Gütertransportverlagerung vom Strassen- auf das Wasserstrassennetz

BMT14a

Berufsfachschule Langenthal

09. Februar 2018

Betreuende Fachlehrkräfte:	*Claude Cartier* *Matthias Düggeli*
Betreuender Dozent:	*Prof. Dr. Stefan Grösser*
Projektteam:	*Robin Jenzer* *Jan Scheidegger* *Marc Blum*
Fächer:	*Mathematik und Französisch*

Robin Jenzer
Jan Scheidegger
Marc Blum

1. Vorwort 4

2. Einleitung 4

2.1. Problemstellung 4

2.2. Voraussetzung 5

2.3. Unsere Arbeit 5

3. L'autoroute hydraulique d'Yverdon à Morges 6

3.1. Le plan 6

3.2. La construction 6

3.3. L'utilisation 7

3.4. Le déclin des canals 7

3.5. Terminer le projet 7

3.6. Les pistes 8

4. Analyse Güterverkehr 8

4.1. Schwere Strassengüterfahrzeuge 8

4.1.1. Transportleistung schwerer Güterstrassenverkehr und Schiene 8

4.1.2. Schwere Strassengüterfahrzeuge 11

4.1.3. Verkehrsaufkommen auf den Nationalstrassen 11

4.1.4. Durch den schweren Güterverkehr belastete Querschnitte 12

4.1.5. Staustunden auf den Nationalstrassen 12

4.2. Binnenschiff 13

4.2.1. Bedeutung Schifffahrt Schweiz 13

4.2.2. Güterschifffahrt 13

4.2.3. Schiffbarmachung Hochrhein 13

5. Güterverlagerung vom Strassen- auf das Wasserstrassennetz 16

5.1. Für eine Verlagerung geeignete Güter und Kantone 17

5.2. Errechnung der eingesparten schweren Strassengüterfahrzeuge 19

5.3. Errechnung der dafür benötigten Güterschiffe 19

5.4. Auswirkungen der Verlagerung 20

5.4.1. Entlastung belasteter Querschnitte 20

5.4.2. Staustunden 20

5.4.3. Primärenergiebedarf 20
5.4.4. Emissionen 20
5.4.5. Sicherheit 21
5.4.6. Zeitfaktor 21

6. Excel-Tool 21

6.1. Aufbau 22

6.2. Berechnungsbeispiele 22

6.2.1. LSVA Lastwagen 22
6.2.2. Steuern Schiff 23

6.3. Kosteneinsparung durch Auswertung 23

6.4. Nutzen des Excel-Tools für einen Unternehmer 25

7. Schlussfolgerung 31

8. Reflexion 32

9. Eigenständigkeitserklärung 33

10. Quellenverzeichnis 34

11. Abbildungsverzeichnis 36

12. Tabellenverzeichnis 37

13. Anhang 37

Robin Jenzer
Jan Scheidegger
Marc Blum

1. Vorwort

Nach einer intensiven Suche nach einem geeigneten Thema, legten wir uns auf eine Verkehrsanalyse fest. Dabei konnten wir uns noch nicht einigen, wie diese genau aussehen sollte. Verschiedene Lehrpersonen gaben uns Ideen. Kurze Zeit später kontaktierte uns Stefan Grösser, ein Dozent der BFH, und wollte uns gerne treffen. Herr Grösser zeigte uns eine etwas andere Art der Verkehrsanalyse auf. Es handelte sich um eine Gütertransportverlagerung vom schweren Strassengüterfahrzeug aufs Schiff, da dies kosten- und umweltfreundlicher ist. Uns faszinierte dabei, dass das Schiff bis heute keine grosse Rolle im Gütertransport spielt. Zudem fanden wir den Ansatz einer möglichen Kosteneinsparung interessant. Somit war die Entscheidung zu unserem Thema gefallen.

Das IDPA Team bedankt sich ganz herzlich bei Herrn Stefan Grösser und der Berner Fachhochschule für Ihre Zusammenarbeit. Herr Grösser hat uns sehr geholfen, indem er uns viele effiziente Arbeitsweisen aufgezeigt hat. Ausserdem geht unser Dank an unsere Berufsschullehrer, Herrn Claude Cartier und Herrn Mathias Düggeli, die uns immer zur Seite gestanden sind und mit hilfreichen Tipps geholfen haben. Des Weiteren möchten wir Herrn René Leuenberger danken, dass er sich für uns Zeit genommen hat und uns die Schiffbarmachung des Hochrheins zeigte.

