



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems



Cargo sous terrain

Perspektiven für einen Schweizerischen Güterverkehr im Untergrund

Andre Graber – Senior Partner CargoTube

Dr. Sven-Erik Jacobsen – Managing Partner CargoTube

Zürich, 21. Mai 2013

Projektvorstellung Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



Oben Personen, unten Güter

Wachstumsraten Projekt Cargo unterirdisch: Wirtschaft und Natur



Quelle: Cargo

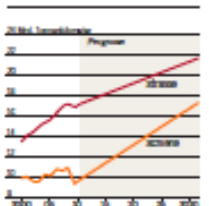
Unterirdisch nach Zürich

Deutlicher Vorteil des unterirdischen Güterverkehrs



Güterverkehr legt zu

Prognose über die Wachstum des Güterverkehrs in der Schweiz bis 2030



Quelle: Verkehr in der Schweiz 2021



Leistungsmerkmale der A5-SM1 in Autobahnenverstopfung, auf der überirdisch verkehrt das unterirdische Tunnel System.

Artikel in der NZZ am Sonntag

Der Güterverkehr soll in den Untergrund

Politik und Wirtschaft schmieden Pläne für unterirdisches Tunnelsystem zur Entlastung von verstopften Strassen und Schienen

Fachleute aus Wirtschaft und Politik wollen den Güterverkehr unter die Erde verlagern. Erste Abbildungen zeigen, dass sich ihr Projekt «Cargo sous terrain» erfolgreich umsetzen lässt.

Daniel Rivell

Der Bund baut und baut und baut mit der Zunahme des Verkehrs auf Strassen und Schienen doch nicht Schritt. Auf den Schweizer Autobahnen steigt sich der Verkehr 2031 während mehr als 19 000 Stunden, bis 2030 rechnen die Experten mit einer weiteren Verkehrszunahme von rund 25 Prozent. Und auf der Schiene, wo der Platz ebenfalls knapper wird, sagen die Prognosen schon dem Gütertransport eine Wachstumsrate von 77 Prozent voraus. Wobei mit all dem Verkehr, fragen sich nicht nur die Planer von Verkehrsministerin Doris Leuthard, sondern auch die betroffenen Transportwirtschaft, ihre neue Antwort lautet: unter die Erde.

Mit Unterstützung des Bundes wird ein hochkarätiges Projektprogramm der Wirtschaft soll bis 2030 in aller Stille an Plänen für ein unterirdisches Güterverkehrsnetz. Vor einigen Wo-

chen hat sie die erste Phase ihrer Arbeit abgeschlossen. Und die Resultate zeigen genau ein Auswertungsergebnis, dass die technischen, ökologischen, geologischen und ökonomischen Voraussetzungen gegeben sind, um das Projekt «Cargo sous terrain» erfolgreich umzusetzen lässt.

Cargo sous terrain

Wie eine Ameisenstrasse in 20 Metern Tiefe

Auch wenn das technische Konzept von «Cargo sous terrain» noch nicht in allen Details feststeht, haben die Projektoren doch schon konkrete Vorstellungen davon. Das neueste Pläne gehen davon aus, dass in einer Tiefe von 20 bis 50 Metern Tunnelstrassen mit einem Durchmesser von rund 6 Metern gebaut werden. In diesen Röhren werden dann drei Fahrspuren gelegt, je eine Spur pro Richtung und in der Mitte eine Servicewege. Darauf verkehren selbstverdrängende Fahrzeuge auf Rädern oder Rollen, von denen jedes drei der standardisierten, in der Logi-

stik schon heute gängigen Transporteinheiten transportieren kann. Die Fahrzeuge werden durch elektromagnetische Induktion angetrieben und geleitet werden, das System dazu werden die Projektoren aus erprobten Quellen gewinnen und durch Leitungen im Tunnelboden führen. Damit greifen sie auf eine Technik zurück, die schon heute in vielen Warenlagern an Einsatz kommt.

Die räumliche Trennung vom Personenverkehr soll, ähnlich wie bei einem Fließband, einen kontinuierlichen Verkehrsfluss erlauben, der dank der

an die wichtigsten Logistikzentren verbindet. In einem ersten Schritt möchten die Projektoren bereits 2036 mit dem Bau eines Tunnels beginnen, der von Hilti bis zum Flughafen Zürich (AG) bis an die Wäldli Strasse im Langen Stadeln führt. Die Kosten für den Bau dieser rund 50 Kilometer langen Strecke werden auf 1,4 bis 2 Milliarden Franken geschätzt. Die Projektion geht davon aus, dass damit

Verlegung unter die Erde in 24-Stunden-Betrieb geführt werden kann. Dadurch können die Transportwege des Nachtverkehrs umgangen, der sich heute auf der Strasse und auf der Schiene befindet. Gleichzeitig verliert die Transportgeschwindigkeit an Bedeutung. Die Initiatoren gehen davon aus, dass die Fahrzeuge im Tunnel mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h unterwegs sein werden. Dank diesem sollen aber konstanten Tempo ist der Energieverbrauch lieber als hohe Stop und go auf den überirdischen Strassen und Schienen. (M)

und 70 Prozent des heutigen Schwereverkehrs auf der A1 zwischen Zürich und Bern absorbiert werden können.

Was ursprünglich beschriebenen die Projektoren als eine pragmatische und technisch einfache Transportlösung im dreistöckigen Tunnel sollen selbstverdrängende Fahrzeuge standardisierte Paletten transportieren (vgl. Kasten). Bau und Betrieb spielen sich komplett unterirdisch ab, was bei den Erfindern viele Vorteile bringt: Es wird kein neues Baugrund beansprucht, weshalb man schneller, schneller und damit billiger bauen kann. Es sind nur selbstverdrängende Fahrzeuge unterwegs, was im Vergleich zu Strassen und Schienen die Sicherheitsanforderungen reduziert. Und es entstehen weder Abgase noch Lärm oder Staub. Damit kann der Gütertransport energieeffizienter und ökologischer abgewickelt werden. «Mit diesem System reduzieren wir das Kapazitätsproblem, das Staugebiet, das Finanzproblem und das Klimaproblem. Das ist ein riesiger Schritt», sagt Robert Vogel, der Präsident der mit der Projektion und dem Systemdesign beauftragten Firma CargoSous.

Auf diese Vorteile will eine ganze Reihe von Partnern und Sponsoren, die Cargo sous terrain bereits unterstützen. Dazu gehören etwa die Detailhandel

Cargo Manor und Valera, der Spedition Thalys oder der Kurierdienst DPD, alles potenzielle Nutzer eines solchen Systems. Mit von der Partie sind aber auch Technologiefirmen wie Swisscom, der Raketenhersteller Inpace oder die Logistikfirma Swallow. Und schließlich arbeiten auch der Bund aktiv mit. Das Bundesamt für Verkehr ist mit Vizepräsident Pierre André Meyer direkt im Lenkungsamt des Projekts vertreten (vgl. Interview). Es hat die Projektstudie mit einem Betrag von 300 000 Franken unterstützt. Auch Verkehrsministerin Leuthard wurde persönlich über die Pläne informiert und hat die Initiatoren noch ein Konzept, um die Wagen möglichst effizient zu betreiben.

Preis ist verträglich mit öffentlichen Interessen

In einem nächsten Schritt werden die Pläne noch genauer analysieren, wie das System in Bezug auf Technik und Streckenführung optimal gestaltet werden kann. Bis Ende Jahr soll dann eine detaillierte Machbarkeitsstudie vorliegen, bei positiver Bewertung könnte danach die Sache nach Investitionen beginnen. Dabei betonen die Projektoren, dass es nicht primär um ein Projekt der Wirtschaft handelt. «Wir wollen beweisen, dass Cargo sous terrain ein vollwertiges privatwirtschaftlich

finanzieren und betrieben werden kann», sagt Deutschmann. Über eine allfällige Beteiligung des Bundes lassen sich später immer noch diskutieren.

Bevor es so weit ist, müssen die Projektoren indes noch einige Herausforderungen meistern. So ist etwa zu klären, welche Rechtsordnung im Untergrund gilt, wie tief die Röhren des Grundbesitzes reichen und wer welche Bewilligungen erlangen müsste. Am einfachsten wären dabei Fragen, welche Rechtsordnung im Untergrund gilt, wie tief die Röhren des Grundbesitzes reichen und wer welche Bewilligungen erlangen müsste. Am einfachsten wären dabei Fragen, welche Rechtsordnung im Untergrund gilt, wie tief die Röhren des Grundbesitzes reichen und wer welche Bewilligungen erlangen müsste.

