



Logistics Advisory
Experts GmbH



Schweizerische Binnenschifffahrt als Alternative für den Güterverkehr?

Ein Kostenvergleich zwischen dem Transport
auf der Strasse, der Schiene und dem Wasser in der Schweiz

Leon Zacharias

Wolfgang Stölzle

**“Practice-based,
science-driven”**

© Logistics Advisory Experts GmbH



Schweizerischer
Binnenschifffahrts-Verband
Zürich und Ostschweiz

Im Auftrag von:
Schweizerischer Binnenschifffahrts-Verband
Zürich und Ostschweiz (SBSVZO)

Schweizerische Binnenschifffahrt als Alternative für den Güterverkehr?

Ein Kostenvergleich zwischen dem Transport auf der Strasse, der Schiene und dem Wasser in der Schweiz

Über die Autoren

Leon Zacharias ist Projektmanager bei der Logistics Advisory Experts GmbH und Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Supply Chain Management an der Universität St.Gallen.

Prof. Dr. Wolfgang Stölzle ist Geschäftsführer (ehrenamtlich) bei der Logistics Advisory Experts GmbH und Geschäftsführender Direktor am Institut für Supply Chain Management an der Universität St.Gallen.

Inhaltsverzeichnis

1. <i>Aufgabenstellung</i>	5
2. <i>Methodischer Ansatz</i>	6
3. <i>Berechnung der Transportkosten</i>	9
4. <i>Transportkosten auf ausgewählten Relationen</i>	13
5. <i>Limitationen und Schlussfolgerungen</i>	15
<i>Appendix</i>	19

1. Aufgabenstellung

Die Rheinhäfen in Basel sind derzeit die Endstation für die meisten flussaufwärts-fahrenden Binnenschiffe. Die Ideen zur modernen Schiffbarmachung des Hochrheins sowie der Aare reichen bis in die ersten Jahre des 20. Jahrhunderts zurück¹. Auf Basis eines Bundesbeschlusses von 1923, gewisse Binnengewässer wie Rhein und Aare schiffbar zu machen, gepaart mit den Erfahrungen im 2. Weltkrieg und dessen Relevanz für die Landesversorgung, entstanden neue Ausbaukonzepte für die Binnengewässer. Die Bundesversammlung unterstütze diese Bestrebungen unter anderem finanziell, und förderte konkrete Binnenschifffahrtsprojekte wie die Verbindung von Basel zum Bodensee und den transhelvetischen Schifffahrtskanal Rhein-Aare-Bielersee-Neuenburgersee-Genfersee.

Durch die Dynamik im Strassenverkehr in den 1950er Jahren fokussierte sich das verkehrspolitische Interesse zunehmend auf den Ausbau der Strasseninfrastruktur. Folglich wurde auf Entscheid der Schweizerischen Bundesversammlung im März 1960 der Beschluss zum Bau eines nationalen Autobahnnetzes gefasst. Bestrebungen hinsichtlich des Ausbaus von Infrastrukturen für andere Verkehrsmittel wurden wenig fortgeführt. Die zahlreichen Vorzüge der Binnenschiffahrt rückten so in den Hintergrund. Der volkswirtschaftliche Nutzen einer Schiffbarmachung der Wasserstrassen blieb seither weitgehend ungeklärt.

Die Logistics Advisory Experts GmbH wurde vor diesem Hintergrund durch den Schweizerischen Binnenschiffahrts-Verband Zürich und Ostschweiz (SBSVZO) beauftragt, in einer Kompaktstudie die Transportkosten zwischen Binnenschiff, Bahn und Lkw in der Schweiz zu vergleichen. Als Referenzgrösse dienen dabei die entstehenden tkm²-Kosten. Die Studie lehnt sich dabei an die Studie „Potenzial von Rhein und Aare als Wasserstrasse zwischen Basel und Hohentengen/Weichach bzw. zwischen Basel und Orbe VD“ von Planco³ aus dem Jahr 2014 an. Der Auftrag ist, zu überprüfen, ob die Wasserstrassen in der Schweiz einen Nutzen für die Schweizer Volkswirtschaft generieren können, indem Ressourcen (Transportkosten) eingespart und Umweltschäden (externe Kosten) durch den Einsatz von Binnenschiffen reduziert werden können.

Das übergeordnete Ziel des Auftrags besteht in einer neutralen Berechnung der derzeit (2021) anfallenden Transportkosten pro tkm bezogen auf ausgewählte Relationen. Die Transportkosten werden pro Transportmittel (Lkw, Güterzug, Binnenschiff) ausgewiesen. Die abhängig vom Transportmittel entstehenden externen Kosten werden ebenfalls betrachtet, um eine umfassende Bewertung der analysierten Transportmittel vornehmen zu können. Es geht in der Kompakt-Studie damit weder um einen Leistungsvergleich, eine Analyse der Nachfragestruktur und -höhe noch um eine Machbarkeitsanalyse von Infrastruktur-Projekten. Insbesondere werden die Kosten für die bestehende und eine potenziell zu erstellende Infrastruktur ebenfalls nicht berücksichtigt, dies für alle Transportmittel. Die ausgewählten Relationen wurden ebenfalls durch den Auftraggeber ausgewählt und dessen Eckpunkte für die Bearbeitung übernommen.

¹ Schweizerischer Binnenschiffahrtsverband Zürich und Ostschweiz (2021). Geschichte

² Tonnenkilometer (Definition siehe Abbildung 4)

³ Planco (2014). Potenzial von Rhein und Aare als Wasserstrasse zwischen Basel und Hohentengen/Weiach bzw. zwischen Basel und Orbe VD

2. Methodischer Ansatz

Methodisch werden im Rahmen der vorliegenden Kompakt-Studie zunächst die entstehenden Kosten und Aufwendungen identifiziert (siehe Abbildung 1) und anschliessend quantitativ abgeschätzt. Die Identifizierung erfolgt via Desk-Research. Für die Quantifizierung und Validierung der Kostenpunkte wurden zusätzlich Expertenbefragungen genutzt. Der Transport auf Binnengewässern, auf der Strasse und auf der Schiene unterscheidet sich grundsätzlich im Hinblick auf die fixen und variablen Kosten des Transportmittels. Die fixen Kosten fallen unabhängig vom Fahrtgebiet respektive transportiertem Gewicht/Volumina und Einsatztagen an. Die variablen Kosten entstehen hingegen zusätzlich je nach spezifischer Relation in Abhängigkeit der zu benutzenden Schleusen oder der Wartezeiten. Fixkosten entstehen also pro transportierten tkm, die variablen Kosten ergänzen diese je nach streckenabhängigen Gegebenheiten.

Die Ergebnisse der Abschätzung werden in Abschnitt 3 dargestellt.

	Kostenpunkte	Beschreibung
Streckenunabhängige Kosten	Fixkosten	
	Personal	Personal, welches für Betrieb und Umschlag benötigt wird
	Verkehrsabgabe	Steuern auf Bundes- oder Kantonalebene für Betrieb der Transportmittel
	PSVA (Pauschale Schwerverkehrsabgabe)	Pauschale Schwerverkehrsabgabe in der Schweiz (nicht zutreffend)
	Autobahnvignette	Entgelt zur Nutzung der Autobahnen in der Schweiz (nicht zutreffend)
	Versicherung (Haftpflicht/Kasko)	Prämien für Versicherung von Fahrzeug- und Ladungsschäden
	Variable Kosten	
	Kraftstoff	Entstehende Kosten für Brennstoffe bei LKW und Binnenschiff (Diesel)
	AdBlue	Entstehende Kosten für Harnstoff bei LKW und Binnenschiff
	Elektrizität	Entstehende Kosten für Elektrizität (Güterzug)
	Mineralölsteuer	Zutreffend für LKW und Binnenschiff
	LSVA (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe)	Abgabe in Abhängigkeit der Emissionsnorm in Rp./tkm (nicht berücksichtigt)
	Amortisation	Aufwände für Abschreibung der Transportmittel
	Service und Reparaturen	Kosten für Instandhaltung und Reparaturen
	Reifenkosten	Kosten für Austausch der Bereifung in Abhängigkeit der km-Leistung
	Trassengebühr	Entgelt für Nutzung der Schieneninfrastruktur (nicht berücksichtigt)
	Abfertigung (Laden/Löschen)	Kosten für Beladung/Entladung (nicht berücksichtigt)
	Zugbildung (Zug)	Kosten für Zugbildung (berücksichtigt in Personalkosten)
	Umstellung (Zug)	Kosten für Zugumstellung (berücksichtigt in Personalkosten)
Vorhaltung (Zug)	Kosten für Zugvorhaltung (berücksichtigt in Personalkosten)	
Zugförderung (Zug)	Kosten für Zugförderung (berücksichtigt in Personalkosten)	
Streckenabhängige Kosten	Wartezeit Schleuse (Binnenschiff)	Kosten für Wartezeit
	Schleusenzeit (Binnenschiff)	Kosten für Wartezeit
	Schleusengebühren (Binnenschiff)	Kosten für Wartezeit

Abbildung 1: Identifikation und Beschreibung der identifizierten Kostenpunkte

Erst im zweiten Schritt werden die Kosten für die durch den Auftraggeber genannten Relationen (siehe Abbildung 2) errechnet. Die objektive Vergleichbarkeit der Kosten der Transportmittel hat bei der Quantifizierung der Kosten höchste Priorität. So werden beispielsweise die Trassengebühr beim Schienengüterverkehr genauso wie die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA) im Strassengüterverkehr zwar quantifiziert, jedoch nicht in die tkm-Betrachtung inkludiert. Grund dafür ist, dass eine streckenabhängige Binnenschiffahrtsabgabe, zur Refinanzierung der benötigten Infrastrukturkosten zum Ausbau der Schweizer Wasserstrassen, allenfalls antizipiert werden könnte, da eine genaue Kalkulation der Kosten zur Veröffentlichung der vorliegenden Kompaktstudie (August 2021) nicht vorliegt. So werden schlussendlich die reinen Schweizerische Binnenschiffahrt als eine Alternative für den Güterverkehr?

Transportkosten inklusive der zeitlichen Aufwände kalkuliert, ohne dabei Nutzungsgebühren für die bereitgestellte Infrastruktur einzubeziehen.

Die Ergebnisse der Abschätzung werden in Abschnitt 4 dargestellt.

Von Basel nach...	Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/ Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/ Juraseen/Orbe)
Aufkommen in 1'000 to	750	1500	750	1500	500	750	750	500
Anzahl Schleusen	7	9	11	15	10	15	18	21

Abbildung 2: Relationen/Transportstrecken, ausgehend von Basel entlang des Hochrheins, der Aare und der Orbe⁴

Gütekategorien

Die Rechercheergebnisse dienen als Grundlage für die Quantifizierung und können grundsätzlich in drei verschiedene Gütekategorien (siehe Abbildung 3) kategorisiert werden.