2. Einleitung

2.1. Problemstellung

Der Verkehr auf den schweizer Strassen wird immer mehr durch die steigenden Staus beeinträchtigt, mitverantwortlich ist der Gütertransport. Seit 2014 ist eine leichte Senkung des Strassengüterverkehrs zu beobachten (www.bfs.admin.ch), trotzdem sind die Strassen während Pendlerzeiten völlig überlastet. Doch diesen Engpass mit dem Ausbau der Autobahnen zu beseitigen, ist keine langfristige Lösung. Auch der Zuggüterverkehr ist durch die Taktzeiten im Pendlerverkehr immer mehr eingeschränkt. Wir erkennen, eine neue Transportart muss her um die Defizite der Bahn und der Strasse auf längere Zeit auszuloten.

Ein Güterverkehrsweg, der vielen unbekannt ist, könnte die Lösung sein: Die Binnenschifffahrt.

2.2. Voraussetzung

Zurzeit ist der Mehrheit der Bevölkerung nichts über die Wasserstrassen bekannt, dies wollen wir ändern, indem wir uns mit folgender Fragestellung auseinandersetzen: «Bringt die Verlagerung der Güter vom schweren Güterfahrzeug aufs Schiff einen relevanten volkswirtschaftlichen Nutzen?». Es gab bereits diverse Studien und Berichte zu diesem Thema und auch die Politiker wissen Bescheid, doch bisher wurde eine Umsetzung immer zurückgewiesen und die Idee der Wasserstrasse ist nicht bis zur Gesellschaft durchgedrungen. Eine davon ist die «Potenzial von Rhein und Aare als Wasserstraße zwischen Basel und Hohentengen/Weiach bzw. zwischen Basel und Orbe VD» von der Firma «PLANCO Consulting GmbH» im Jahre 2014 oder «Weiterführung der Rheinschifffahrt», eine Projektarbeit der «Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Wirtschaft» mit demselben Erscheinungsjahr.

Unsere Arbeit basiert auf der Annahme, dass der Rhein von Basel bis zur Aaremündung und der Aare entlang bis in den Neuenburger- sowie den Brienzersee, für Güterschiffe der Klasse 5a «grosse Rheinschiff» ausgebaut und befahrbar ist. Das heisst, es sind Schleusen vorhanden, Engpässe ausgebaut, sowie Umlade-Terminals und geschultes Personal vorhanden.

Wir sind überzeugt, dass die Güterumlagerung auf die Wasserstrassen in Zukunft von Bedeutung sein wird.

2.3. Unsere Arbeit

Unser IDPA Team will untersuchen welchen volkswirtschaftlichen Nutzen eine Umlagerung der Transportgüter auf die Wasserstrassen hätte. Zuerst werden wir einen kleinen Abstecher zu einem realisierten Projekt für einen Wasserkanal in der Schweiz im 17. und 18. Jahrhundert machen. Danach werden wir mithilfe der veröffentlichten Jahresberichte des Bundesamtes für Statistik, eine Analyse des Güterverkehrs im Jahr 2016 erarbeiten, aus dieser errechnen wir im nächsten Teil die möglichen Güter, die aufs Schiff umgelagert werden könnten. Weiter berechnet unser IDPA Team wie viele schwere Güterfahrzeuge

eingespart und durch wie viele Schiffe ersetzt werden könnten. Als letztes werden wir ein Excel-Tool ausarbeiten zur Kostenberechnung für schwere Güterfahrzeuge und Schiffe in der Schweiz, damit wir unser Umlagerungsbeispiel mit realen Zahlen belegen können und um weitere positive Aspekte des Schiffes zu erkennen. Wir erwarten einen klaren volkswirtschaftlichen Nutzen bezüglich Kosten, Emissionen, Primärenergiebedarf und Sicherheit des Schiffes im Vergleich zu den schweren Güterfahrzeugen.