Die Projektion ist unverzichtlich, auch diese Fragen noch klären zu können. Und sie nicht für ihre Idee und ihre Chance, die damit noch nicht eingeleitet sind. Einmal gebaut, können die Tunnel zum Beispiel für andere Infrastrukturen wie Stromleitungen oder Glasfaserkabel benutzt werden. Und wenn Cargo sous terrain demnach erfolgreich in Betrieb ist, lassen sich die Ideen wohl auch exportieren. «Diese Systeme», sagt Robert Vogel, «wird die Logistik tiefgreifend verändern, auch im Ausland».

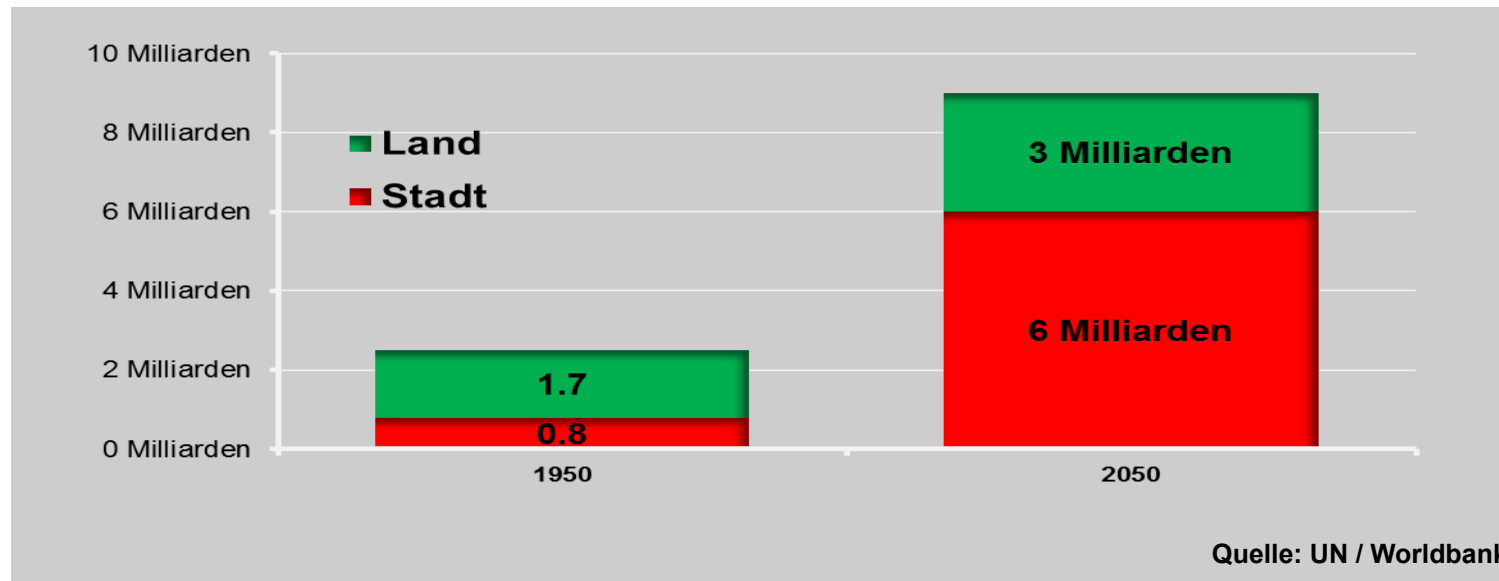
Projektvorstellung

Agenda.



1	Ausgangssituation – Global und in der Schweiz
2	Das System CargoTube als eine Antwort
3	Vorgehensweise im Projekt Cargo sous terrain

Bevölkerungswachstum Verstädterung 1950 – 2050.



- ➔ Die Bevölkerung lebt zunehmend in Städten → auch in der Schweiz wachsen die Agglomerationen.
- ➔ Der Untergrund als Nutzungsraum bietet Raum für neue Infrastruktur.

Untergrund nutzen!

Menschen über – Güter unter den Boden (I)



Water

Energy

People

Cargo

21.5.2013

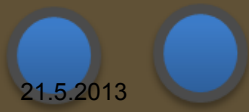
Copyright CargoTube AG

Untergrund nutzen!

Menschen über – Güter unter den Boden (II)



Water



21.5.2013

Energy



People

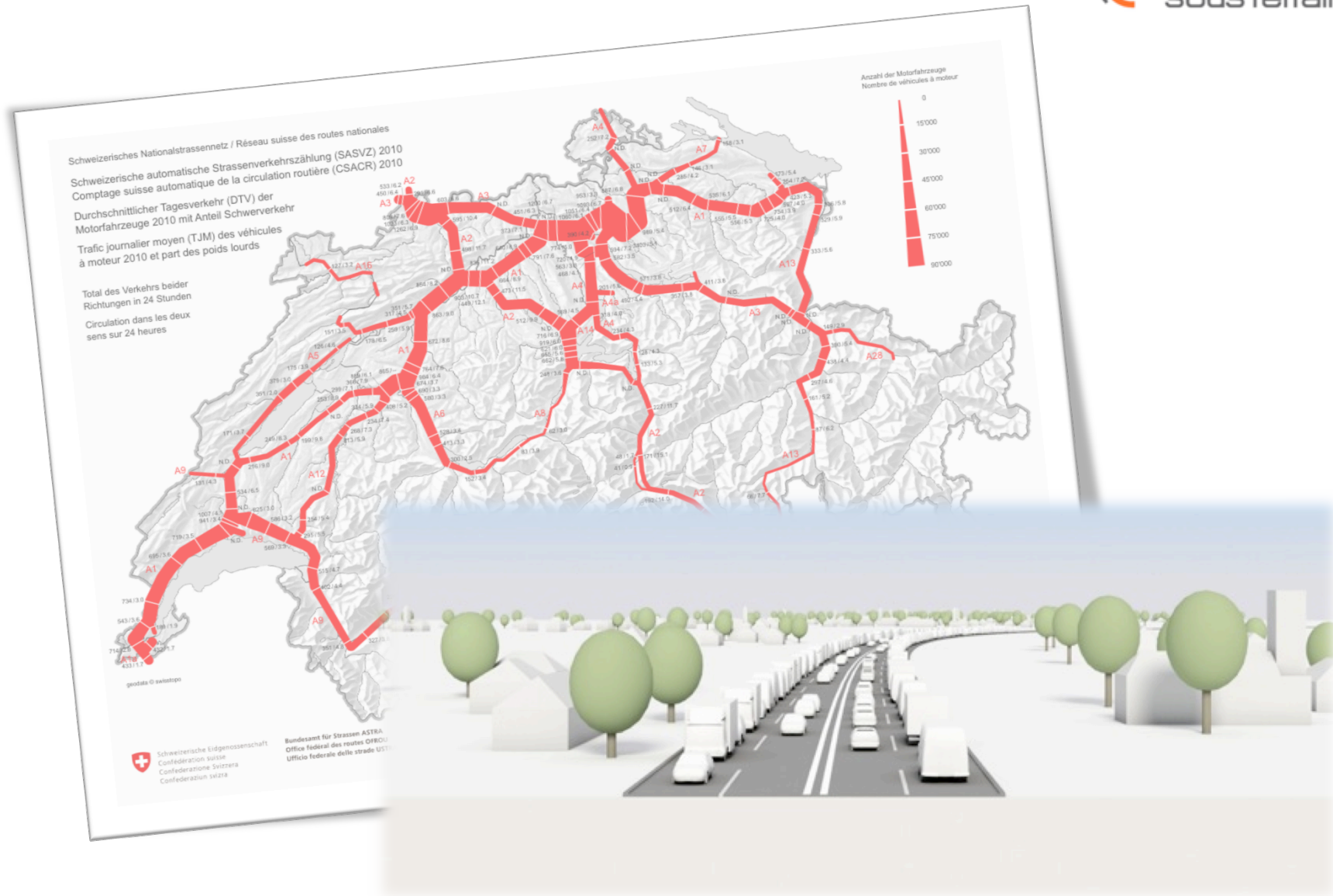


Cargo



Copyright CargoTube AG

Belastung der Schweizer Infrastruktur Fokus auf dem Mittelland.