Qualitätsstandard A	Qualitätsstandard B	Qualitätsstandard C
Offizielle Daten, die von Behörden oder Bundesämtern veröffentlicht werden.	Daten und Studien von seriösen Institutionen und Verbänden. Hohes Maß an Validität und Objektivität. Zugrunde liegende Annahmen sind begründet und dokumentiert, Ergebnisse sind nachvollziehbar.	Von privaten Unternehmen oder Zeitschriften und Zeitungen veröffentlichte Informationen. Die Datenqualität kann oft nur schlecht kontrolliert werden, Objektivität und Validität ist somit fraglich.
z.B. EZV-Daten, Statista, etc.	z.B. Studien oder Verbandsmaterialien	z.B. NZZ, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Preisvergleiche

Abbildung 3: Gütekategorien der Quellen aus dem Desk-Research

Qualitätsstandard A beschreibt Quellen, die aufgrund der Datenherkunft besonders belastbar sind. Diese sind allesamt durch Bundesbehörden veröffentlicht worden. Informationen und Studien von anderen Institutionen und Verbänden besitzen einen geringeren Grad an Objektivität und sind daher schlechter gewichtet (Qualitätsstandard B). Die Ergebnisse sind grösstenteils nachvollziehbar, teilweise bestehen jedoch Lücken bei der Datenherkunft. Quellen mit dem Qualitätsstandard C können grundsätzlich nur schlecht auf ihre Güte überprüft werden, da insbesondere private Unternehmen oder Zeitungen oft keinen Einblick in die Datengewinnung und die Aufbereitungsmethoden geben. Vorzugsweise werden Ergebnisse aus Standard A, also die der höchsten Qualität, genutzt.

Die Quellen sind im Anhang gemäss ihres jeweiligen Qualitätsstandards ausgewiesen.

Transportkosten

Als Vergleichsmassstab für die Transportkosten verschiedener Transportmittel wird die Grösse Rp./tkm (= Rappen pro Tonnenkilometer) gewählt, da sich die Kennzahl insbesondere für die Messung mit den genannten Transportmitteln anbietet. Ein Tonnenkilometer bedeutet, dass ein Gut mit

 **Berechnung**

Zurückgelegte km * Gütermenge

Abbildung 4: Definition Tonnenkilometer (tkm)

⁴ Informationen des Auftraggebers basierend auf den Projektplänen aus 1962 zur Schiffbarmachung der Schweizer Wasserstrassen
Schweizerische Binnenschifffahrt als eine Alternative für den Güterverkehr?

dem Gewicht von 1 t über 1 km befördert wird (siehe Abbildung 4)⁵.

Die in der Schweiz übliche Laufleistung der Transportmittel (Lkw, Güterzug und Binnenschiff) pro Jahr werden herangezogen, um eine zwischen den genannten Transportmitteln vergleichbare und übertragbare Kostenbasis zu erhalten. Mittels Division der jährlichen Gesamtkosten durch die gesamten jährliche km-Laufleistung, ergeben sich somit die Kosten pro tkm.

Die Abbildung 5 zeigt, dass auf den vorgegebenen Transportrelationen, ausgehend von Basel, nicht nur eine abweichende Transportmenge, sondern auch je nach Verkehrsträger eine abweichende Entfernung für das Transportmittel zu wählen sind. Die Transportdistanz hat eine wesentliche Auswirkung auf die entstehenden tkm-Kosten und ist für den Vergleich der vorgegebenen Relationen von grosser Bedeutung, da die Entfernungen für den Strassengüterverkehr, dem Schienengüterverkehr und den Binnenschiffverkehrsverkehr teils erheblich abweichen können.

Die Umwegfaktoren⁶ geben jeweils das Vielfache der Strecke im Schienengüterverkehr beziehungsweise Binnenschiffverkehrsverkehr im Vergleich zum Strassengüterverkehr an. Die in Abbildung 5 verwendeten Schraffierungen vermitteln einen Überblick über die jeweiligen Umwegfaktoren, wobei die Farbe grün die jeweils kürzeste Transportdistanz und rot die jeweils längste Transportdistanz auf den jeweiligen Relationen kennzeichnen.

Durch die Multiplikation der jeweiligen Transportmengen (in Abbildung 5 angegeben in 1'000 to⁷) mit der jeweiligen Entfernung ergeben sich somit die tkm. Werden diese noch mit dem spezifischen Kostensatz multipliziert, erhält man die Kosten pro tkm.

Von Basel nach...	Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/ Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/ Juraseen/Orbe)
Aufkommen in 1'000 to	750	1500	750	1500	500	750	750	500
Anzahl Schleusen	7	9	11	15	10	15	18	21
Entfernung Schiff (km)	60	91	105	190	88	123	175	258
Entfernung Bahn	55	80	108	202	58	54	101	188
Entfernung LKW (km)	57	79	123	180	57	50	95	182
Umwegfaktor Schiff / Strasse	1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	2.46	1.84	1.42
Umwegfaktor Schiff / Schiene	1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	2.28	1.73	1.37

Abbildung 5: Relationen/Transportstrecken, ausgehend von Basel entlang des Hochrheins, der Aare und der Orbe inklusive der jeweiligen Transportentfernungen⁸ je Transportmittel und dessen Umwegfaktoren⁹.

Die Betrachtung der unbeladenen Transporteinheiten ist ebenfalls von grosser Bedeutung für die Kostenberechnung. Denn auch bei einer Leerfahrt (beispielsweise auf dem Rückweg) entstehen Kosten, die anderweitig gedeckt werden müssen. Eine betriebswirtschaftliche Bewertung unter Einbezug möglicher Leerfahrten respektive Teilladungen ist jedoch nicht

⁵ Eurostat (2021). Glossar: Tonnenkilometer (tkm)

⁶ Umwegfaktor = Transportentfernung (Schiff bzw. Zug) / Transportentfernung Lkw

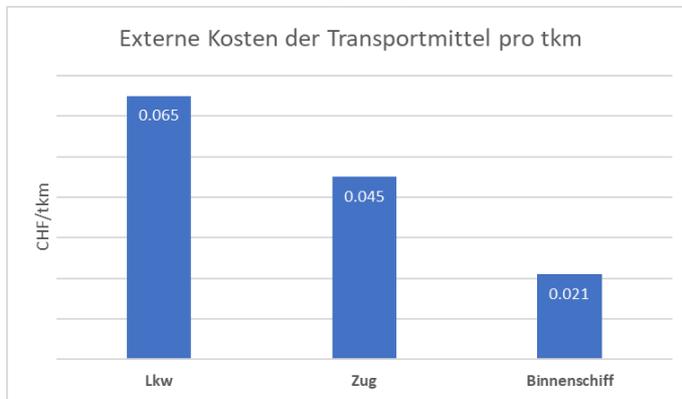
⁷ to = metrische Tonnen

⁸ Transportentfernungen für Binnenschiff aufbauend auf Daten des Auftraggebers in Anlehnung an die offiziellen Projektpläne aus dem Jahr 1962.

⁹ Umwegfaktor = Transportentfernung (Schiff bzw. Zug) / Transportentfernung Lkw

Bestandteil der Kompakt-Studie. Der Auftraggeber hat die Beladungsquoten für die Rückfahrt per Binnenschiff, Lastkraftwagen und Güterzug mit den Werten aus Abbildung 10 angegeben.

Neben den Kosten für den Betrieb der Transportmittel sind auch die externen Kosten zu beachten. Diese werden nicht durch die verursachenden Wirtschaftssubjekte, d.h. die Transportunternehmen getragen, sondern werden indirekt der Gesellschaft respektive unbeteiligten Dritten aufgebürdet. Die Höhe der externen Kosten kann je nach Standort und Verkehrsplanung sowie je nach eingerechneten



Kostenkategorien abweichen. Die offiziellen Daten des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)¹⁰ der Schweizer Eidgenossenschaft dienen als Grundlage für die externen Kosten und werden in den Berechnungen in Abschnitt 3 und Abschnitt 4 in die Transportkostenberechnung inkludiert.

Die offiziellen Daten des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)¹⁰ der Schweizer Eidgenossenschaft dienen als Grundlage für die externen Kosten und werden in den Berechnungen in Abschnitt 3 und Abschnitt 4 in die Transportkostenberechnung inkludiert.

Abbildung 6: Externe Kosten der Transportmittel basierend auf den Berechnungen des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE)

3. Berechnung der Transportkosten

Variable Kosten und Fixkosten pro tkm im Vergleich

Bei der einfachen Betrachtung der Kosten zeigen sich bereits grosse Unterschiede zwischen den Transportmitteln bei den tkm-Kosten (Abbildung 7). Während die **Personalkosten** beim Lkw ein grossen Teil der Gesamtkosten ausmachen, sind die Personalkosten beim Güterzug trotz des höheren Salärs für einen deutlich geringeren Anteil an den gesamten tkm-Kosten verantwortlich. Grund dafür ist unter anderem das deutlich grössere Ladegewicht/-volumen des Güterzuges, sodass beispielsweise die Personalkosten pro tkm deutlich geringer ausfallen.

Je nach Nutzungsdauer der Transportmittel können die Aufwände für die Abschreibung stark variieren. Im Sinne der Vergleichbarkeit wurden zur Berechnung der **Amortisation** die steuerlich anerkannten Abschreibungssätze herangezogen und bei fehlender Realitätsnähe dementsprechend angepasst. Die steuerlich anerkannte Nutzungsdauer für Binnenschiffe weicht mit 15 Jahren Nutzungsdauer stark von den realwirtschaftlichen Nutzungszeiträumen ab, sodass die Abschreibungsdauer auf 25 Jahre angepasst wurde. Zwar hat das deutsche

¹⁰ Bundesamt für Raumentwicklung (2018). Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz

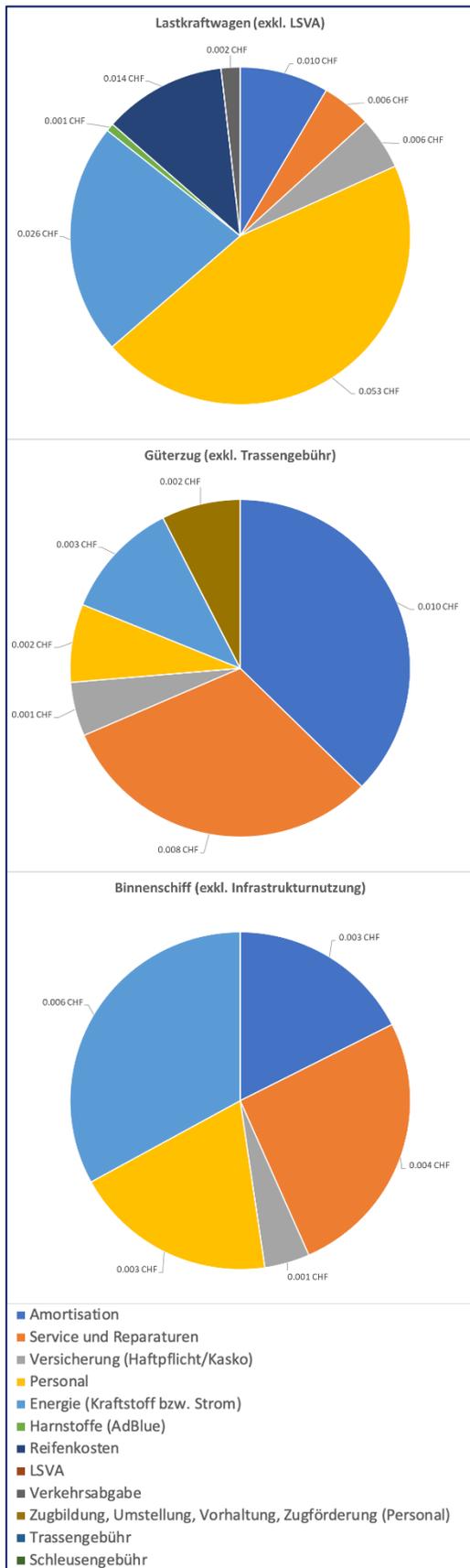


Abbildung 7: Variable und Fixkosten pro tkm im Vergleich

Binnenschiff durchschnittlich ein Alter von 43,4 Jahren¹¹ (2019), doch kann angenommen werden, dass ein grundlegender Retrofit deutlich früher von Nöten ist. Im Transportmittelvergleich entstehen beim Binnenschiff somit die geringsten Kosten für die Amortisation respektive Abschreibung.