3. L'autoroute hydraulique d'Yverdon à Morges

Le transport maritime a toujours été un sujet important. Dans les sections suivantes, un vieux sujet presque oublié sera revisité : Le Canal d'Entreroches.

3.1. Le plan

Dans le canton de Vaud nous trouvons les derniers restes d'un rêve concernant le transport. Le but était de relier la mer du Nord, point important le port de Rotterdam, par un canal avec la mer Méditerranée, afin que ce chemin soit faisable avec bateau.

(Kistler, Hans Peter und Salis, Christian Nr1/2011: 26)

Abbildung 1 Le Canal d'Entreroches

Le noyau de ce projet était la liaison entre les lacs de Neuchâtel et Léman. Les communes d'Yverdon et Morges (dans La région lausannoise) devaient être reliées par le « Canal d'Entreroches ».

(Kistler, Hans Peter und Salis, Christian Nr1/2011: 26)

3.2. La construction

Le Canal d'Entreroches fût construit entre le 17ème et 18ème siècle. Le commencement de la construction fût soutenu par les conséquences de la guerre des 30 ans, pendant laquelle la demande de moyens de transports était importante. La construction commença en janvier 1638 et se développait rapidement. Déjà après 4 ans les premiers bateaux pouvaient circuler sur une première partie du tracé. En 1645 un grand contrecoup : on est arrivé près de la

cluse d'Eclepens. Plusieurs piliers de soutien s'écroulèrent et provoquèrent de grands travaux de déblaiement, ce qui mit à contribution le capital disponible pour la construction.

(Vion, Eric 1990: 218)

Après ces événements inespérés on commença la construction de la dernière étape. De l'autre côté de la cluse le canal devait longer la rivière « La Venoge » en direction de Morges et finalement rejoindre le Lac Léman. Quarante écluses étaient prévues, pour surmonter une pente de 80 mètres. Le projet fût un défi trop important et les moyens financiers étaient épuisés. C'est pourquoi il fût décider en 1648 de ne plus construire le canal jusqu`à Morges comme prévu (ce qui signifie plus jusqu'au Lac Léman).

(Kistler, Hans Peter und Salis, Christian Nr1/2011: 26)

3.3. L'utilisation

Le bout du canal déjà construit était utilisé principalement pour le transport de vin. La partie du vin représentait 85 % des marchandises transportées. En outre des denrées alimentaires, tel que des céréales et du sucre, furent transportées par bateau. Ces marchandises étaient transportées du sud en direction du nord, ce qui était contraire aux prévisions de l'entreprise.

(Vion, Eric 1990: 218)

3.4. Le déclin des canals

Vers la fin du 18ème siècle la construction de routes faisait de grands progrès. On pensait que le trafic routier allait doubler dans peu d'années. Ceci provoquait que les canaux allaient perdre de leur importance. Ainsi le transport par bateau diminuait régulièrement et se faisait de plus en plus par la route.

(Vion, Eric 1990: 219)

3.5. Terminer le projet

Entre 1940 et 1960 on essaya de réactiver le rêve du canal Nord-Sud. Ces efforts ont été anéantis par la deuxième guerre mondiale et ses travaux de déblaiement. La section problématique de la cluse de l'Entreroche aurait dû être solutionnée par la construction d'un

tunnel d'une longueur de 700 mètre. Cependant les pêcheurs, la protection de l'environnement et finalement le Conseil Fédéral de l'époque ont refusé le projet.

(Kistler, Hans Peter und Salis, Christian Nr1/2011: 26)

3.6. Les pistes

Ce projet, qui échoua, nous laisse des images intéressantes. Entre Yverdon et la cluse nous trouvons des sections du canal en bon état et celles-ci valent la peine d'être admirées. Mais le fil du temps laisse ses traces au « Canal d'Entreroche » Ainsi les feuilles mortes, la terre, ainsi que du bois mort et la mousse endommagent les murs de la fosse. De grands dégâts furent provoqués par un orage durant la nuit de sylvestre 2008-2009. Pendant cette nuit, de nombreux arbres détruisirent le canal.