Warum benötigen wir Cargo sous terrain Mobilität ist der Motor der Volkswirtschaft.



- Im **heutigen Mischverkehrskonzept** der Verkehrsträger sind die gemeinsam benutzten Infrastrukturen **Strasse und Schiene rund um Agglomerationen bereits heute am Kapazitätslimit.**
- Schätzungen des UVEK gehen davon aus, dass **bis 2020** der Transport von **Gütern**
 - **um 36% auf der Strasse und um**
 - **87% auf der Schiene zunehmen** werden.
- Die **heutigen Strukturen** können diese **Wachstumsraten nicht auffangen.**
- In den letzten Jahren sind viele Investitionen in den Verkehr (Güter und Schiene) getätigt worden. Allerdings überwiegend im Transitverkehr (Nord – Süd).
- **Grosses Problem West – Ost im Transitverkehr und in der Belieferung der Agglomerationen.**

Ausgangssituation in der Logistik Status in der Schweiz.



- Die Handelsgüter werden im Herstellungsland gebündelt und gelangen **in Containern mit Bahn und LKW in die Zentrallager im Mittelland.**
- Lokale Güter **gelangen z.T. direkt zum Kunden** sehr oft auch über ein Zentrallager.
- Zentrallager haben erhebliche logistische Vorteile, **erzeugen aber Mehrverkehr.**
- Von Zentrallagern werden die Güter mit **«grossen LKWs» über «lange optimierte Touren» direkt zum Kunden geführt.**
- Viele **Zentrallager befinden sich im Raum Härkingen – Aarau** und sind z.T. hoch automatisiert.
- Funktion der Zentrallager
 - **Transaktion:** Container → Paletten / Gitterboxen /
 - **Zwischenlagerung für Feinverteilung**

1	Ausgangssituation – Global und in der Schweiz
2	Das System CargoTube als eine Antwort
3	Vorgehensweise im Projekt Cargo sous terrain

Grundgedanke von Cargo sous terrain

Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



- Das grundlegende Prinzip von CST ist die **Trennung von Personen- und Gütermobilität**:
 - Mit fortschreitender Technik begannen die **Bedürfnisse zu divergieren**.
 - **Personen- und Güterverkehr** behindern sich oft gegenseitig.
 - Die leidigen **Folgen sind heute in Form von Dauerstaus** und **Umweltbelastung** zur Genüge bekannt.
- Die **Innovation von Cargo sous terrain** besteht darin, dass erstmals eine für den **Güterverkehr optimierte, separate Infrastruktur** erstellt wird (Motto „Güter unterirdisch, Menschen oberirdisch“).
- CST bietet eine **nützliche Ergänzung zu den bestehenden Transportwegen** und **konkurriert diese nicht**. Stark belastete **Transportwege werden entlastet** und oberirdisch Kapazitäten für die Menschen frei.

Grundgedanke von Cargo sous terrain

Trennverkehr im Untergrund.



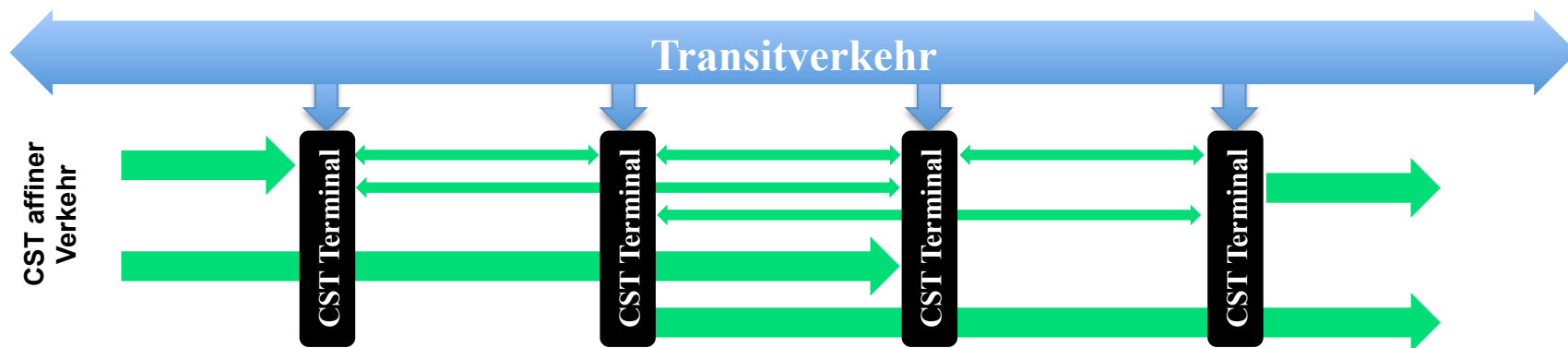
- In und rund um Agglomerationen **bleibt nur der Untergrund** für neue Infrastrukturen.
- **Tunnel können schneller realisiert werden** (als oberirdische Infrastruktur)
 - Kürzere Bewilligungsphasen
 - Kürzere Bauzeiten durch Mehrfachangriff im Flachland
- **Trennung von Personen und Gütern im Untergrund**
 - Hohe Sicherheits- und Geschwindigkeitsbedürfnisse der Menschen
-> Hohe Kosten
 - Güter müssen primär pünktlich sein, Geschwindigkeit ist meistens sekundär
- **Gütertunnel im Besonderen**
 - Kostengünstig im Bau
 - Kostengünstig im Betrieb durch Automatisierung
 - Bewährte Technologie ist bereits heute vorhanden.

Relevante Güter für Cargo sous terrain

Welche Güter können transportiert werden (I)?



- Alle Güter **von peripheren Zentrallägern in die Agglomeration** hinein (und wieder zurück) und **«hinter der Agglomeration»**
- Alle Güter ausserhalb des CST Gebietes werden **nur bis zum nächsten CST-Hub gefahren und gelangen automatisch in die Agglomeration.**
- Jeder Hub ist **automatisch mit jedem anderen verbunden** und kann über jeden anderen Hub ein- und auslagern (→ Umgehung Nachtfahrverbot).
- Das System CargoTube ist vergleichbar mit **einem grossen virtuellen Lagerhaus** → die Nachteile der Zentralisierung werden aufgehoben.
- In der Zukunft sind Lager und Produktionsstätten denkbar die **nur über den Untergrund mit der Aussenwelt** verbunden sind.



Durch Cargo sous terrain wird der heutige Verkehr signifikant entlastet.

Relevante Güter für Cargo sous terrain

Welche Güter können transportiert werden (II)?