Die entstehenden Kosten für **Haftpflicht-** und **Kaskoversicherung** wurden anhand von Expertenbefragungen abgeschätzt. Grundsätzlich variieren die Prämien unter anderem aufgrund von Sendungsstrukturen, Flottengrösse und Fahrtgebiet massiv. Auch Selbstbehalte und die Schadenshistorie beeinflussen die Prämie massgeblich.

Die Kosten für **Wartungen** und **Reparaturen** an den Transportmitteln können je nach Modell und Nutzung stark variieren, weswegen Richtwerte von den jeweiligen Branchenverbänden genutzt werden. Dazu gehören neben der ASTAG¹² (Schweizerischer Nutzfahrzeugverband) auch die Zentralkommission für Rheinschifffahrt.

Für die Berechnung der **Energiekosten** (Kraftstoff bzw. Strom) werden die Realverbräuche der Transportmittel mit den realen Energiepreisen (Diesel bzw. Strom) multipliziert. Für die Diesel- bzw. Benzinpreise werden jeweils die Durchschnittspreise aus den letzten Jahren angenommen und auf den tkm dezimiert. Beim Binnenschiff ergibt sich die Besonderheit der Zoll-Befreiung auf den Dieselmotorkraftstoff. Aufgrund der hiesigen Emissionsvorschriften wird auch der Harnstoff **AdBlue** als Kostenpunkt in die Kalkulation des Lastkraftwagens inkludiert.

Weitere Kostenpunkte und Berechnungsansätze werden im Anhang/Appendix konkretisiert.

¹¹ Bundestag (2019). Luftverschmutzungen durch die Binnenschifffahrt

¹² <https://www.astag.ch>

Bei der Berechnung der entstehenden Kosten pro tkm haben die pro Jahr **gefahrenen Kilometer** eine besondere Bedeutung. Bei höherer Kilometerleistung verteilen sich die Kosten auf mehr transportierte tkm, bei geringer Laufleistung ist mit höheren Kosten pro tkm zu rechnen. Die gefahrenen Kilometer bilden somit ein zentrales Merkmal der Abschätzung und können die Kosten des Transportmittels beeinflussen.

Laut offiziellen Statistiken des Kraftfahrtbundesamtes der Bundesrepublik Deutschland (KBA)¹³ waren Sattelzüge im Jahresmittel zwischen 2011 und 2019 knapp 100.000 km auf den Strassen unterwegs. Laut Branchenverbänden und Expertenbefragungen verbuchen Schweizer Sattelzüge eine deutlich geringere Fahrleistung, die für die Berechnungen mit 72.000 km pro Jahr beziffert wird.

Für den Schienengüterverkehr wurde mit einer jährlichen Fahrleistung von etwa 76.000km kalkuliert. Dieser Wert ergibt sich aus den Berechnungen auf Basis der offiziellen Daten der SBB Cargo¹⁴.

Die Abschätzung der Fahrleistung der Binnenschiffe ist genau wie bei der Abschätzung der Fahrleistung der übrigen Transportmittel abhängig vom individuellen Einsatz und dem Fahrtgebiet. Auch hier bildet die Fahrleistung von ca. 21.000km pro Jahr einen Durchschnitt der möglichen Fahrleistungen der in Abbildung 5 dargestellten Relationen ab.

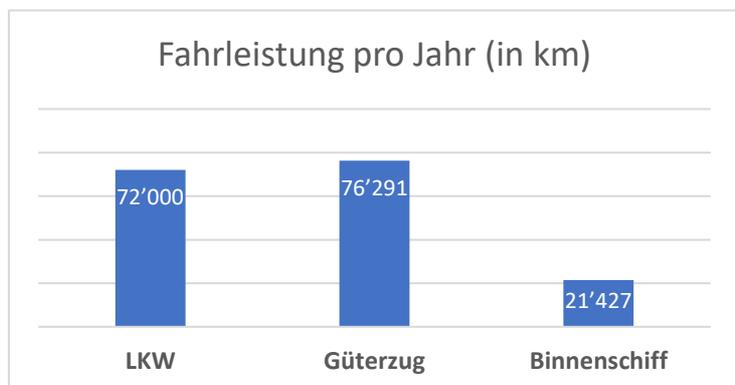


Abbildung 8: Fahrleistung der Transportmittel im Vergleich

Neben der Fahrleistung pro Jahr ist auch die spezifische **Lademenge der Transportmittel** von entscheidender Bedeutung. Zum einen kann je nach Ladung zunächst das Gewichtslimit respektive das Volumenlimit erreicht werden. Für die Abschätzung der Transportkosten wird ein herkömmlicher Sattelschlepper mit einer Lademenge von 20 Tonnen angenommen. Im Schienengüterverkehr innerhalb der Schweiz werden in der Regel Züge mit einem Gesamtgewicht von maximal 1000 Tonnen eingesetzt, sodass nach Abzug des Eigengewichtes der Lokomotive und der Güterwagen¹⁵ ein Ladegewicht von maximal 640 Tonnen erreicht werden kann. Auf den Binnengewässern dient das Grosse Rheinschiff der Klasse Va als Grundlage für die Berechnungen. Mit Abmessungen von maximal 110m x 11,4m und einer Tragfähigkeit von ca. 2000 Tonnen bei vollem Tiefgang stellt es die maximal möglich Schiffsgrösse dar, welche die aktuell vorhandenen Schleusen des Hochrheins passieren kann. Die Schleuse in Augst ist die oberste Grossschiffahrtsschleuse am Hochrhein dient somit als Massstab für die Berechnungen¹⁶.

Wie in Abschnitt 2 angedeutet, gehören die leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgaben (**LSVA**) genauso wie die **Trassengebühren** im Schienengüterverkehr zu wichtigen

¹³ Eigene Berechnung: Kraftfahrt Bundesamt (2021). Anzahl Sattelzugmaschinen in Deutschland; Kraftfahrtbundesamt (2021). Fahrleistung der Sattelzugmaschinen in Deutschland

¹⁴ Eigene Berechnung: SBB Cargo (2021). Zahlen und Fakten Rollmaterial

¹⁵ SBB Cargo (2021). Tgpps

¹⁶ Kraftwerk Augst (2021). Zahlen und Fakten

Kostenpunkten im Transport. Da jedoch der volkswirtschaftliche Nutzen der Transportmittel objektiv verglichen werden soll, werden beide Kostenpunkte nicht inkludiert. Dies gewährleistet die objektive Vergleichbarkeit zwischen den drei Transportmitteln, da Transportmittel-übergreifend keine Nutzungsgebühren für die vorhandene respektive zu erstellende Infrastruktur in die Berechnungen einfließen.

Ergebnisse – Kosten pro Tonnenkilometer

Die Abschätzung hat ergeben, dass beim Transport per Lastkraftwagen die höchsten Kosten pro tkm zu erwarten sind. Mit knapp zwölf Rappen (ohne Betrachtung der entstehenden externen Kosten, vgl. Abbildung 6) sind die tkm-Kosten beim Lkw somit ein Vielfaches höher als die des Zuges (ca. 2,6 Rp./tkm) und des Binnenschiffs (1,7 Rp./tkm). Grund dafür ist vor allem die geringe Lademenge beim Lkw, welche die tkm-Kosten in die Höhe treibt (siehe Abbildung 9).

Bei Hinzunahme, der in Abb. 6 dargestellten externen Kosten, verstärkt sich der Effekt, denn beim Transport per Lastkraftwagen entstehen im Vergleich zum Güterzug beziehungsweise Binnenschiff deutlich höhere externe Kosten. Auch dieser Effekt ist zurückzuführen auf das stark dezimierte Transportgewicht/-volumen des Lkws.

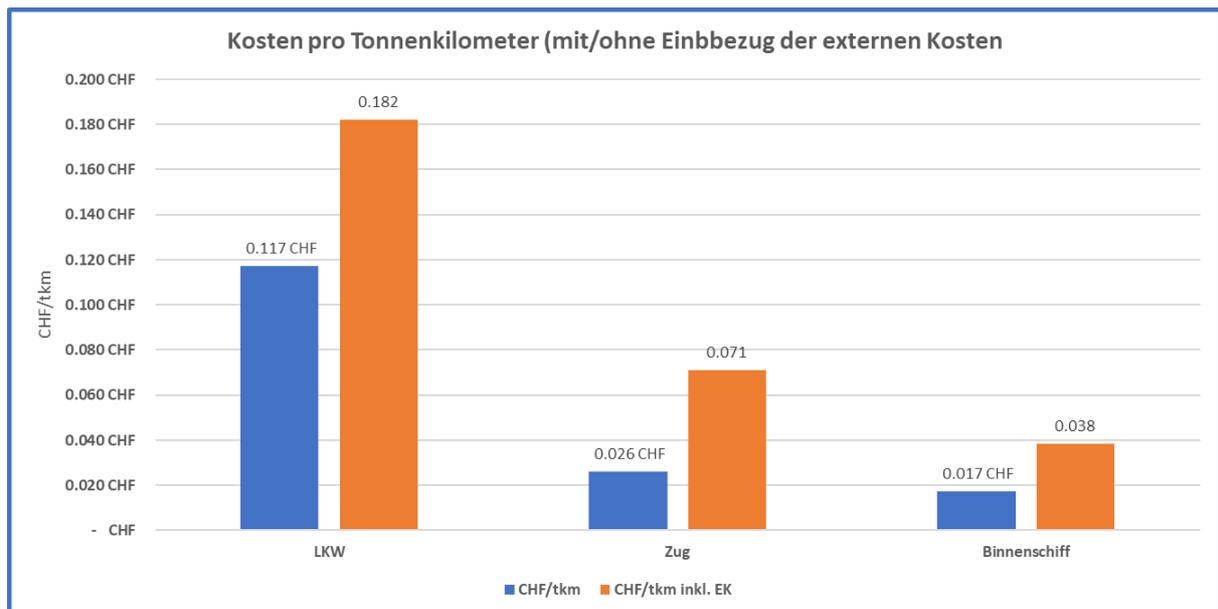


Abbildung 9: Eigene Berechnung: Kosten pro Tonnenkilometer; mit/ohne Einbezug der externen Kosten

Die Berechnungsergebnisse zeigen zunächst, dass beim Binnenschiff gefolgt vom Güterzug die geringsten Transportkosten entstehen und somit basierend auf dieser Abschätzung der volkswirtschaftliche Nutzen beim Transport per Binnenschiff am höchsten ausfällt. Diese Abschätzung ist jedoch nicht allgemeingültig, da je nach transportiertem Gut, nach Entfernung und weiteren einflussnehmenden Parametern abweichende Ergebnisse erreicht werden können.