(Kistler, Hans Peter und Salis, Christian Nr1/2011: 26 f)

4. Analyse Güterverkehr

4.1. Schwere Strassengüterfahrzeuge

Als erstes wollen wir eine Verkehrsanalyse erstellen um den Güterverkehr besser zu verstehen. Mit den Fakten und aktuellen Lagen in der Schweiz werden wir die Schwachpunkte und die Möglichkeiten, unsere Theorie zu verifizieren, erkennen können.

In den Punkten 4.1.1. und 4.1.2. beziehen wir uns auf den Jahresbericht «Güterverkehr 2016» des Bundesamtes für Statistik BFS (Güterverkehr 2016, www.bfs.admin.ch). Die restlichen drei Punkte 4.1.3. bis und mit 4.1.5. sind bezogen auf den Jahresbericht «Verkehrsentwicklung und Verfügbarkeit der Nationalstrassen» des Bundesamtes für Strassen ASTRA (Verkehrsfluss Nationalstrassen, www.astra.admin.ch).

4.1.1. Transportleistung schwerer Güterstrassenverkehr und Schiene

In der Schweiz gibt es diverse grosse Logistikunternehmen. Diese wachsen stetig, wie z.B. «Schöni Transport AG», da immer mehr Güter in der Schweiz transportiert werden. Diese Güter werden zu 61% auf der Strasse transportiert und die restlichen 39% fallen auf die Schiene. 56% von ihren 10.92 Milliarden Tonnenkilometern transportiert die Bahn im

Transitverkehr, wobei Lastwagen und schwere Sattelzüge zu 63% im Binnenverkehr agieren, dadurch stehen die beiden Transportwege eher als Ergänzung zueinander und nicht wie gedacht als Konkurrenten. Die Abbildung 2 Verkehrsströme im Güterverkehr, 2015) zeigt diese Ergänzung sehr schön auf.