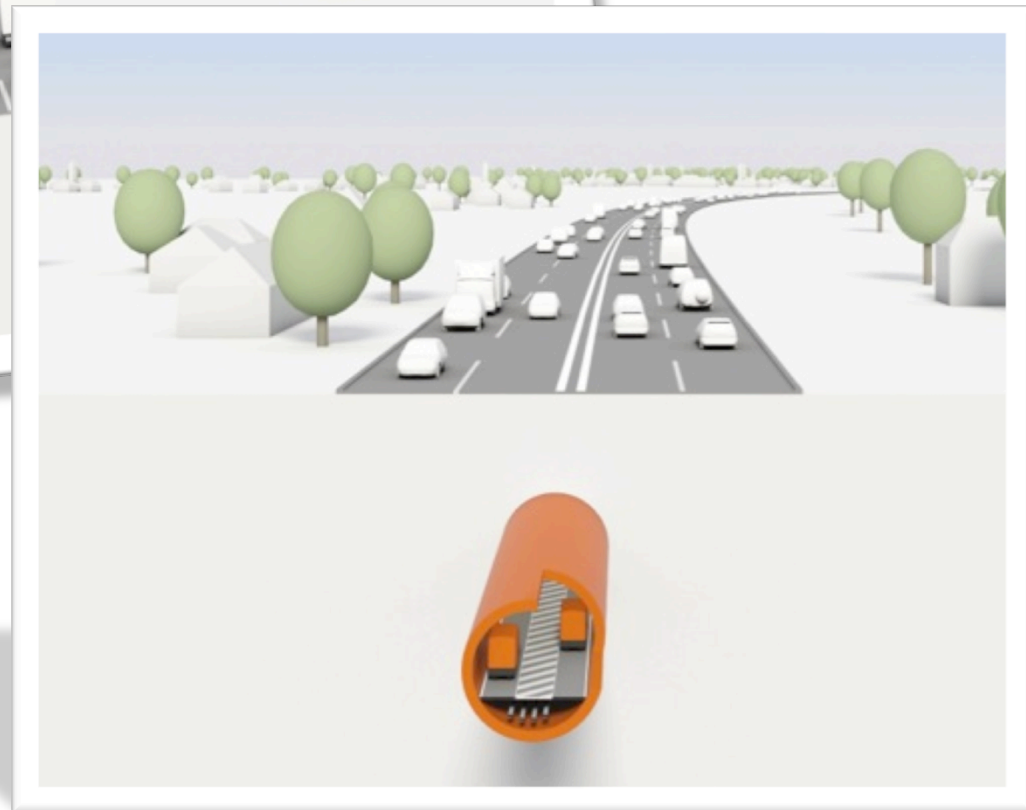


- Alle Güter **von peripheren Zentrallägern in die Agglomeration** hinein (und wieder zurück) und **«hinter der Agglomeration»**
- Alle Güter ausserhalb des CST Gebietes werden **nur bis zum nächsten CST-Hub gefahren und gelangen automatisch in die Agglomeration.**
- Jeder Hub ist **automatisch mit jedem anderen verbunden** und kann über jeden anderen Hub ein- und auslagern (→ Umgehung Nachtfahrverbot).
- Das System CargoTube ist vergleichbar mit **einem grossen virtuellen Lagerhaus** → die Nachteile der Zentralisierung werden aufgehoben.
- In der Zukunft sind Lager und Produktionsstätten denkbar die **nur über den Untergrund mit der Aussenwelt** verbunden sind.



Beschreibung des Systems - Überblick

Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



Systembeschreibung - Hubs

Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



- Cargo sous terrain **verbindet** wichtige **Logistik- und Einkaufszentren** der Schweiz unterirdisch miteinander.
- Dabei werden vornehmlich **bestehende Infrastrukturen in das System eingebunden**, sodass **kein zusätzlicher Landverbrauch** notwendig ist.

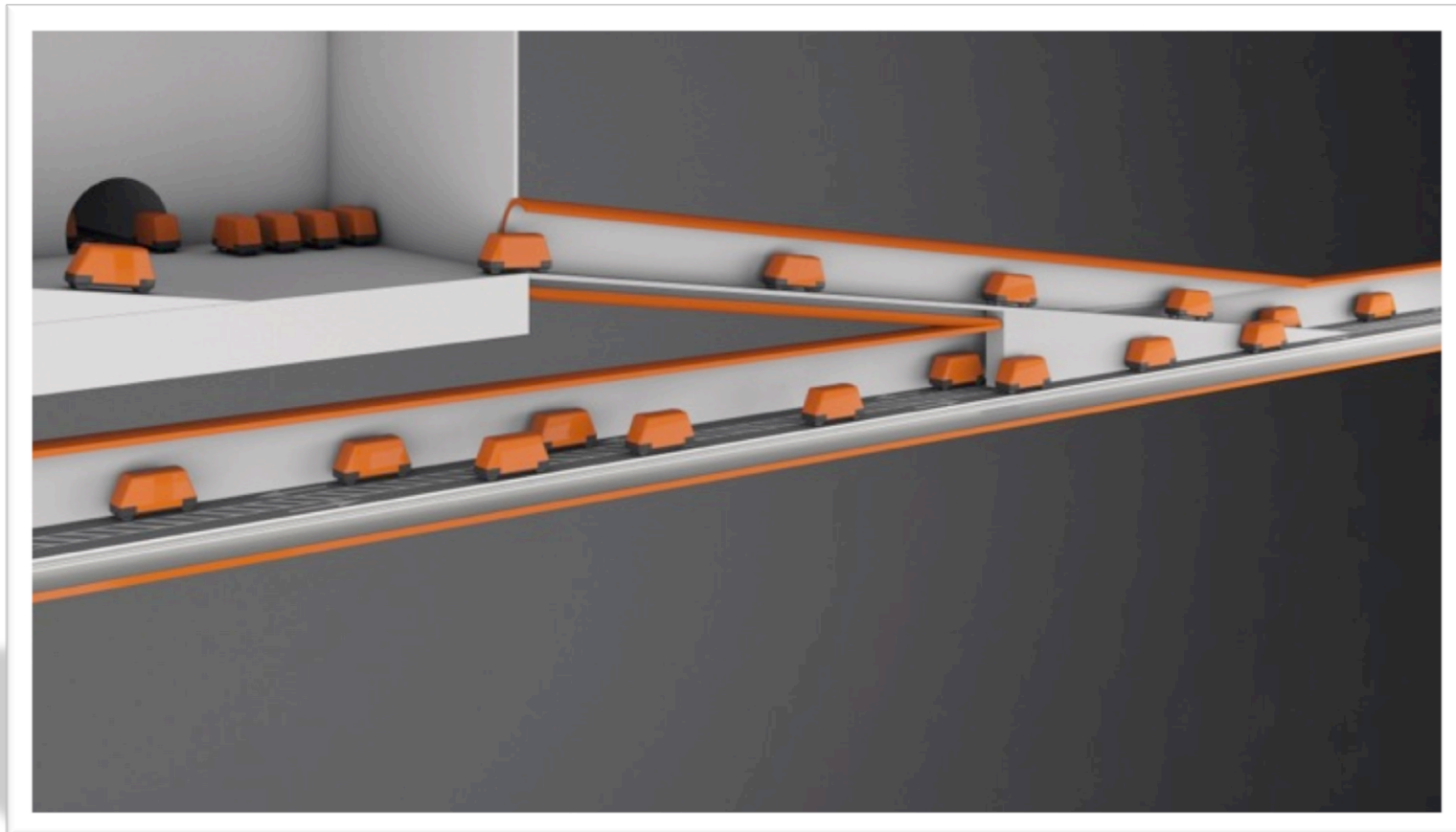


Systembeschreibung - Terminals

Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



- Das Prinzip ist dasselbe wie bei einem **automatischem Fördersystem**.
- In den **Tunnels verkehren selbstfahrende, unbemannte Transportfahrzeuge**, die an dafür **vorgesehenen Rampen oder Lifts automatisch Ladungen aufnehmen** und abgeben können.

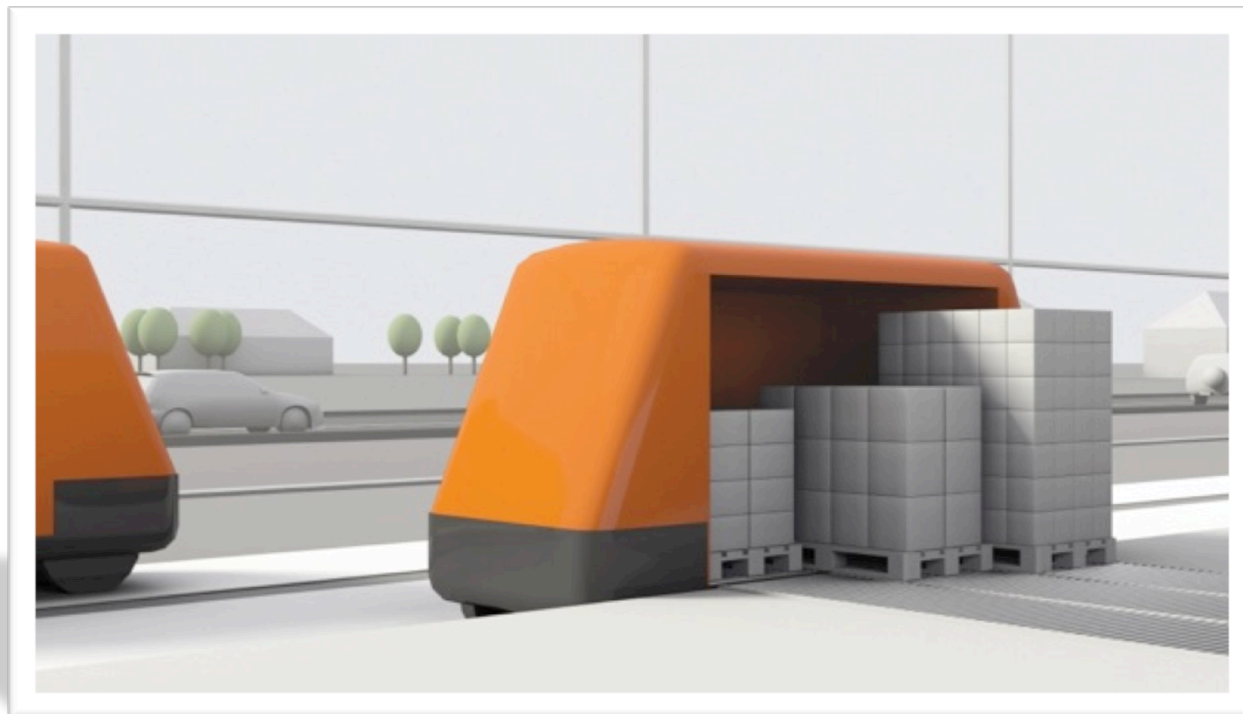


Systembeschreibung - Fahrzeuge

Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



- Die Güter werden vorwiegend in festen Einheiten wie **Paletten** oder **Gitterboxen** mit einer Geschwindigkeit von rund **30 km/h** **vollautomatisch transportiert** .