Das folgende Kapitel veranschaulicht die Berechnungsergebnisse anhand derer vom Auftraggeber vorgegebenen Transportrelationen inklusive des jeweiligen Mengengerüsts.

4. Transportkosten auf ausgewählten Relationen

Bei der Betrachtung der Transportkosten auf den durch den Auftraggeber vorgegebenen Relationen sind insbesondere beim Binnenschiff auch die Wartezeiten für die Schleusung von grosser Bedeutung. Als Massstab dient auch hier die Schleuse in Augst, die wie die vergleichbaren Schleusen im westdeutschen Kanalnetz im Mittel 36min für eine Schleusung benötigt. Durchschnittlich ist demnach eine Wartezeit von 36min bis zur Schleusung zu erwarten, wenn vorausfahrende Schiffe nicht beachtet werden. Auch bei den übrigen in der Kompakt-Studie untersuchten Transportmitteln muss aufgrund von Verkehrsbeeinträchtigungen auf Strasse und Schiene mit Wartezeiten gerechnet werden, die zum Kostenfaktor werden. Bei Lkws können dies vor allem Staus und Baustellen oder auch Unfälle sein, bei Schienenfahrzeugen sind es Wartungsarbeiten am Gleis oder der Oberleitung.

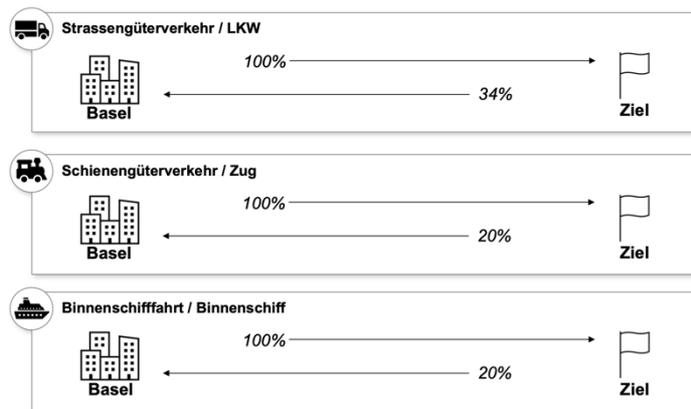


Abbildung 10: Auslastung auf Hin- und Rückfahrt (gemäss Auftraggeber)

Neben der Transportdestination ausgehend von Basel, wird, wie Abbildung 5 zeigt, auch ein konkretes Mengengerüst für die sogenannte Hinfahrt durch den Auftraggeber vorgegeben. Die transportierten Mengen auf der Rückreise wurden als Prozentsatz der Komplettladungen der Hinfahrt durch den Auftraggeber genannt (siehe Abbildung 11).

Von Basel nach...		Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
		(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/Juraseen/Orbe)
Aufkommen in to (Hinfahrt)		750'000	1'500'000	750'000	1'500'000	500'000	750'000	750'000	500'000
Aufkommen in to (inkl. Rückfahrt)	LKW (Hin 100%, Rück 34%)	1'005'000	2'010'000	1'005'000	2'010'000	670'000	1'005'000	1'005'000	670'000
Aufkommen in to (inkl. Rückfahrt)	Zug (Hin 100%, Rück 20%)	900'000	1'800'000	900'000	1'800'000	600'000	900'000	900'000	600'000
Aufkommen in to (inkl. Rückfahrt)	Schiff (Hin 100%, Rück 20%)	900'000	1'800'000	900'000	1'800'000	600'000	900'000	900'000	600'000

Abbildung 11: Ladungsaufkommen auf Hinfahrt bzw. summiert auf Hin- und Rückfahrt in Tonnen je nach Transportmittel

Ladung auf der Rückfahrt wirkt sich positiv auf die Gesamtkosten aus, da die entstehenden Kosten auf der Rückfahrt so zumindest nicht 100-prozentig auf die Hinfahrt umgelegt werden müssen.

Mit Hilfe des hergeleiteten Kostengerüsts, bestehend aus der Betrachtung der Kosten pro tkm und der zusätzlich anfallenden individuellen und streckenabhängigen Kosten (Schleusungen und Wartezeiten), konnten die Gesamtkosten für den Transport auf den jeweiligen Transportrelationen abgeschätzt werden (siehe Abbildung 12).

Von Basel nach...	Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/ Juraseen/Orbe)
Aufkommen in to	750'000	1'500'000	750'000	1'500'000	500'000	750'000	750'000	500'000
Gesamtkosten LKW	17'489'756 CHF	46'996'894 CHF	35'515'830 CHF	102'167'606 CHF	11'659'837 CHF	15'577'899 CHF	27'868'404 CHF	34'420'032 CHF
Gesamtkosten Zug	6'670'082 CHF	18'656'018 CHF	12'313'320 CHF	44'625'132 CHF	4'659'674 CHF	6'563'606 CHF	11'567'987 CHF	13'887'610 CHF
Gesamtkosten Schiff	4'116'607 CHF	12'181'704 CHF	7'086'020 CHF	24'718'287 CHF	4'008'339 CHF	8'500'427 CHF	11'778'555 CHF	11'228'039 CHF

Abbildung 12: Gesamtkosten auf ausgewählten Relationen in CHF

Die Abschätzung zeigt, dass die Gesamtkosten beim Transport per Lkw durchweg am höchsten sind und teils deutlich von denen der anderen Transportmittel abweichen. Nicht nur die Kosten pro gefahrenen tkm sind deutlich höher, sondern auch die externen Kosten (vgl. Abbildung 9). Die entstehenden Gesamtkosten sind beim Transport per Binnenschiff auf den aufgezeigten Relationen am geringsten. Lediglich auf der Relation Basel – Fulenbach und der Relation Basel-Biel ist ein Transport per Güterzug nach der Kostenbetrachtung zu bevorzugen. Grund für diese Ausfälligkeit sind die infrastrukturellen Gegebenheiten, denn das Binnenschiff muss eine vergleichsweise lange Strecke im Vergleich zum Güterzug zurückzulegen, sodass trotz der geringsten tkm-Kosten und der geringsten Kosten höhere Gesamtkosten entstehen. Der Vergleich der Streckenkilometer je Transportmittel aus Abbildung 5 hilft bei der Verdeutlichung.

Neben den Gesamtkosten auf den ausgewählten Relationen werden in Abb. 13 die tkm-Kosten je Transportmittel angegeben, die unter Einbezug der streckenabhängigen Kosten (z.B.

Von Basel nach...	Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/ Juraseen/Orbe)
Aufkommen in to	750'000	1'500'000	750'000	1'500'000	500'000	750'000	750'000	500'000
tkm LKW	0.305 CHF	0.296 CHF	0.287 CHF	0.282 CHF	0.305 CHF	0.310 CHF	0.292 CHF	0.282 CHF
tkm Zug	0.135 CHF	0.130 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF	0.134 CHF	0.135 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF
tkm Schiff inkl. Schleusen	0.076 CHF	0.074 CHF	0.075 CHF	0.072 CHF	0.076 CHF	0.077 CHF	0.075 CHF	0.073 CHF

Abbildung 13: tkm-Kosten auf ausgewählten Routen. Eigene Berechnung, basierend auf Gesamtkosten auf ausgewählten Routen (Abbildung 12)

Schleusungen und Wartezeiten) entstehen. Auf jeder Relation weist das Binnenschiff die geringsten und der Lkw die höchsten tkm-Kosten auf. Wie die Berechnung in Abbildung 12 zeigt, können aufgrund der je nach Transportmittel zurückzulegenden Entfernungen (siehe Umwegfaktoren) die Ergebnisse für die Gesamtkostenbetrachtung eine andere Rangordnung ergeben.

5. Limitationen und Schlussfolgerungen

Limitationen

Der Transportkostenvergleich zwischen den Transportmitteln Lkw, Güterzug und Binnenschiff zeigt, dass nur Richtwerte der entstehenden Kosten und den daraus resultierenden Nutzen für die Schweizerische Eidgenossenschaft ermittelt werden können. Die nachstehenden Limitationen sind zu berücksichtigen.

Die für die ausgewählten Relationen genutzten **Transportstrecken** (in km) basieren teilweise auf den vom Auftraggeber bereitgestellten Informationen und eigenen Recherchen anhand der Daten des Kartenanbieters GoogleMaps.¹⁷ Zwar bieten diese Informationen grösste Aktualität und Praxisnähe, doch können Fahrverbote oder geänderte Routenführungen für z.B. Lkws nicht betrachtet werden. Bei abweichenden Relationen ist aufgrund der jeweiligen Streckenführung und den infrastrukturellen Gegebenheiten mit veränderten Kosten zu rechnen, sodass die Berechnungsergebnisse für die dargestellten Relationen lediglich als Exemple genutzt werden können, es jedoch keine direkten Übertragbarkeiten auf weitere Relationen bestehen.

Grössere **Transporteinheiten**, beispielsweise 1500-Tonnen- statt 1000-Tonnen-Züge, haben eine kostensenkende Wirkung – reduzieren jedoch auch Flexibilität und Wartezeiten der Transportmittel und sind meist nur auf längeren Transportrelationen einsetzbar. Genauso erhöhen kleinere Transporteinheiten, beispielsweise auf den Binnengewässern und der Strasse die Flexibilität und Geschwindigkeit der Transporte erheblich.

Die **Amortisations-/Abschreibungsdauer** orientiert sich an der offiziellen Abschreibungsdauer der Wirtschaftsgüter laut Abschreibungstabelle, wurde jedoch an praxisnahe Werte angepasst. Eine verlängerte Amortisationsdauer reduziert die jährlichen Kosten massiv und dient daher als Stellschraube für die Abschätzung. Die Abschreibungs-/Amortisationsaufwendungen wurden aufgrund von Recherchen auf Vergleichsportalen ermittelt und mit Experten aus der Praxis validiert. Auch hier können Rahmenabkommen oder Mengenkäufe zu höheren Rabatten führen. Sonderausstattungen können hingegen die Kosten in die Höhe treiben.

Die für die Berechnungen verwendete **Fahrleistung** der Transportmittel wurde bestmöglich anhand von offiziellen Statistiken abgeschätzt, je nach individuellem Einsatz der Transportmittel kann diese jedoch erheblich abweichen und somit die Kosten beeinflussen.

Auch können kantonsabhängig geringere oder höhere **Steuern** für die Transportmittel anfallen und die Kosten senken oder steigern. Die Emissionsnorm und das Gesamtgewicht der Transportmittel können die kantonalen Steuern ebenfalls verändern und somit Kosten beeinflussen.