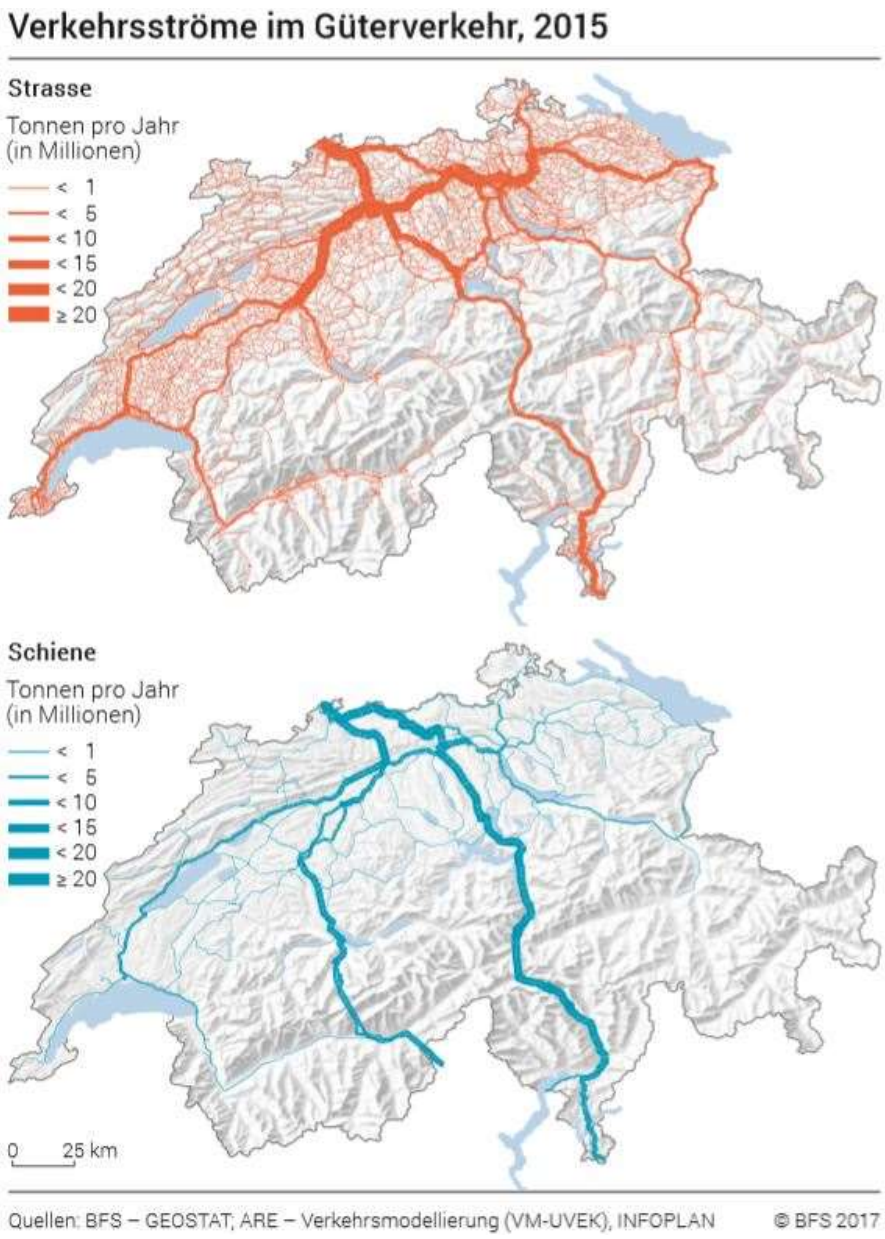


Abbildung 2 Verkehrsströme im Güterverkehr, 2015

Robin Jenzer
Jan Scheidegger
Marc Blum

4.1.2. Schwere Strassengüterfahrzeuge

In der Schweiz waren 2016 knapp 6 Millionen Strassenmotorfahrzeuge immatrikuliert, 75% davon Personenwagen. Rund ein zwölftel waren Güterfahrzeuge, 352 000 Lieferwagen, 41 000 Lastwagen und 11 000 Sattelschlepper. Seit 2010 ist eine Stabilisierung bei der Anzahl der Sattelschlepper, sowie der Lastwagen zu beobachten. Wobei der Bestand der Lieferwagen seit dem Jahr 2000 bis 2016 um 55% stieg. Die Stagnation der schweren Güterfahrzeuge hat damit zu tun, dass in den Jahren 2001 und 2005 die Gewichtslimiten von 28 auf 34 und später auf 40 Tonnen anstieg. Somit blieb die Anzahl der schweren Güterfahrzeuge konstant, trotzdem wurden mehr Güter verschoben, da jedes schwere Güterfahrzeug gut 42% mehr laden durfte.

4.1.3. Verkehrsaufkommen auf den Nationalstrassen

Die Nationalstrassen sind von enormer Bedeutung für den Verkehrsfluss in der gesamten Schweiz. Im Zeitraum 1990 bis 2016 hat sich der Verkehr auf den Nationalstrassen um +119% verändert, im Gegenzug zum übrigen Strassennetz, das im selben Zeitraum vergleichsweise stagnierte (+0.5%). Somit haben die Autobahnen den gesamten Mehrverkehr seit 1990 aufgenommen. Ausserdem ist der Anteil des schweren Güterverkehrs auf den Nationalstrassen 2016 rund 70%, die restlichen 30% wurden auf dem übrigen