Systemannahmen Cargo sous terrain

Eckdaten des Systems.



- **Basisannahmen:**

- Streckenlänge 50km vom Raum Härkingen / Neuendorf bis in den Raum Zürich Nord / Ost.
- Planungs- / Bauzeit: 2-3 Jahre Detailplanung / 2-3 Jahre Genehmigung / 5 Jahre Bau, 100 Jahre Nutzungsdauer.
- Zusatznutzen: Handel von CO2-Zertifikaten / Verbau von Hochspannungsleitungen / kommerzielle Nutzung des Abraums und Vermietung von Palettenstellplätzen nicht kalkuliert.

- **Mögliche Lösung:**

- 2 - 3 Fahrspuren, davon eine für Service und Wartung / Lagerung / Überholen.
- Alle diskutierten Güterkategorien und –anforderungen transportierbar bzw. erfüllbar.
- Tunneldurchmesser innen 4,50 - 6,30m
- Ladehöhe Fahrzeug 2,10m plus Hängebahn.

1	Ausgangssituation – Global und in der Schweiz
2	Das System CargoTube als eine Antwort
3	Vorgehensweise im Projekt Cargo sous terrain

Wer unterstützt das Projekt

Güter unterirdisch – Menschen überirdisch.



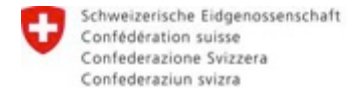
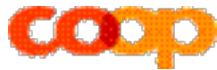
- Das Unternehmen **CargoTube AG** hat ein **Systemdesign für ein unterirdisches Gütertransport-System erstellt** und in einem Konzeptpapier zusammengefasst.
- Das Konzept stößt **sehr schnell auf großes Interesse bei zahlreichen Schweizer Unternehmen und im Ausland.**
- **Der Detailhandel** sowie **die KEP- und Stückgutbranche** als potenzielle Nutzergruppen engagieren sich stark im Projekt sowie im Lenkungsausschuss von Cargo sous terrain.
- Weiter wurde das Projekt dem Bund präsentiert und stösst auch dort auf eine breite Unterstützung. **Das Bundesamt für Verkehr (BAV)** engagiert sich im Projekt und im Lenkungsausschuss von Cargo sous terrain.
- Die Kantone wurden ebenfalls ins Projekt integriert und arbeiten aktiv mit.
- Viele begeisterte Unternehmen sind dazu gekommen ... vielleicht auch bald die Fachkompetenz der ETH und ihrer Studierenden ...

Fachkompetenzen und Unterstützung im Projekt

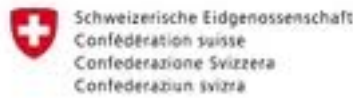
Kompetenzpartner und Sponsoren.



Kompetenzpartner / Sponsoren



Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Office fédéral de topographie swisstopo
Ufficio federale di topografia swisstopo
Uffizi federal da topografia swisstopo