Die Gesamtkosten für den Transport auf den vorgegebenen Relationen sind stark abhängig von der **Paarigkeit** der Ladungsströme. Die Berechnungen basieren auf den Beladungsquoten des Auftraggebers, können aber in der Realität sowohl nach Relation als

¹⁷ GoogleMaps (2021)

auch saisonal abweichen und beeinflussen somit die Transportkosten. Im Falle einer Leerfahrt sind die Kosten dieser Fahrt demnach voll der Hinfahrt zuzurechnen.

Die Art der geladenen **Güter** wurde nicht bei der Berechnung betrachtet, kann aufgrund der Gewichts- und Volumenbegrenzung der Transportmittel jedoch zu unterschiedlichen Kosten führen. Da die Transportmengen auf den Relationen durch den Auftraggeber in metrischen Tonnen angegeben worden sind, dienen diese als Grundlage jeglicher Kalkulationen. Für die Berechnung wurde ein spezifisches Gewicht von 1 Tonne je m³ angenommen. In einer realitätsnahen Betrachtung weicht das spezifische Gewicht je nach Transportgut und Spezifität ab, sodass bei einer genaueren Betrachtung der Gewichts- beziehungsweise Volumenbegrenzung relevant ist.

Ein wesentlicher Hebel für die Veränderung der Transportkosten je Transportmittel ist die derzeit und künftig nutzbare **Infrastruktur**. Zwar wurden Nutzungskosten für die Infrastruktur (LSVA, Trassengebühren sowie Binnenschiffahrtsabgaben) nicht einbezogen und sind daher irrelevant für den tkm-Satz, dennoch entscheidet die Zuverlässigkeit, die Verfügbarkeit, der Ausbaustatus und die Qualität der Infrastruktur massgeblich über ein bestimmtes Transportmittel. Künftige Ausbauten oder Erweiterungen können also genauso über die Wahl der Transportmittel entscheiden wie die Zuverlässigkeit oder Wartezeit bei Nutzung der jeweiligen Infrastruktur.

Zusätzlich zu der bisherigen Betrachtung in der vorliegenden Kompakt-Studie wird in Anhang 11 (siehe Appendix) der folgende Ausbau der Infrastruktur betrachtet: Ein Schifffahrtstunnel zwischen Birsfelden und Flumenthal kann die Strecke auf den Relationen Basel-Fulenbach, Basel-Biel und Basel-Orbe enorm reduzieren, auch die benötigten Schleusungen können massgeblich reduziert werden. Durch die veränderte Streckenführung ergeben sich veränderte Gesamtkosten, zu Gunsten des Binnenschiffes. Dieser Exkurs zeigt, dass die bereitgestellte Infrastruktur die Stellung der Transportmittel im Kostenvergleich neu ordnen kann.

Schlussfolgerungen

Die Kosten für den Transport der Güter weichen je nach Transportmittel stark voneinander ab. Der **Lkw** stellt unter Berücksichtigung der angegebenen Limitationen die teuerste Variante im Transportkostenvergleich zwischen Lkw, Güterzug und Binnenschiff dar. Zwar bietet er die wohl grösste Flexibilität und kann zudem eine ausgereifte Infrastruktur nutzen, das nutzbare Transportgewicht/-volumen ist hingegen stark begrenzt und verhindert Mengen-/Volumenvorteile. Die externen Kosten der Lkws sind mit Abstand die höchsten im Transportkostenvergleich und erhöhen den Kostennachteil zusätzlich. Bei der Betrachtung der gesamten Transportkosten auf den ausgewählten Relationen kann im Vergleich zum Güterzug beziehungsweise Binnenschiff kein Kostenvorteil erreicht werden. Die Kosten für die Volkswirtschaft werden im Falle einer Konzentration der Transporte auf den Lkw demnach maximiert. Beim Lkw entstehen somit je nach Relation zwischen 28,2 Rp./tkm und 31,0 Rp./tkm (siehe Anhang 9).

Der **Güterzug** überzeugt aufgrund des zum Lkw vergleichsweise grossen Transportgewichts/-volumens mit geringeren tkm-Kosten. Dieser bleibt jedoch an die vorhandene Infrastruktur gebunden und eignet sich daher nicht immer für den Transport der Güter, eine Hinterlandanbindung ist genauso wie beim Binnenschiff in den meisten Fällen von Nöten. Die externen Kosten sind ebenfalls deutlich geringer als beim Lkw und machen das Transportmittel somit attraktiver. Bei den betrachteten Relationen wird jeweils von einem für den Güterzug befahrbaren Be- und Entladepunkt an der jeweiligen Relation ausgegangen. In der Gesamtkostenbetrachtung auf den ausgewählten Relationen überzeugt der Güterzug unter Berücksichtigung der vorgestellten Limitationen lediglich auf der Relation Basel – Fulenbach und der Relation Basel – Biel und unterbietet somit die Gesamtkosten des Binnenschiffes. Beim Transport per Güterzug entstehen im Gegensatz zum Lkw deutlich geringere Kosten, diese liegen je nach Relation zwischen 12,3 Rp./tkm und 13,5 Rp./tkm (siehe Anhang 9).

Das **Binnenschiff** besitzt im vorliegenden Transportkostenvergleich die geringsten tkm-Kosten. Auch hier senkt das enorme Transportgewicht/-volumen die Kosten auf ein vergleichsweise geringes Niveau. Die durch das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) berechneten externen Kosten sind mit Abstand die niedrigsten im vorliegenden Transportkostenvergleich und erhöhen den Kostenvorteil im Gegensatz zum Lkw und Güterzug zusätzlich. Bei der Betrachtung der Relationen stellt das Binnenschiff unter Beachtung der vorgestellten Limitation in fast allen Fällen das kostengünstigste Transportmittel dar. Die Transportkosten variieren je nach Relation zwischen 7,2 Rp./tkm und 7,7 Rp./tkm (siehe Anhang 9). Die Relation Basel – Fulenbach bzw. die Relation Basel – Biel zeigt jedoch, dass auch bei vergleichsweise geringen Kosten pro tkm die Kosten für einen grossen Umweg im Vergleich zum Schienengüterverkehr nicht kompensiert werden können.

Der Transport der Güter gelingt nur mit einer ausreichenden Infrastruktur, die für den Lkw grösstenteils gegeben ist. Ein Ausbau der Infrastruktur wird jedoch insbesondere bei den schweizerischen Binnenwasserstrassen nötig, denn bisher können die Binnenschiffe (Grosses Rheinschiff Klasse Va) auf dem Rhein flussaufwärts maximal die Schleuse in Augst nahe Basel erreichen. Bei einem möglichen Ausbau der bestehenden Infrastruktur ist jedoch mit Widerständen durch die Bevölkerung, vor allem durch direkte Anlieger, zu rechnen. Auch andere Interessensgruppen wie Eisenbahngesellschaften würden sich gegen solch einen Ausbau wehren. Die Akzeptanz durch die Bevölkerung ist jedoch nicht nur im Binnenschiffverkehrsverkehr ein wichtiger Entscheidungsfaktor für Infrastrukturprojekte, ebenso beim Neu- bzw. Ausbau von Autobahnen und Zugstrecken. Auch Befrachter respektive Ladungseigner müssen das jeweilige Transportmittel akzeptieren und einen Kompromiss zwischen den Transportmitteln wählen. Zu beachten sind neben den abgeschätzten tkm-Kosten eben auch Performance-Zielgrössen wie Lieferzeiten, Zuverlässigkeit und Flexibilität der Transportmittel. Generell ist zu sagen, dass die reine Betrachtung der entstehenden Kosten nicht ausschliesslich zum Entscheid für oder gegen ein Transportmittel genutzt werden sollte. In der Realität muss meist auch eine Kombination verschiedener Transportmittel aus betriebswirtschaftlicher Sicht betrachtet und auf dessen Sinnhaftigkeit bewertet werden. In jedem Fall lohnt sich eine dedizierte Betrachtung der Kosten auf einer bestimmten Transportrelation unter genauer Betrachtung der örtlichen Gegebenheiten. Dazu gehören neben der Analyse der Transportrelationen auch die zeitliche Abschätzung von Be- und Entladevorgängen und insbesondere die Anbindung des Hubs an das Hinterland.

Aus Basis der vorliegenden Kompakt-Studie inklusive der genannten Limitationen scheint eine Schiffbarmachung des Hochrheins beziehungsweise der Aare zum aktuellen Zeitpunkt (August 2021) sinnvoll. Der Einbezug (möglicher) Nutzungsgebühren sowie veränderte Rahmenbedingungen (siehe Limitationen) könnte jedoch zu einer abweichenden Auffassung führen. Wasserstrassen in der Schweiz können also sehr wohl einen Nutzen für die Schweizer Volkswirtschaft generieren, indem Ressourcen (d.h. Transportkosten) eingespart und Umweltschäden (d.h. externe Kosten) durch den Einsatz von Binnenschiffen reduziert werden.

Appendix

Anhang 1: Kosten pro tkm in CHF

Aufstellung der einflussenden Kosten und Aufwendungen in die tkm-Betrachtung der Kompakt-Studie. Die LSVA für den Strassengüterverkehr sind genauso wie die Trassengebühr für den Schienengüterverkehr nicht inkludiert, um die Vergleichbarkeit entlang aller Transportmittel zu gewährleisten.

Einbezug?	Name	LKW	Zug	Schiff
Ja	Amortisation	0.010 CHF	0.010 CHF	0.003 CHF
Ja	Service und Reparaturen	0.006 CHF	0.008 CHF	0.004 CHF
Ja	Versicherung (Haftpflicht/Kasko)	0.006 CHF	0.001 CHF	0.001 CHF
Ja	Personal	0.053 CHF	0.002 CHF	0.003 CHF
Ja	Energie (Kraftstoff bzw. Strom)	0.026 CHF	0.003 CHF	0.006 CHF
Ja	Harnstoffe (AdBlue)	0.001 CHF	- CHF	- CHF
Ja	Reifenkosten	0.014 CHF	- CHF	- CHF
Nein	LSVA	- CHF	- CHF	- CHF
Ja	Verkehrsabgabe	0.002 CHF	- CHF	- CHF
Ja	Zugbildung, Umstellung, Vorhaltung, Zugförderung (Personal)	- CHF	0.002 CHF	- CHF
Nein	Trassengebühr	- CHF	- CHF	- CHF
Nein	Schleusengebühr (auf Rhein und Zuflüssen sind staatsrechtlich keine Gebühren zulässig)	- CHF	- CHF	- CHF
		0.117 CHF	0.026 CHF	0.017 CHF

Anhang 2: Kostenaufstellung: Kosten pro tkm und streckenabhängige Kosten (ohne Einbezug der externen Kosten)

Gegenüberstellung der generalisierten Kosten pro Tonnenkilometer (links) und den entstehenden, streckenabhängigen Kosten (rechts), die fahrroustenspezifisch beim Transport auf Strasse, Schiene beziehungsweise Wasser entstehen.

Summiert und unter Hinzunahme der durch den Auftraggeber vorgegebenen Streckendaten lassen sich so die spezifischen Kosten für die jeweilige Transportrelationen kalkulieren.

