, weight 220kg LIM is 25% ED rated so motor cooling is required for continuous duty	4x 2 LIMs	
6.	Budget price per single LIM = GBP 5,000 so cost per vehicle = GBP 40k or	<b>= 60'000.00 €</b>	für größere Srtückzahl
Stromkosten:		<b>62.00 € / MWh</b>	0.062 €/kWh
Kosten 1 Fahrt:		13.57228535 Euro	
		0.074368687 Euro /km	
Anzahl Farten pro Jahr:		2'430'556 Fahrten	
bei		15 Nettotonnen:	


### Indukt\_Energie


Angaben Prof. Meins:


"Kostenschätzung auf Basis unserer TRANSPAPID -Erfahrungen."

Pos	Komponente	Leistung [kW]	Preis HK	spezif. Kosten	Bemerkung
<b>Einspeisung:</b>					
	Primärwechselrichter	250 kW	20000		ohne Behausung
	Einspeisung	250 kW	5000		
	Auskopplung	250 kW	5000		
<b>1</b>	<b>Gesamt:</b>		<b>30000</b>	<b>120.00€/kW</b>	
<b>Primärkabel:</b>					
	Primärkabel [€/m]		20		Hin + Rückleiter
	Pr.-Kabel-Befestigung		20		
<b>2</b>	<b>Gesamt:</b>		<b>40</b>	<b>40.00 €/m</b>	
<b>Fahrzeug:</b>					
	Ein Pick-Up	25 kW	2'000.00 €/25kW		
	Fzg.-Elektronik pro Pick-Up	25 kW	2'000.00 €/25kW		Schnittstelle 560VDC
<b>3</b>	<b>Gesamt:</b>		<b>4'000.00 €25kW</b>	<b>160.00€/kW</b>	

<b>Für TALPINO:</b>					
<b>Fahrzeug:</b>					
	Leistung/Fzg [kW]:	200			
	Anzahl Pick-Up/Fzg:	8			
	<b>Kosten/Fzg: [€]</b>		<b>32'000.00 €/Fzg.</b>		
<b>Primärkabel:</b>					
	Länge [pro km]:			40'000.00 €/km	
<b>Einspeisung:</b>					
	Leistungsaufnahme:	bei	rechnerisch gemittelt:	<b>4.55 Fahrzeuge auf 1 km</b>	
			432 kW/ km		
	Angenommene Leistung je Station:		600 kW		
	somit Abstand der Stationen:		1.39 km		
	Kosten pro Station:		72000		
	Anzahl der Stationen		0.72Stationen/ km		
	Kosten pro km:			51'818.18 €/km	

		Personalkosten		
		Faktor Arbeitgeber-Leistungen		70%
	Monatsgehalt brutto i.M.:	2'200 €	14x pro Jahr	
	Kosten:	3'740 €		
	Anzahl Stationen	6 Stück		
3-Schichtbetrieb				
Verwaltung:	2 Mann/Station	104'720 €	1 Schicht	
Station:	6 Mann/Station	942'480 €	3-Schichtbetrieb	
		1'047'200 €	pro Station	
	Personalkosten:	<b>34'428.49 €/km und Jahr</b>		
		<b>6'283'200 €</b>	Gesamt	

		<b>Stations-Logistik</b>		Betriebszeit: 24.00 Stunden/ Tag 350 Tage pro Jahr 2 Richtungen
		entspricht	Pro Monat	2'500'000 Plattformen pro Jahr
			208'333.33 Plattformen pro Monat 104'166.67 Plattformen pro Monat u. Richtung 3'472.22 Plattformen pro Tag und Richtung (1 Monat zu 30 Tage)	in beide Richtungen
		Durchschnitt: Durchschnitt:	144.68 Plattformen pro Stunde und Richtung 2.41 Plattformen pro min und Richtung	(1 Monat zu 24 Stunden)
		Abstand Mittel	24.88 sec. pro Richtung	
			2.00 m/sec <sup>2</sup>	Notbremsen
				Bremszeit: Bremsweg
		22.00 m/sec Dauer	= 79 km/h 2.304292929 Stunden	11 Sekunden 121 Meter
		für Stromverbrauch und Leistung:		
		24.88 sec Abstand	= 547.43 m	
		145 Plattformen pro Stunde	2'430'556 Fahrzeuge (Kontrolle)	
		Transportleistung: 12 Spuren 5 Minuten Ladezeit	144 Plattformen pro Stunde für eine Station	<b>1.83 Fahrzeuge auf 1 km pro Richtung</b>
		Max Leistung (60Minuten für Fuhrpark) 10.00 sec Abstand	360 Plattformen pro Stunde 6'048'000 Fahrzeuge	4.55 Fahrzeuge auf 1 km 2.72 Fahrzeuge auf 1 km
		Transportleistung: 12 Spuren 5 Minuten Ladezeit	288 Plattformen pro Stunde für zwei Stationen	mehr als Standard
		Streckenlänge:	<b>Gesamt 182.50 km</b>	
		für 60 Max. Kapazität eine Richtung:	830 Plattformen 215 Plattformen gesamt pro Stunde	
			1'045 Gesamtplattformen 1'050 Gewählt	

		Betriebskonzept Eisenbahn / Lkw			
		Strecke:		Gesamt 182.50 km	
				24 Wagen	
		Bruttotonnen:		1'496 t 59 t pro Wagen	
Bahn:	Fahrdienst	0.26667	Zkm	48.67 € auf Musterstrecke	
	Unterhalt KV	0.0007	Btkm	191.11 € auf Musterstrecke	
	Unterhalt GV	0.0017	Btkm	464.13 € auf Musterstrecke	
	Energie (Tag)	0.0019	Btkm	518.74 € auf Musterstrecke	
Lok: Monatsmiete	Taurus	40'400.00 €	Einsatz:	10.00 h/Tag	
	Rev. Aufschlag	4'040.00 €		600.00 km/Tag	
	var. Kosten	0.4900 €/ km		6.00 Tage/Woche	
	Zugkraft	650 t		3.50 Wochen/Monat	
	Eigenlast	80 t	sonit:	3.53 €/ km	
				643.67 € auf Musterstrecke	
Waggon:	Taschenwagen	293'000.00 €	Einsatz:	12.00 h/Tag	
	20 Jahre AfA p.a.	14'650.00 €		24 Wagen	
	Variable Kosten	0.05 €/km		960.00 km/Tag	
	Eigenlast	25 t		6.00 Tage/Woche	
	Nutzlast	34 t		45.00 Wochen/Jahr	
	Brutto Einzelwagen	59 t	sonit:	2.56 €/ km für Zug	
	Aufladen eines Wagen:			25.00 € einmalig	
	echte Nutzlast	26 t		466.56 € auf Musterstrecke	
			GESAMT:	2'932.89 € 16.07 € /km	
				oder: 0.67 € /"LKW-km"	
LKW:	Schnitt:	60.00	km/h		
	Zeitabhängige Kosten	35.00 €/h		0.58 €/ km	
	Fahrleistungsabhängig	0.45 €/ km		0.45 €/ km	
	Fixe Kosten	70.0 €/ Tour	500 km	0.14 €/ km	
	Zuladung	26 t		1.17 €/ km	