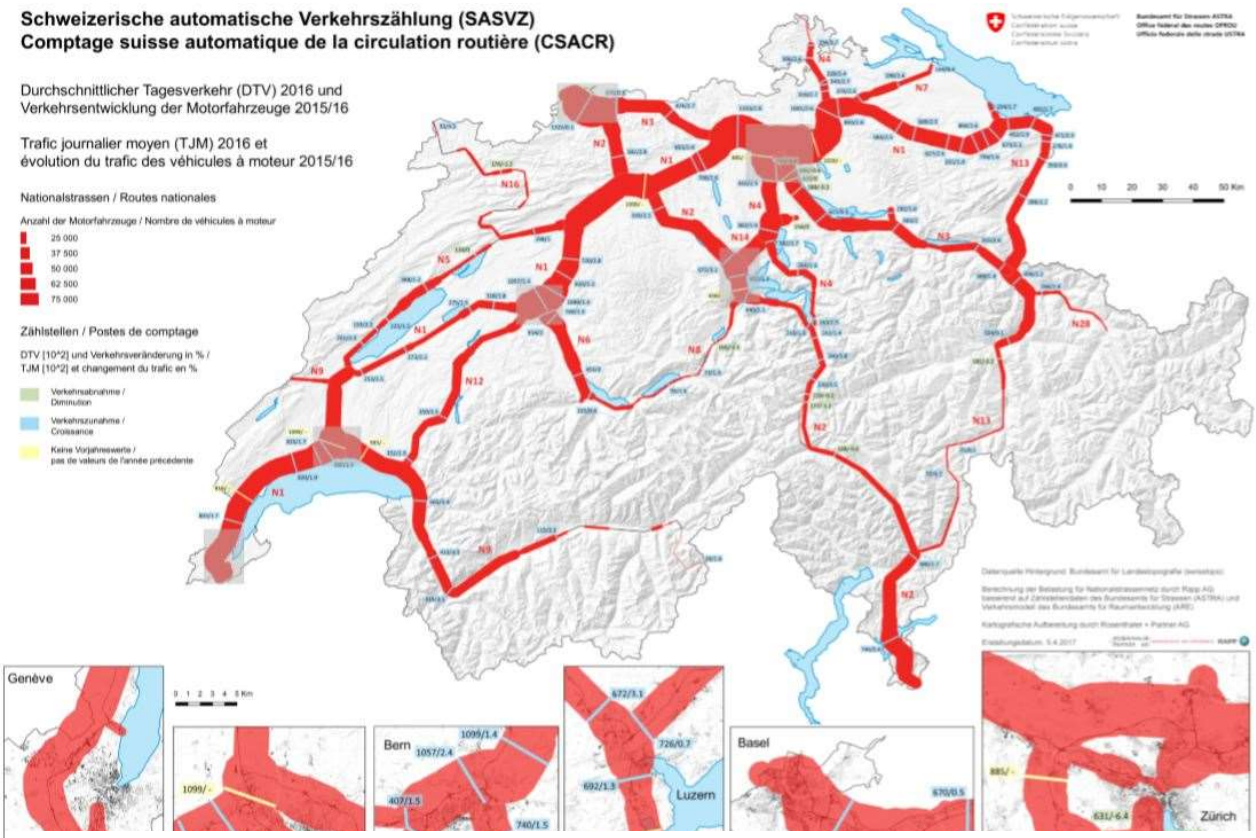


Abbildung 3 durchschnittlicher Tagesverkehr 2016

Strassennetz registriert. Das bedeutet, flüssiger Verkehr auf den Nationalstrassen gehen Hand in Hand mit flüssigen Güterströmen in der Schweiz.

Anhand der Abbildung 3 durchschnittlicher Tagesverkehr 2016) erkennt man, dass der grösste Verkehrsstau im Grossraum Zürich ist und der A1 bis nach Bern folgt. Ausserdem ist in der Stadt Basel aufgrund der Güterströme eine grosse Belastung auf der Nationalstrasse erkennbar. Die Güterströme kommen zustande, weil die Rheinhäfen in Basel liegen und der Transitverkehr der Schweiz durch Basel verläuft.

4.1.4. Durch den schweren Güterverkehr belastete Querschnitte

Abbildung 4 Am stärksten vom schweren Güterverkehr belastete Querschnitte - DTV 2016

Die relevanten Messpunkte für unsere IDPA sind Muttenz, Egerkingen, Schönbühl, Bern, Schafisheim, Kirchberg, Mattstetten und Hunzenwil, da diese alle durch den Gütertransport auf den Wasserstrassen entlastet werden könnten. Beispielsweise verkehten bei Muttenz 2016 im Schnitt 9’142 schwere Güterfahrzeuge pro Tag. Bei der Verzweigung Egerkingen war der Anteil mit 11.8% schwerem Güterverkehr des normalen Tagesverkehrs enorm hoch, wobei die Lieferwagen, rund 10% des gesamten Verkehrs auf den Nationalstrassen, nicht dazu gerechnet sind.

4.1.5. Staustunden auf den Nationalstrassen

Kurz erwähnt folgen hier die Staustunden auf den relevanten Autobahnen aufgrund einer Verkehrsüberlastung. Beispielsweise wurden auf der A2 im Jahre 2016 6’088 Staustunden

gemessen, wobei der Raum Basel als wichtiger Stauschwerpunkt fungierte. Weiter auf der Umfahrung Bern wurden 2016 +115 Stunden aufgezeichnet. Die errechneten Stauzeitkosten der Studie «Neuberechnung Staukosten Schweiz 2010-2014», des Bundesamtes für Raumentwicklung und des Bundesamtes für Strassen, stiegen von 670 im Jahr 2010 bis auf rund 761 Millionen Franken im Jahre 2014 für den gesamten Stau auf den Nationalstrassen.