Die externen Kosten sind in den Kosten pro Tonnenkilometerbetrachtung (links) nicht inkludiert.

Kosten								
Kosten pro Tonnenkilometer					Streckenabhängige Kosten			
LKW			0.117 CHF	CHF/tkm	Schleusengebühr		0.00	CHF/Schleusung
Zug			0.026 CHF	CHF/tkm	Schleusenzzeit		62.96	CHF/Schleusung
Binnenschiff			0.017 CHF	CHF/tkm	Wartezeit		62.96	CHF/Schleusung
					Evtl. Stau/Wartezeit LKW		0.43	CHF/min
					Evtl. Stau/Wartezeit Zug		2.89	CHF/min
					Evtl. Stau/Wartezeit Schiff		1.75	CHF/min

Anhang 3: Kostenaufstellung: Kosten pro tkm und streckenabhängige Kosten (mit Einbezug der externen Kosten)

Gegenüberstellung der generalisierten Kosten pro Tonnenkilometer (links) und den entstehenden, streckenabhängigen Kosten (rechts), die fahrroustenspezifisch beim Transport auf Strasse, Schiene beziehungsweise Wasser entstehen.

Summiert und unter Hinzunahme der durch den Auftraggeber vorgegebenen Streckendaten lassen sich so die spezifischen Kosten für die jeweilige Transportrelation kalkulieren.

Die externen Kosten sind in den Kosten pro Tonnenkilometerbetrachtung (links) bereits inkludiert.

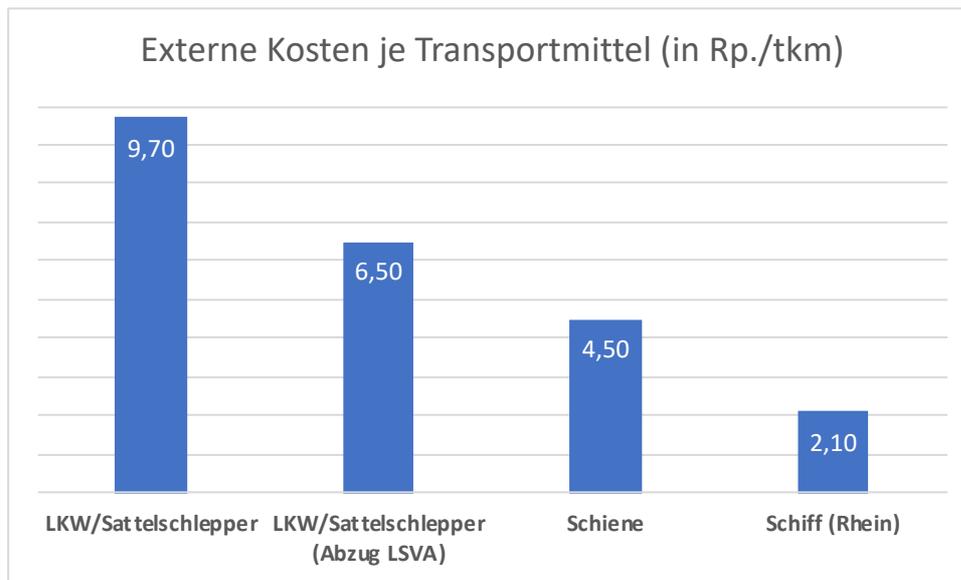
Kosten								
Kosten pro Tonnenkilometer				Streckenabhängige Kosten				
LKW			0.182 CHF	CHF/tkm	Schleusengebühr		0.00	CHF/Schleusung
Zug			0.071 CHF	CHF/tkm	Schleusenzzeit		62.96	CHF/Schleusung
Binnenschiff			0.038 CHF	CHF/tkm	Wartezeit		62.96	CHF/Schleusung
					Evtl. Stau/Wartezeit LKW		0.43	CHF/min
					Evtl. Stau/Wartezeit Zug		2.89	CHF/min
					Evtl. Stau/Wartezeit Schiff		1.75	CHF/min

Anhang 4: Externe Kosten je Transportmittel (in Rp./tkm)

Die Grafik zeigt die Höhe der entstehenden externen Kosten der jeweiligen Transportmittel in der Einheit Rp./tkm.

Lkw respektive Sattelschlepper haben mit 6,50 Rp./tkm bzw. 9,7 Rp./tkm die höchsten externen Kosten. Unterschieden wird hier, ob die LSVA (Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) bereits abgezogen ist oder nicht, denn Sie kompensiert einen Teil der externen Kosten.

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) gibt die Kosten für den Schienengüterverkehr mit 4,5 Rp./tkm und die des Binnenschiffverkehrs auf dem Rhein mit 2,1 Rp./tkm an. Das Binnenschiff verursacht laut dieser Quelle somit die geringsten externen Kosten im Verkehrsmittelvergleich.



Anhang 5: Berechnung 1 – Abschreibungsdauer Binnenschiff 15 Jahre, ohne externe Kosten

Die Tabelle zeigt sowohl die Gesamtkosten der Transporte auf den durch den Auftraggeber vorgegebenen Transportrelationen als auch die jeweiligen tkm-Kosten je Transportmittel. Die Umwegfaktoren sind farblich gekennzeichnet und stellen das Verhältnis zwischen dem Transport auf der Schiene und den Binnengewässern im Verhältnis zum Transport auf der Strasse dar.

In der Tabelle wurden mit einer Abschreibungs-/Amortisationsdauer von 15 Jahren kalkuliert. Die externen Kosten (vgl. Anhang 4) sind nicht in die Berechnung einbezogen.

Berechnung		1							
Abschreibung Seeschiff	15 Jahre								
Externe Kosten	nein								
Kosten pro Tonnenkilometer									
LKW		0.117 CHF	CHF/tkm						
Zug		0.026 CHF	CHF/tkm						
Binnenschiff		0.019 CHF	CHF/tkm						
		Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
		(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/Juraseen/Orbe)
<i>abweichende Menge da Ladung auf Rückweg</i>									
Gesamtkosten LKW		11'932'256 CHF	31'591'894 CHF	23'523'330 CHF	67'067'606 CHF	7'954'837 CHF	10'702'899 CHF	18'605'904 CHF	22'590'032 CHF
Gesamtkosten Zug		2'955'180 CHF	7'853'635 CHF	5'018'602 CHF	17'349'114 CHF	2'047'985 CHF	2'916'247 CHF	4'746'074 CHF	5'422'134 CHF
Gesamtkosten Schiff		2'525'156 CHF	7'300'992 CHF	4'280'370 CHF	14'402'774 CHF	2'449'322 CHF	5'248'668 CHF	7'096'976 CHF	6'565'854 CHF
tkm LKW	für jeweilige Strecke	0.208 CHF	0.199 CHF	0.190 CHF	0.185 CHF	0.208 CHF	0.213 CHF	0.195 CHF	0.185 CHF
tkm Zug	für jeweilige Strecke	0.060 CHF	0.055 CHF	0.052 CHF	0.048 CHF	0.059 CHF	0.060 CHF	0.052 CHF	0.048 CHF
tkm Schiff inkl. Schleuser	für jeweilige Strecke	0.047 CHF	0.045 CHF	0.045 CHF	0.042 CHF	0.046 CHF	0.047 CHF	0.045 CHF	0.042 CHF
	Umwegfaktor Schiff / Strasse	1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	2.46	1.84	1.42
	Umwegfaktor Schiff / Schiene	1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	2.28	1.73	1.37

Anhang 6: Berechnung 2 – Abschreibungsdauer Binnenschiff 25 Jahre, ohne externe Kosten

Die Tabelle zeigt sowohl die Gesamtkosten der Transporte auf den durch den Auftraggeber vorgegebenen Transportrelationen als auch die jeweiligen tkm-Kosten je Transportmittel. Die Umwegfaktoren sind farblich gekennzeichnet und stellen das Verhältnis zwischen dem Transport auf der Schiene und den Binnengewässern im Verhältnis zum Transport auf der Strasse dar.

In der Tabelle wurden mit einer Abschreibungs-/Amortisationsdauer von 25 Jahren kalkuliert. Die externen Kosten (vgl. Anhang 4) sind nicht in die Berechnung einbezogen.

Berechnung										
Abschreibung Seeschiff	25 Jahre									
Externe Kosten	nein									
Kosten pro Tonnenkilometer										
LKW	0.117 CHF	CHF/tkm								
Zug	0.026 CHF	CHF/tkm								
Binnenschiff	0.017 CHF	CHF/tkm								
			Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
			(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/Juraseen/Orbe)
<i>abweichende Menge da Ladung auf Rückweg</i>										
Gesamtkosten LKW			11'932'256 CHF	31'591'894 CHF	23'523'330 CHF	67'067'606 CHF	7'954'837 CHF	10'702'899 CHF	18'605'904 CHF	22'590'032 CHF
Gesamtkosten Zug			2'955'180 CHF	7'853'635 CHF	5'018'602 CHF	17'349'114 CHF	2'047'985 CHF	2'916'247 CHF	4'746'074 CHF	5'422'134 CHF
Gesamtkosten Schiff			2'226'607 CHF	6'448'704 CHF	3'778'520 CHF	12'748'287 CHF	2'160'339 CHF	4'625'927 CHF	6'266'055 CHF	5'810'039 CHF
tkm LKW	für jeweilige Strecke		0.208 CHF	0.199 CHF	0.190 CHF	0.185 CHF	0.208 CHF	0.213 CHF	0.195 CHF	0.185 CHF
tkm Zug	für jeweilige Strecke		0.060 CHF	0.055 CHF	0.052 CHF	0.048 CHF	0.059 CHF	0.060 CHF	0.052 CHF	0.048 CHF
tkm Schiff inkl. Schleuser	für jeweilige Strecke		0.041 CHF	0.039 CHF	0.040 CHF	0.037 CHF	0.041 CHF	0.042 CHF	0.040 CHF	0.038 CHF
	Umwegfaktor Schiff / Strasse		1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	2.46	1.84	1.42
	Umwegfaktor Schiff / Schiene		1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	2.28	1.73	1.37

Anhang 8: Berechnung 4 – Abschreibungsdauer Binnenschiff 15 Jahre, mit externen Kosten

Die Tabelle zeigt sowohl die Gesamtkosten der Transporte auf den durch den Auftraggeber vorgegebenen Transportrelationen als auch die jeweiligen tkm-Kosten je Transportmittel. Die Umwegfaktoren sind farblich gekennzeichnet und stellen das Verhältnis zwischen dem Transport auf der Schiene und den Binnengewässern im Verhältnis zum Transport auf der Strasse dar.

In der Tabelle wurden mit einer Abschreibungs-/Amortisationsdauer von 15 Jahren kalkuliert. Die externen Kosten (vgl. Anhang 4) sind in die Berechnung einbezogen.