Bundesamt für Verkehr BAV



Mehr als eine Versicherung



Materials Science & Technology

Sponsoren



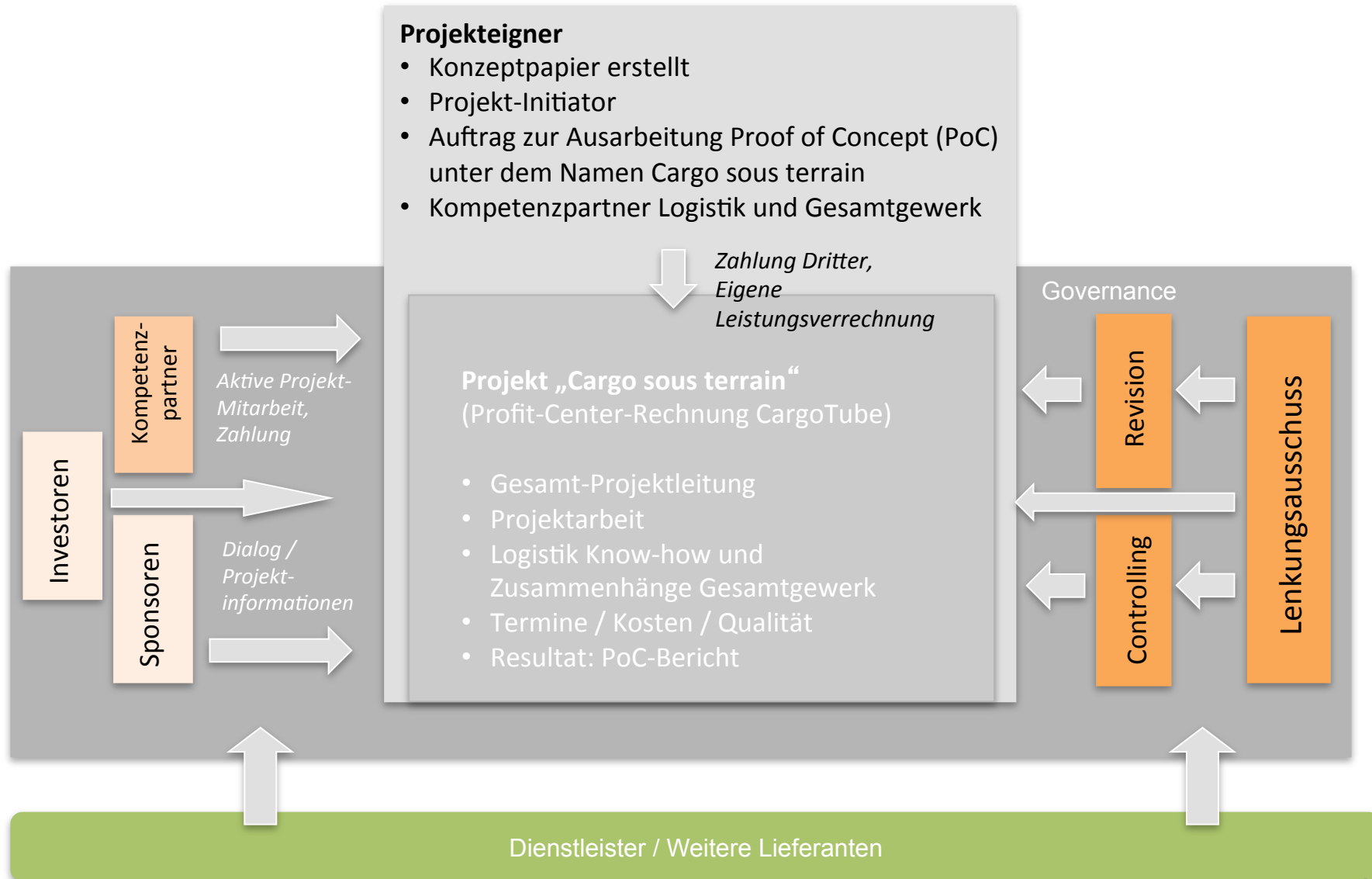
VICTORINOX

Truck Center Leclerc AG



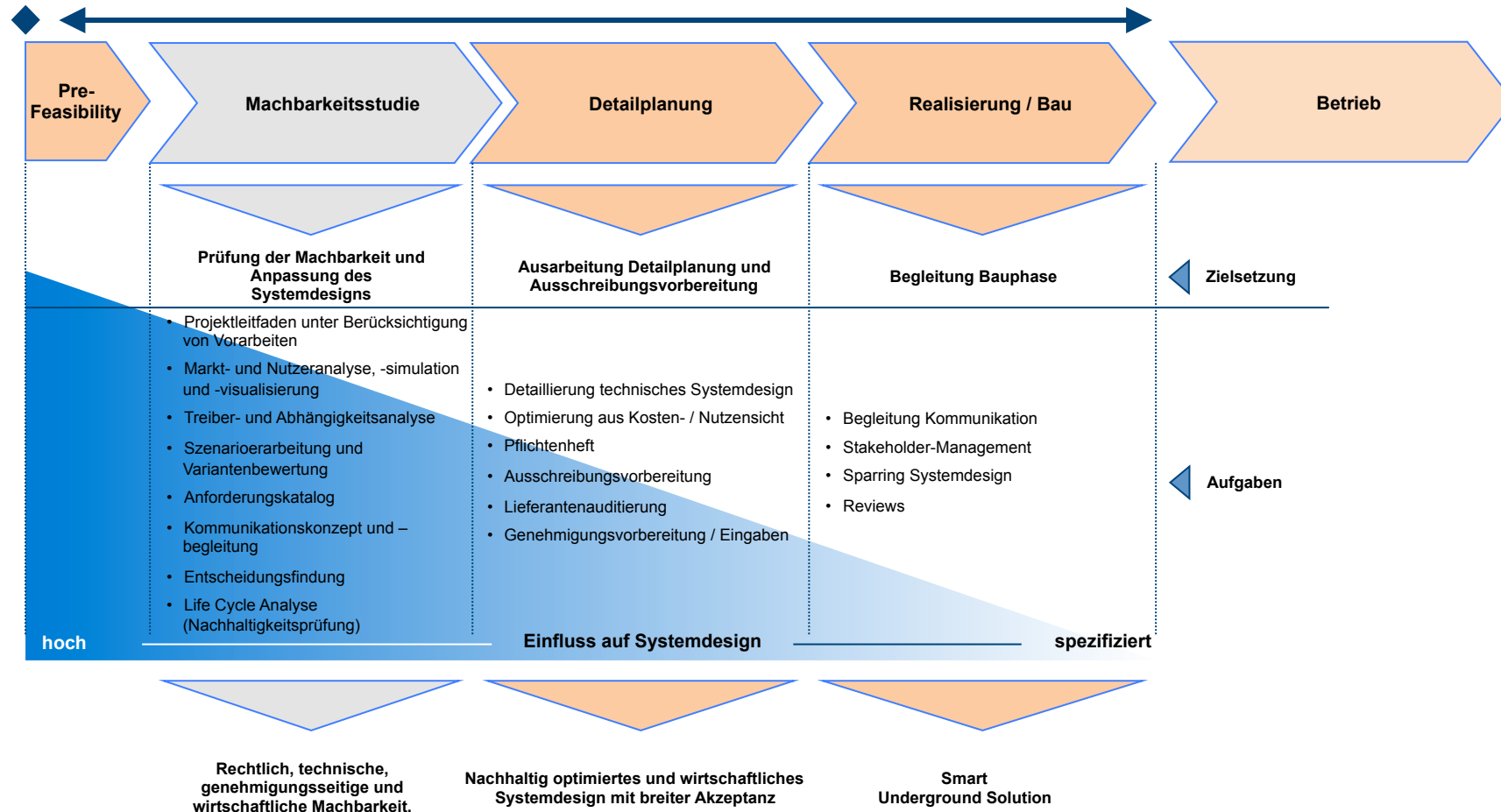
Projektstruktur

Aufgaben und Rollen.



Projektlauf

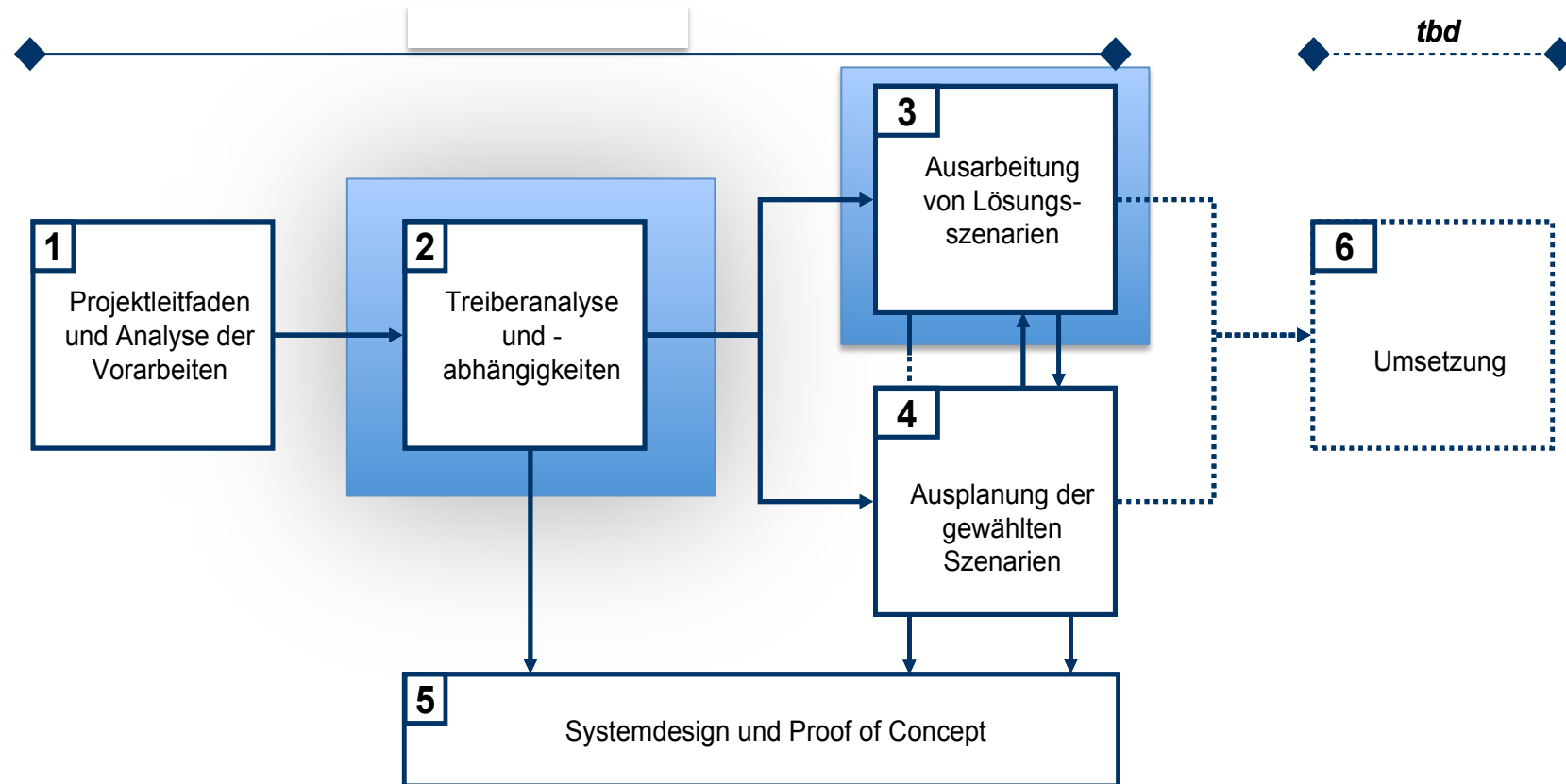
Einordnung der Machbarkeitsstudie.



➔ Überprüfung der rechtlichen, technischen, genehmigungsseitigen und wirtschaftlichen Machbarkeit: vom Markt kommend!