4.2. Binnenschiff

4.2.1. Bedeutung Schifffahrt Schweiz

Die Binnenschifffahrt der Schweiz besteht hauptsächlich aus dem Personenverkehr auf den Seen. Massgebend ist sie jedoch beim Import und Export von Gütern auf dem Rhein, die rund 10% (7Mio. Tonnen) werden in den Schweizerischen Rheinhäfen umgeschlagen. Der Rhein ist einer der weltweit am meisten beschifften Flüsse, da der Rhein eine Verbindung zwischen der Nordsee über Deutschland bis hin zur Schweiz darstellt. Die Mitgliedsstaaten der Mannheimer Akte (1868) Schweiz, Deutschland, Frankreich, Niederlande und Belgien, haben alle einen uneingeschränkten Zugang zur Nordsee durch den Rhein (Die Schweizer Schifffahrt. www.bav.admin.ch).

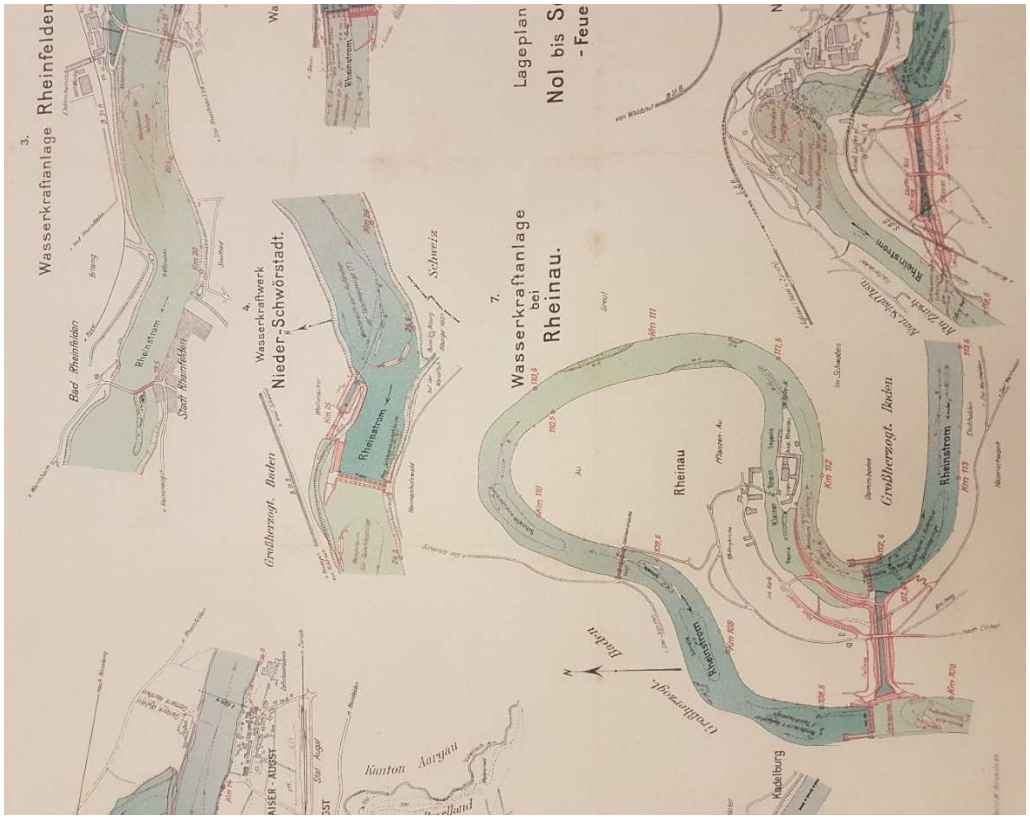
4.2.2. Güterschifffahrt

Die Schweizer Gewässer lassen den Gütertransport über Wasser fast nicht zu. Die Flüsse müssten ausgebaut werden, damit längere Distanzen mit dem Schiff bewältigt werden könnten. Lediglich Güter wie Kies, Sand und Steinbruchmaterialien werden über kürzere Wege, als Alternative zum Landweg, über Wasser geführt. Auf grösseren Seen, wie dem Bodensee, dem Vierwaldstättersee und auf dem Genfersee, werden Schiffe zum Transport von Autos und schweren Güterfahrzeugen genutzt (Bedeutung Güterschifffahrt in der Schweiz. schifffahrt.bav-faq.ch).