Berechnung									
Abschreibung Seeschiff	15 Jahre								
Externe Kosten	Ja								
Kosten pro Tonnenkilometer									
LKW	0.182 CHF CHF/tkm								
Zug	0.071 CHF CHF/tkm								
Binnenschiff	0.040 CHF CHF/tkm								
		Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
		(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/Juraseen/Orbe)
<i>abweichende Menge da Ladung auf Rückweg</i>									
Gesamtkosten LKW		17'489'756 CHF	46'996'894 CHF	35'515'830 CHF	102'167'606 CHF	11'659'837 CHF	15'577'899 CHF	27'868'404 CHF	34'420'032 CHF
Gesamtkosten Zug		6'670'082 CHF	18'656'018 CHF	12'313'320 CHF	44'625'132 CHF	4'659'674 CHF	6'563'606 CHF	11'567'987 CHF	13'887'610 CHF
Gesamtkosten Schiff		4'415'156 CHF	13'033'992 CHF	7'987'870 CHF	26'372'774 CHF	4'297'322 CHF	9'123'168 CHF	12'609'476 CHF	11'983'854 CHF
tkm LKW	für jeweilige Strecke	0.305 CHF	0.296 CHF	0.287 CHF	0.282 CHF	0.305 CHF	0.310 CHF	0.292 CHF	0.282 CHF
tkm Zug	für jeweilige Strecke	0.135 CHF	0.130 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF	0.134 CHF	0.135 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF
tkm Schiff inkl. Schleuser	für jeweilige Strecke	0.082 CHF	0.080 CHF	0.080 CHF	0.077 CHF	0.081 CHF	0.082 CHF	0.080 CHF	0.077 CHF
	Umwegfaktor Schiff / Strasse	1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	2.46	1.84	1.42
	Umwegfaktor Schiff / Schiene	1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	2.28	1.73	1.37

Anhang 10: Berechnung 6 – Abschreibungsdauer Binnenschiff 30 Jahre, mit externen Kosten

Die Tabelle zeigt sowohl die Gesamtkosten der Transporte auf den durch den Auftraggeber vorgegebenen Transportrelationen als auch die jeweiligen tkm-Kosten je Transportmittel. Die Umwegfaktoren sind farblich gekennzeichnet und stellen das Verhältnis zwischen dem Transport auf der Schiene und den Binnengewässern im Verhältnis zum Transport auf der Strasse dar.

In der Tabelle wurden mit einer Abschreibungs-/Amortisationsdauer von 30 Jahren kalkuliert. Die externen Kosten (vgl. Anhang 4) sind in die Berechnung einbezogen.

Berechnung									
Abschreibung Seeschiff	30 Jahre								
Externe Kosten	Ja								
Kosten pro Tonnenkilometer									
LKW	0.182 CHF CHF/tkm								
Zug	0.071 CHF CHF/tkm								
Binnenschiff	0.038 CHF CHF/tkm								
		Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
		(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Aare/Juraseen/Orbe)
<i>abweichende Menge da Ladung auf Rückweg</i>									
Gesamtkosten LKW		17'489'756 CHF	46'996'894 CHF	35'515'830 CHF	102'167'606 CHF	11'659'837 CHF	15'577'899 CHF	27'868'404 CHF	34'420'032 CHF
Gesamtkosten Zug		6'670'082 CHF	18'656'018 CHF	12'313'320 CHF	44'625'132 CHF	4'659'674 CHF	6'563'606 CHF	11'567'987 CHF	13'887'610 CHF
Gesamtkosten Schiff		4'041'970 CHF	11'968'632 CHF	6'960'557 CHF	24'304'665 CHF	3'936'093 CHF	8'344'742 CHF	11'570'824 CHF	11'039'085 CHF
tkm LKW	für jeweilige Strecke	0.305 CHF	0.296 CHF	0.287 CHF	0.282 CHF	0.305 CHF	0.310 CHF	0.292 CHF	0.282 CHF
tkm Zug	für jeweilige Strecke	0.135 CHF	0.130 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF	0.134 CHF	0.135 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF
tkm Schiff inkl. Schleuser	für jeweilige Strecke	0.075 CHF	0.073 CHF	0.074 CHF	0.071 CHF	0.075 CHF	0.075 CHF	0.073 CHF	0.071 CHF
	Umwegfaktor Schiff / Strasse	1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	2.46	1.84	1.42
	Umwegfaktor Schiff / Schiene	1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	2.28	1.73	1.37

Anhang 11: Exkurs: Infrastrukturelle Massnahme „Tunnel Birsfelden-Flumenthal“. Berechnung – Abschreibungsdauer Binnenschiff 25 Jahre, mit externen Kosten

Die folgende Tabelle bezeigt die Betrachtung der Relationen unter Berücksichtigung einen Schifffahrtstunnels (hypothetisch) zwischen Birsfelden und Flumenthal. Aufgrund der veränderten Routenführung ergeben sich im Gegensatz zu den übrigen Darstellungen dieser Kompaktstudie veränderte Entfernungen auf den Relationen Basel-Fulenbach/Biel/Orbe. Auch die Anzahl der Schleusen würde sich durch diese infrastrukturelle Massnahme verändern. Durch einen Tunnel können auf den genannten Relationen die Anzahl der Schleusen und die Streckenkilometer und somit die Kosten reduziert werden.

Von Basel nach...	Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Tunnel/Aare)	(Rhein/Tunnel/Aare)	(Rhein/Tunnel/Aare/Jurassen/Orbe)
Aufkommen in 1'000 to	750	1500	750	1500	500	750	750	500
Anzahl Schleusen	7	9	11	15	10	13	15	18
Entfernung Schiff (km)	60	91	105	190	88	70	83	166
Entfernung Bahn	55	80	108	202	58	54	101	188
Entfernung LKW (km)	57	79	123	180	57	50	95	182
Umfwegfaktor Schiff / Strasse	1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	1.40	0.87	0.91
Umfwegfaktor Schiff / Schiene	1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	1.30	0.82	0.88

Die folgende Berechnung zeigt analog zu Anhang 9 die Kostenberechnung unter Berücksichtigung des genannten Schifffahrt-Tunnels von Birsfelden bis Flumenthal. Die Tabelle zeigt sowohl die Gesamtkosten der Transporte auf den durch den Auftraggeber vorgegebenen Transportrelationen als auch die jeweiligen tkm-Kosten je Transportmittel. In der Tabelle wurden mit einer Abschreibungs-/Amortisationsdauer von 25 Jahren kalkuliert. Die externen Kosten (vgl. Anhang 4) sind in die Berechnung einbezogen.

Die Gesamtkosten für den Transport per Binnenschiff stellen durch die infrastrukturelle Massnahme nun auf allen Relationen die geringsten im vorliegenden Transportkostenvergleich dar. Die tkm-Kosten auf der jeweiligen Strecke zeichnen jedoch ein anderes Bild, da die Gesamtkosten aufgrund der infrastrukturellen Streckenverkürzung auf eine geringere Gesamtstrecke fraktioniert werden können.

Berechnung		5 (Tunnel Birsfelden/Flumenthal)							
Abschreibung Seeschiff	25 Jahre								
Externe Kosten	Ja								
Kosten pro Tonnenkilometer									
LKW	0.182 CHF CHF/tkm								
Zug	0.071 CHF CHF/tkm								
Binnenschiff	0.038 CHF CHF/tkm								
		Full	Weiach	Ellikon	Rorschach	Brugg	Fulenbach	Biel	Orbe
		(Rhein)	(Rhein)	(Rhein)	(Rhein/Bodensee)	(Rhein/Aare)	(Rhein/Tunnel/Aare)	(Rhein/Tunnel/Aare)	(Rhein/Tunnel/Aare/Jurassen/Orbe)
<i>abweichende Menge da Ladung auf Rückweg</i>									
Gesamtkosten LKW		17'489'756 CHF	46'996'894 CHF	35'515'830 CHF	102'167'606 CHF	11'659'837 CHF	15'577'899 CHF	27'868'404 CHF	34'420'032 CHF
Gesamtkosten Zug		6'670'082 CHF	18'656'018 CHF	12'313'320 CHF	44'625'132 CHF	4'659'674 CHF	6'563'606 CHF	11'567'987 CHF	13'887'610 CHF
Gesamtkosten Schiff		4'116'607 CHF	12'181'704 CHF	7'086'020 CHF	24'718'287 CHF	4'008'339 CHF	5'259'141 CHF	6'196'716 CHF	7'506'813 CHF
tkm LKW	für jeweilige Strecke	0.305 CHF	0.296 CHF	0.287 CHF	0.282 CHF	0.305 CHF	0.310 CHF	0.292 CHF	0.282 CHF
tkm Zug	für jeweilige Strecke	0.135 CHF	0.130 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF	0.134 CHF	0.135 CHF	0.127 CHF	0.123 CHF
tkm Schiff inkl. Schleusen	für jeweilige Strecke	0.076 CHF	0.074 CHF	0.075 CHF	0.072 CHF	0.076 CHF	0.083 CHF	0.083 CHF	0.075 CHF
	Umfwegfaktor Schiff / Strasse	1.05	1.15	0.85	1.06	1.54	2.46	1.84	1.42
	Umfwegfaktor Schiff / Schiene	1.09	1.14	0.97	0.94	1.52	2.28	1.73	1.37

Anhang 12: Grundlegende Inputs zur Berechnung

Die folgenden Tabellen bilden Ausschnitte der für die Kostenabschätzung benötigten Daten. Die gelb gekennzeichneten Werte bilden jeweils die Grundlage für weitere Berechnungen.

Die Literatur- und Quellenangaben sind im folgenden Abschnitt zu finden.

	Abgabekategorie 1	Abgabekategorie 2	Abgabekategorie 3
Emissionsnorm	EURO 0, 1, 2, 3	EURO 4,5	EURO 6
Satz pro t und km	0,0310 CHF	0,0269 CHF	0,0228 CHF
Einheit	Rp./tkm	Rp./tkm	Rp./tkm

Tabelle 1: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe

Zürich			
<u>Gesamtgewicht</u>	<u>Betrag in CHF</u>	<u>EUR 6 Zuschlag</u>	<u>Gesamt</u>
39'001–39'500 kg	2.739,00 CHF	300,00 CHF	3.039,00 CHF

Tabelle 2: Motorfahrzeugsteuer/Verkehrsabgabe im Kanton Zürich

Durchschnittlicher Dieselpreis (April 2018-April 2021)			
Diesel		AdBlue	
Liter Diesel pro 100 km	31	Liter AdBlue pro 100 km	3
Diesel pro 100 km	0,31	AdBlue pro km	0,03
CHF pro Liter Diesel	1,67	CHF pro Liter AdBlue	0,60 CHF
Kosten pro km	0,52 CHF	Kosten pro km	0,02 CHF

Tabelle 3: Durchschnittlicher Dieselpreis aus Mittelwert der Kraftstoffpreise zwischen April 2018 und April 2021

CHF pro Liter Schiffsdiesel		0,70 CHF
Durchschnittsgeschwindigkeit	Verbrauch pro km	Kosten pro km
11,0	6,0	
11,0	4,5	
11,0	15,0	
11,0	20,2	
10,0	14,0	
	16,4	11,48 CHF

Tabelle 4: Kosten für den benötigten Schiffsdiesel/Bunker auf Binnenschiffen. Aufgrund der Zollbefreiung ergibt sich ein vergünstigter Tarif (im Vergleich zu Tabelle 3)