Übersicht Projektprozess

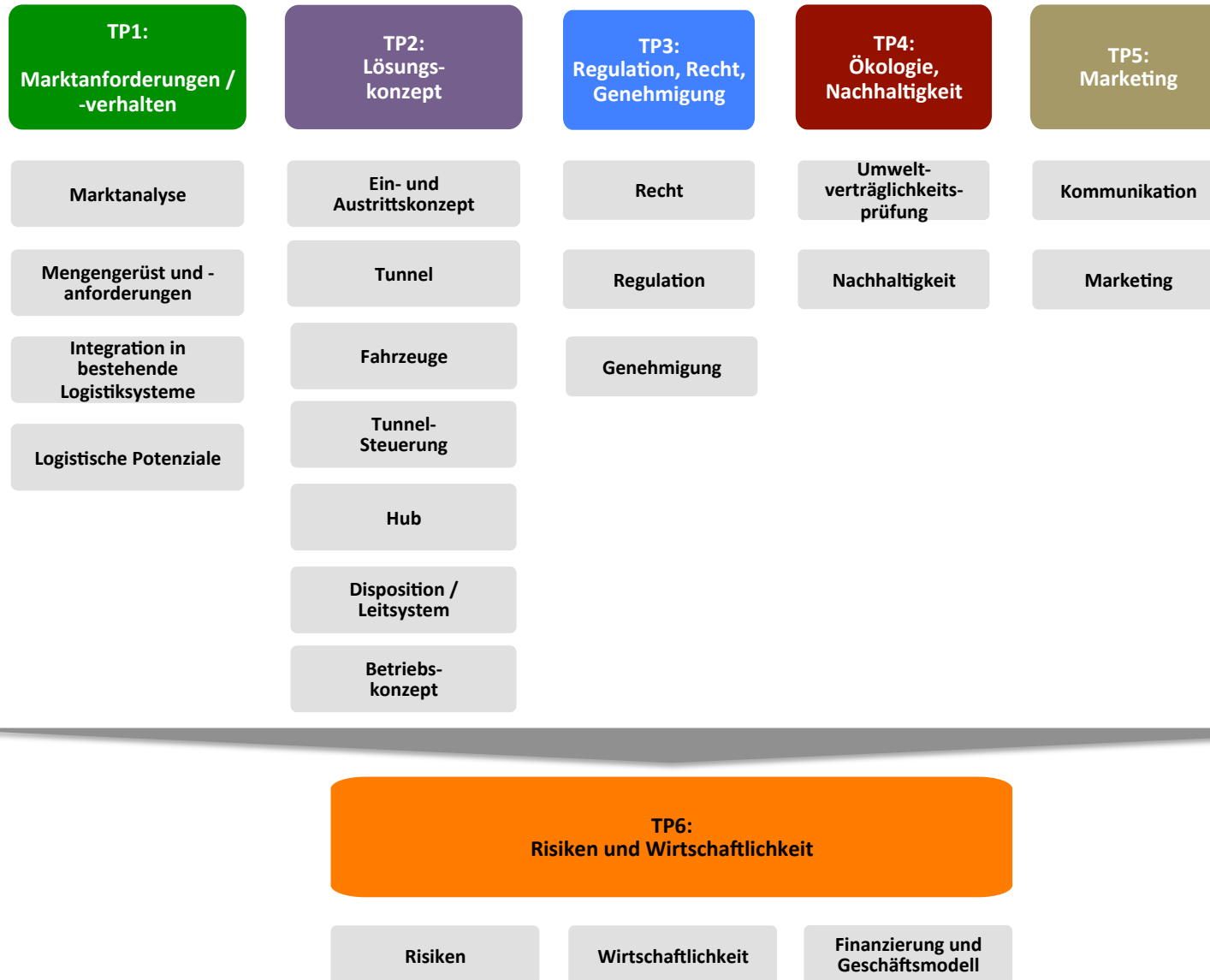
Treiberanalyse inkl. Wechselwirkungen.



Phase 3: “Ausarbeitung von Lösungsszenarien”
Detailierung der Untersuchungen mit Kompetenzpartnern entlang von drei idealtypischen Szenarien.

Übersicht Teilprojekte

6 Teilprojekte.



Teilprojekt 1

Marktanforderungen und -verhalten.



Ziele

- **Marktanalysen** zum Projekt Cargo sous terrain inkl. **Ableitung von Marktpotenzialen und Game Changing Potential** auf Basis heutiger sowie zukünftiger Güterströme
- Analyse auf Basis der **Pilotstrecke** sowie **Grobanalyse einer gesamtschweizerischen Lösung**

Projektteam

- **TP-Leitung**
CargoTube AG,
Y. Körber / Dr. S.-E. Jacobsen
- **Inhaltliche Modulleitung**
XPlanis / HSG Prof. Stölzle
/ Rapp Trans
- **Modulmitarbeit**
Nutzer / ARE / KEP / BAV /
Potenzielle Drittnutzer

Vorgehensweise

- Vorgehensweise entlang **3 Analysemodulen**
 - Grobüberblick der Volumina
 - Detaillierung: Potential durch Entlastung bestehender Träger
 - Detaillierte Potenzialeinschätzung mit Industriefokus
- **Analyse und Visualisierung der Bewegungsdaten** in den Nutzergruppen Retail, Stückgut und möglicher Drittnutzer sowie **Erhebung und Analyse der weiteren Logistikanforderungen**
- **Simulation der optimalen Streckenführung** in Abstimmung mit den anderen Teilprojekten, insbesondere Lösungskonzeption sowie Recht und Genehmigung
- Zusammenführung im **Business Plan**

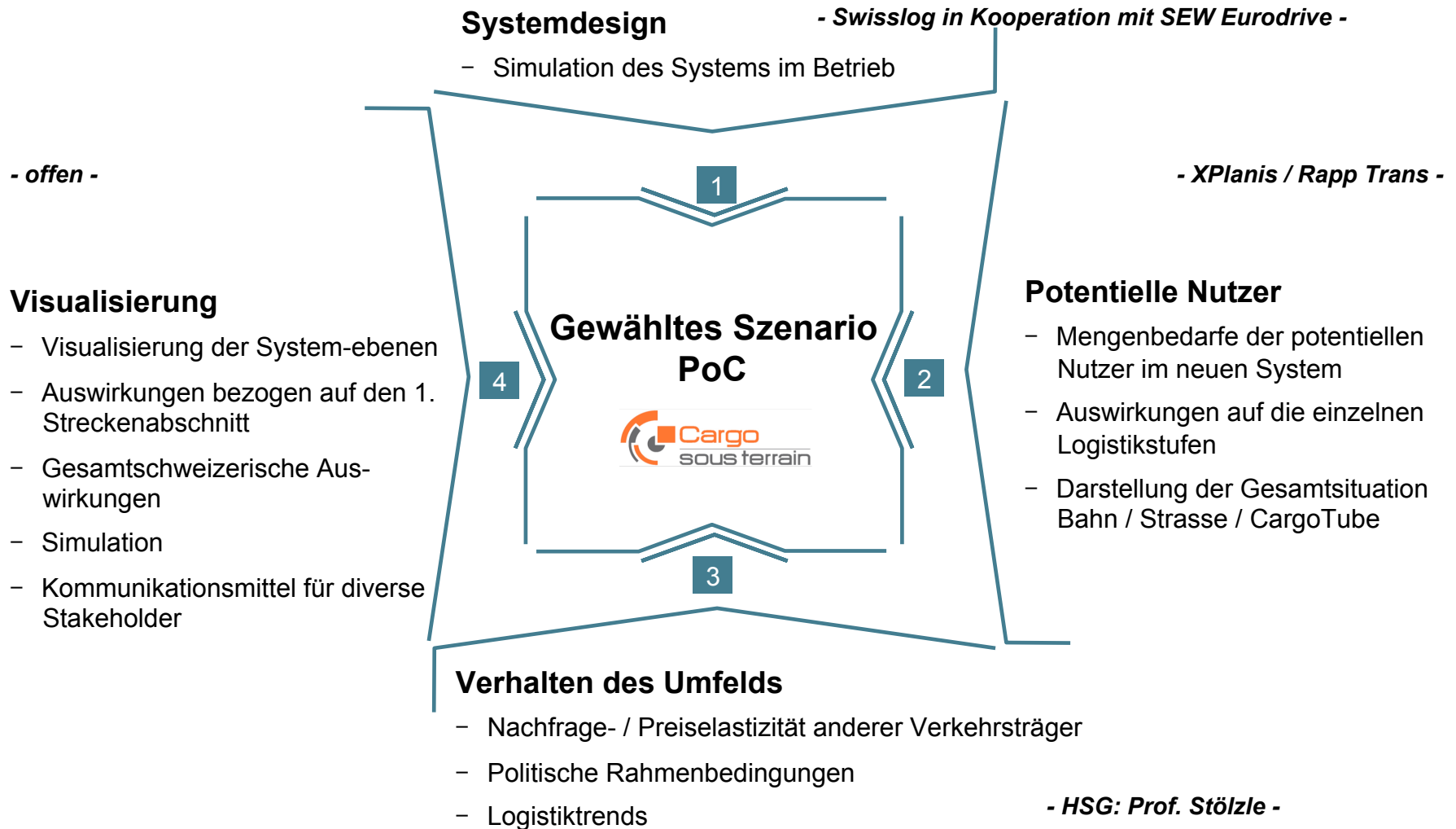
Fortschritte im TP 1

Ziele und Umsetzer in der Marktanalyse.