Bahnstrom	2019	1734	Gigawattstunden
SBB Personenverkehr	2019	151	Mio. Zkm
SBB Cargo AG (Schweiz) und SBB Cargo International AG	2019	35,3	Mio. Zkm
Gesamte Zugkilometer (SBB)	2019	186,3	Mio. Zkm
Gesamte Zugkilometer	2019	186300000	km
Bahnstrom	2019	1734	Gigawattstunden
Bahnstrom in kWh (SBB)	2019	1734000000,0	kWh
kWh pro Zugkilometer		9,31	kWh
Strompreis Durchschnitt 2012-2021	2012-2021	0,2023	CHF/kWh
Strompreis pro km		1,88	CHF pro km

Tabelle 5: Abschätzung der Kosten für den benötigten "Bahnstrom" basierend auf offiziellen Daten der SBB/SBB Cargo

SCHIFF				
			Art	Anzahl
Güterschiff			Schiffsführer	1
Für Güterschiff über 1000 Tonnen			Matrosen/Auszubildener	2
1x	Auszubildender	1.500,00 CHF	18.000,00 CHF	
1x	Matrose	4.000,00 CHF	48.000,00 CHF	
1x	Schiffsführer	6.500,00 CHF	78.000,00 CHF	
		12.000,00 CHF	144.000,00 CHF	

Tabelle 6: Abschätzung der Kosten für den Schiffsbetrieb (1-Mann-Besetzung auf Binnenschiffen)

LKW			
	pro Jahr (12)	pro Monat (12)	pro Jahr (13)
Durchschnitt	61.925 CHF	5.160 CHF	67.085 CHF
Durchschnitt	79.200 CHF	6.600 CHF	85.800 CHF
			76.443 CHF

Tabelle 7: Kosten für Fahrerlöhne/Chaffeur-Saläre auf Grundlage realwirtschaftlicher Anstellungsbedingungen

Bahn			
	pro Jahr (12)	pro Monat (12)	pro Jahr (13)
Durchschnitt	76.189 CHF	6.349 CHF	82.538 CHF
Durchschnitt	102.573 CHF	8.548 CHF	111.121 CHF
Durchschnitt	84.000 CHF	7.000 CHF	91.000 CHF
			94.886 CHF

Tabelle 8: Kosten für Lokomotivführer (1-Mann-Betrieb) auf Grundlage realwirtschaftlicher Anstellungsbedingungen

Motorfahrzeug Haftpflichtversicherung	4.500 CHF
Kasko-Versicherungsprämie	4.000 CHF
GESAMT	8.500 CHF

Tabelle 9: Abschätzung der Kosten für Lkw-Versicherung (Haftpflicht- und Kaskoversicherung)

Die übrigen Kostenpunkte wurden überwiegend durch hinzugezogene Experten abgeschätzt und sind deshalb nicht genauer aufgeführt, können jedoch auf Anfrage genauer erläutert werden.

Literatur- und Quellenangaben:

Gütestandard A:

- Bundesamt für Raumentwicklung (2018). Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz
- Bundesministerium für Finanzen (2021). AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Hochsee-, Küsten- und Binnenschifffahrt"
- Bundesministerium für Finanzen (2021). AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Hafenbetriebe"
- Bundesministerium für Finanzen (2021). AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (AfA-Tabelle "AV")
- Bundesamt für Statistik (Schweiz) (2021). Durchschnittlicher Preis für einen Liter Diesel in der Schweiz von April 2018 bis April 2021 (in CHF)
- Bundestag der Bundesrepublik Deutschland (2006). Übersicht über die Besteuerung von Verkehrsmitteln in Deutschland
- Eidgenössischen Elektrizitätskommission ElCom (2021). Durchschnittlicher Strompreis in der Schweiz in den Jahren 2012 bis 2021 (in Rappen pro Kilowattstunde)
- Eidgenössisches Finanzdepartement (EFD) (2021). Verordnung des EFD über die Steuerbegünstigungen bei der Mineralölsteuer
- Eidgenössische Zollverwaltung (2021). Schwerverkehrsabgaben LSVA und PSVA
- Eidgenössische Zollverwaltung (2021). Vignette (Autobahngebühren)
- Eidgenössische Zollverwaltung (2021). LSVA - Allgemeines / Tarife
- Eidgenössische Zollverwaltung (2021). Mineralölsteuer
- Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (2021). Verkehrsverlagerung
- Eidgenössische Zollverwaltung EZV Abteilung Verkehrsabgaben (2021). Schwerverkehrsabgabe: Allgemeines, Abgabepflicht (inkl. Befreiungen) und Tarif
- Kanton Zürich (2021). Verkehrsabgabe für Lastwagen
- KMU Portal für kleine und mittlere Unternehmen (2021). Steuerabschreibungen für Selbstständige
- Schweizerischer Bundesrat (2009). Bericht über die Schifffahrtspolitik der Schweiz
- Schweizer Eidgenossenschaft (2020): Verordnung über die Schifffahrt auf schweizerischen Gewässern
- Statista/KraftfahrBundesamt Deutschland (2021). Durchschnittsalter von Lkw in Deutschland bis 2021
- Statista/KraftfahrBundesamt Deutschland (2021). Anzahl der Sattelzugmaschinen in Deutschland von 2011 bis 2021

-
- Statista/KraftfahrBundesamt Deutschland (2021). Fahrleistung der Sattelzugmaschinen in Deutschland bis 2019
 - Zentralkommission für Rheinschiffahrt (2004). Revidierte Rheinschiffahrtsakte

Gütestandard B:

- ASTAG Schweizerischer Nutzfahrzeugverband (2021). Persönliche Auskunft zu den Preisentwicklungen auf dem Nutzfahrzeugmarkt, Versicherungsprämien sowie Service und Wartungskosten von Lastkraftwagen in der Schweiz sowie Validierung der Berechnungsergebnisse
- KIBAG Management AG (2021). Schiffsbetrieb Technische Daten Ledischiffe
- Planco (2014). Potenzial von Rhein und Aare als Wasserstraße zwischen Basel und Hohentengen/Weiach bzw. zwischen Basel und Orbe VD
- SBB AG (2018). So macht sich die SBB im internationalen Vergleich
- SBB AG (2021). Trassenpreise.
- SBB AG (2021) Zahlen und Fakten Rollmaterial
- Verband für Schiffbau und Meerestechnik e. V. (VSM) (2021). Zahlen und Fakten
- Zentralkommission für die Rheinschiffahrt (ZKR) (2021). Persönliche Auskunft zu den Preisentwicklungen, Bunkerpreisen und Versicherungsprämien

Gütestandard C:

- ASN International (2021): Persönliche Auskunft zu Bepreisung von Bunkern/Schiffstreibstoffen
- CH Talent (2021). Lohn für Fahrer in der Schweiz 2021
- Glassdoor, Inc. (2021) SBB-Cargo-Lokführer
- Helmut Stalder (2019). Wer bei den SBB einsteigt, erhält 10 000 Franken mehr
- Holger Wittich (2013). Jährliche Fahrleistung in Deutschland
- Jan Peter Naumann (2019). Deutsche Verkehrszeitung (2020): Förderanteil für Binnenschiffe soll steigen
- Kissling Logistik (2021). Fahrzeug-Selbstkostenrechnung
- Lohnanalyse (2021). Lokführerin
- Lohncheck (2021). Chaffeur
- Marco Völklein (2019). Mit 1000 Tonnen durch die Nacht
- Neuer Züricher Zeitung (2002). Schweizer Fahrzeuge fahren pro Jahr 55 Milliarden Kilometer
- Proplanta (2021). Spezifisches Gewicht
- Schiff und Technik (2021). Lexikon

-
- Swissinfo (2019). Güterzüge können seit kurzen automatisch zusammengestellt werden
 - Verkehrsrundschau (2008). Kostenrechnung – Gut gerechnet
 - Wolfgang Henze (2015). Unterschätzt: Deutsche Binnenschifffahrt befördert 230 Millionen Tonnen Güter

Schweizerische Binnenschifffahrt als eine Alternative für den Güterverkehr?

Ein Kostenvergleich zwischen dem Transport auf der Strasse, der Schiene und dem Wasser

Arbon, August 2021

Autoren

Leon Zacharias, Wolfgang Stölzle

Logistics Advisory Experts GmbH
Rosengartenstrasse 1
9320 Arbon
Schweiz

Kontakt

Leon Zacharias
Projektmanager
Logistics Advisory Experts GmbH
Leon.zacharias@logistics-advisory-experts.ch

Prof. Dr. Wolfgang Stölzle
Geschäftsführer
Logistics Advisory Experts GmbH
wolfgang.stoelzle@logistics-advisory-experts.ch

Disclaimer

Allgemeine rechtliche Hinweise

Jede Verwendung unserer online verfügbaren Dokumente unterliegt dem Urheberrecht. Wir übernehmen keine Haftung für die Aktualität und Richtigkeit der bereitgestellten Informationen.

Einverständniserklärung

Bitte lesen Sie die folgenden Erklärungen sorgfältig durch. Mit dem Zugriff auf die Website der Logistics Advisory Experts GmbH (LAE) erklären Sie, dass Sie die folgenden rechtlichen Hinweise verstanden haben und akzeptieren. Sofern Teile dieses Textes der geltenden Rechtslage nicht oder nicht mehr entsprechen, bleiben die übrigen Teile des Dokumentes in ihrem Inhalt und ihrer Gültigkeit davon unberührt.

Urheberrecht

Alle Online-Dokumente und Webseiten sowie ihre Teile sind urheberrechtlich geschützt und dürfen nur zum privaten, wissenschaftlichen und nichtgewerblichen Gebrauch kopiert und ausgedruckt werden. Ohne vorherige schriftliche Zustimmung von LAE dürfen die Dokumente und Webseiten sowie ihre Teile weder vervielfältigt noch auf anderen Servern gespeichert, in Newsgroups oder Online-Dienste eingespeist oder auf einer CD-ROM oder einem anderen Datenträger gespeichert werden. Dies gilt insbesondere für das LAE-Logo. Eine Zwischenspeicherung in einem Cache oder auf einem Proxy-Server zur Optimierung der Zugriffsgeschwindigkeit ist zulässig. Das Zitieren von Dokumenten und Webseiten unter korrekter Angabe der Quelle sowie das Setzen von Links auf unsere Website ist ausdrücklich erlaubt.

Haftungsausschluss

LAE übernimmt keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit und Qualität der bereitgestellten Informationen. LAE behält sich ausdrücklich das Recht vor, die Informationen jederzeit und ohne vorherige Ankündigung zu ändern. Haftungsansprüche gegen LAE wegen Schäden materieller oder immaterieller Art, welche aus dem Zugriff oder der Nutzung bzw. Nichtnutzung der veröffentlichten Informationen, durch Missbrauch der Verbindung oder durch technische Störungen entstanden sind, werden, soweit gesetzlich zulässig, ausgeschlossen. LAE hat fremde, d.h. nicht auf ihren Servern oder in ihrem Einflussbereich liegende Websites, die mit dieser Website über Verknüpfungen (Hyperlinks) allenfalls verbunden sind, nicht überprüft und übernimmt für deren Inhalte, Produkte, Dienstleistungen oder sonstige Angebote keine Verantwortung.