Zielsetzungen:

Streckenführung mit maximalem Committed Traffic und logistischem Nutzen, integriert in das bestehende Logistiksystem.



Analyse des Güteraufkommens

Top Down und Bottom up-Ansatz.



Jahr 2020 (Güterverkehrsleistung in Tonnenkilometer)	
20'520'000'000	Wachstum 20%
10'260'000'000	50% Binnenverkehr
5'130'000'000	50% Mittellandgebiet
2'052'000'000	40% Gesamtmenge entlang Strecke
471'960'000	23% Nahrungsmittel
287'280'000	14% Baustoffe
26'676'000	1% Stückgut
785'916'000	Relevante Menge
628'732'800	80% Potenzielle Mengen
314'366'400	50% Marktanteil



Basis: Bericht des
BAV / ARE:

*„Perspektiven des
schweizerischen
Güterverkehrs bis 2030 –
Hypothesen und
Szenarien“*



Gesamte Güterverkehrsleistung im Schwerlastverkehr wurde korrigiert wie folgt:

- Verkehr der im Binnenland stattfindet,
- im Mittellandgebiet,
- in den Branchen Nahrungsmittel, Baustoffe und Stückgut;
- Mengen die aus grundsätzlichen Überlegungen nicht eingebracht werden;
- erreichbarer Marktanteil.



Davon mit Erhebungen und Interviews Bottom up verifiziert: **17%**

Logistische Zentren entlang der Strecke

Branchenübergreifende Bewegungsdatenanalyse.



Fokus: Pilotstrecke Raum Härkingen – Zürich Ost.

Teilprojekt 2

Lösungskonzept.



Ziele

- **Ausarbeitung des Grobkonzeptes zum Bau und Betrieb von Cargo sous terrain**
- Analyse auf Basis der **Pilotstrecke** sowie **Grobanalyse einer gesamtschweizerischen Lösung**

Projektteam

- **TP-Leitung**
CargoTube AG, Y. Körber Dr. S.-E. Jacobsen
- **Inhaltliche Modulleitung**
TP 2.1 Tunnelbau: Pöyry
TP 2.2 Terminal- und Gatebau: Swisslog
TP 2.3 Hub-Bau: Swisslog
TP 2.4 Mechatronisches System: Swisslog und SEW Eurodrive
- **Modulmitarbeit**
Implenia / Swisscom / Herrenknecht / EMPA

Vorgehensweise

- Die **Module Tunnel-, und Hub-Bau sowie Mechatronisches System** befinden sich in vollem Arbeitsmodus.
- Im **Modul Terminal- und Gatebau finden** wird aktuell die Arbeitsgruppe erweitert.
- In **iterativen Schleifen auf Basis eines Morphologischen Kasten** wird entlang der Module und über Module hinweg am optimalen Szenario gearbeitet.

Fortschritte im TP 2: Morphologischer Kasten



1. Ein- und Austrittskonzept (Terminal inkl. Gate)				
Parameter	Lösungsvarianten			
Bereitstellungsflächen	Innerhalb des Systems		Ausserhalb des Systems	
Antrieb für Steigung	Durch Fahrzeug		Fremdsystem	
Bauart	Tunnel taucht auf	Schacht mit Lift	Schacht mit Spirale	Rampe

2. Tunnel				
Parameter	Lösungsvarianten			
Ausbau	Tübing		Spritzbeton	
Streckenführung aufgrund	Geologie		Logistik	
Sicherheitskonzept	1 Tunnel		2 Tunnel	
Bereitstellungsfläche	auf 3. Fahrspur	separate Ausbuchtungen	im Terminal	im Hub extern

3. Fahrzeug				
Parameter	Lösungsvarianten			
Lastgrösse	Paletten	Rollboxen	Collis	Sondermasse
Ladehöhe	160	180	180	200
Laderichtung im Fahrzeug	längs		Quer	
Fassungsvermögen Fahrzeug	1 Palette	2 Paletten	3 Paletten	mehr als 3 Paletten
Fahrzeugkonstruktion	Offen		Geschlossen	
Energieversorgung	autonom		teilautonom	
Klimatisierung	Tunnel ist klimatisiert		Fahrzeug ist klimatisiert	
Kühlung	Aktiv		Passiv (isoliert)	
Geschwindigkeit	Konstant		Variabel	
Maximale Geschwindigkeit	<5 m/s		5-10 m/s	
Bauart	Tiefliader		Radaufbau	
Fahrzeugsteuerung	Fahrzeug autonom		Fahrzeug weitestgehend von Leitsystem gesteuert	
Klimatisierung (siehe auch Tunnelausbau)	Tunnel ist klimatisiert		Fahrzeug ist klimatisiert	

4. Tunnelausbau und -steuerung				
Parameter	Lösungsvarianten			
Klimatisierung (siehe auch Fahrzeug)	Tunnel ist klimatisiert		Fahrzeug ist klimatisiert	
Fahrspuren	2		3	
Spurführung	Mechanisch		Elektronisch	

5. Hub				
Parameter	Lösungsvarianten			
Infrastruktur	Neu		Existierend	
Be- und Entladung	Automatisch		Manuell	
Feinverteilung	Herkömmlich	im Tunnelsystem (direkt)	Fahrzeuge sind strassengängig	
Hubfunktion	Direkte Weiterverladung		Zwischenlagerung	
Feinverteilung	Herkömmlich	im Tunnelsystem (direkt)	Tunnelfahrzeug Huckepack	Fahrzeuge sind strassengängig

6. Leitzentrale / Disposition				
Parameter	Lösungsvarianten			
Frachtdisposition	Systemintern		Systemextern	
Wagendisposition	Systemintern		Systemextern	
Sicherheitskonzept	3stufig		Anderes	

7. Betriebskonzept				
Parameter	Lösungsvarianten			
Bewegungskonzept	Fahrzeug wird auf Bereitstellungsfläche geparkt		Fahrzeug befindet sich immer in Bewegung	
Bereitstellungsfläche für Fahrzeuge	auf 3. Fahrspur	in separater Ausbuchtung	im Terminal	im Hub
Konzept	Offenes System		Geschlossenes System	

Strukturierte Erfassung aller Gestaltungsfelder und möglichen Ausprägungen.

Gemeinsame Arbeitsgrundlage: auch für Ableitung und spätere Bewertung der Szenarien.

Aktueller Arbeitsschritt:

Ausarbeitung dreier Extremszenarien für weitere Ausarbeitung!

Fazit

Projekt Cargo sous terrain.

- Das oberste Projektziel von Cargo sous terrain ist eine **privatwirtschaftliche Finanzierung**, dies wiederum **erfordert eine Wirtschaftlichkeit des Systems** in eingeschwungenem Zustand, nur so können Investoren gewonnen werden.
- Das **System misst sich an heutigen Marktpreisen**, obwohl diese stark **subventioniert** sind und demzufolge nicht die Vollkostenbetrachtung widerspiegeln
- Trotzdem zeigen verifizierte Berechnungen, das **Cargo sous terrain günstiger ist als heutige Verkehrsträger (nach Vollkostenrechnung)**:
 - Im eingeschwungenen Zustand belaufen sich diese auf **0,46 CHF / Tonnenkilometer also 0,23 CHF pro Palettenkilometer**.
 - Beide Kostensätze liegen **unter dem Vollkostensatz pro LKW-Tonnenkilometer von 0,57 CHF / Tonnenkilometer**.



Für die weitere **Ausarbeitung und Optimierung unseres Ansatzes** benötigen wir **weitere Unterstützung!**



CargoTube AG

Projekträger des Projektes Cargo sous terrain



Tödistrasse 23
8002 Zürich
+41 (0) 44 201 40 80
info@cargotube.ch