4.2.3. Schiffbarmachung Hochrhein

Ein Besuch bei René Leuenberger in Pratteln hat uns aufgezeigt wie eine Schiffbarmachung des Hochrheins bis Konstanz aussehen könnte. Denn Herr Leuenberger, Präsident des Vereins für die Weiterführung der Rheinschifffahrt, erlaubte uns einen Einblick in detaillierte Umsetzungspläne aus dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Diese wurden jedoch nie

umgesetzt, weil es die öffentliche Hand nie in Betracht ziehen und die grossen Kapazitätsmöglichkeiten des Hochrheins für den Gütertransport nicht einsehen wollte.



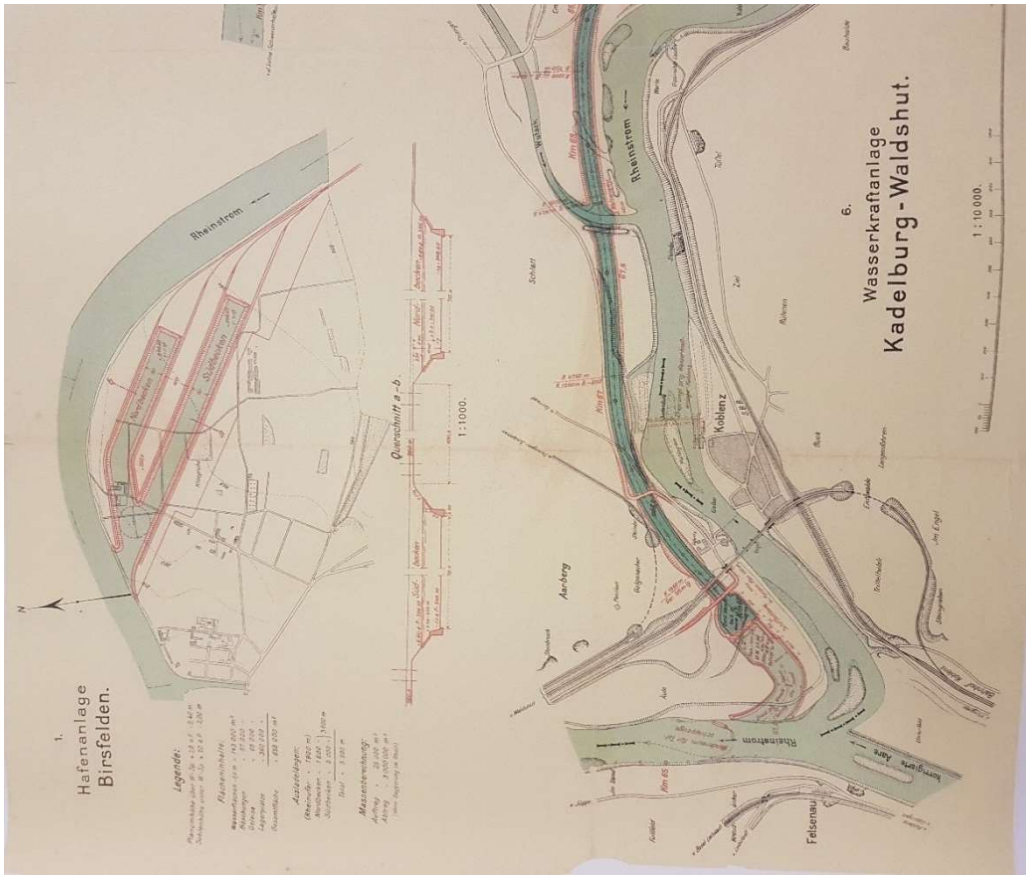
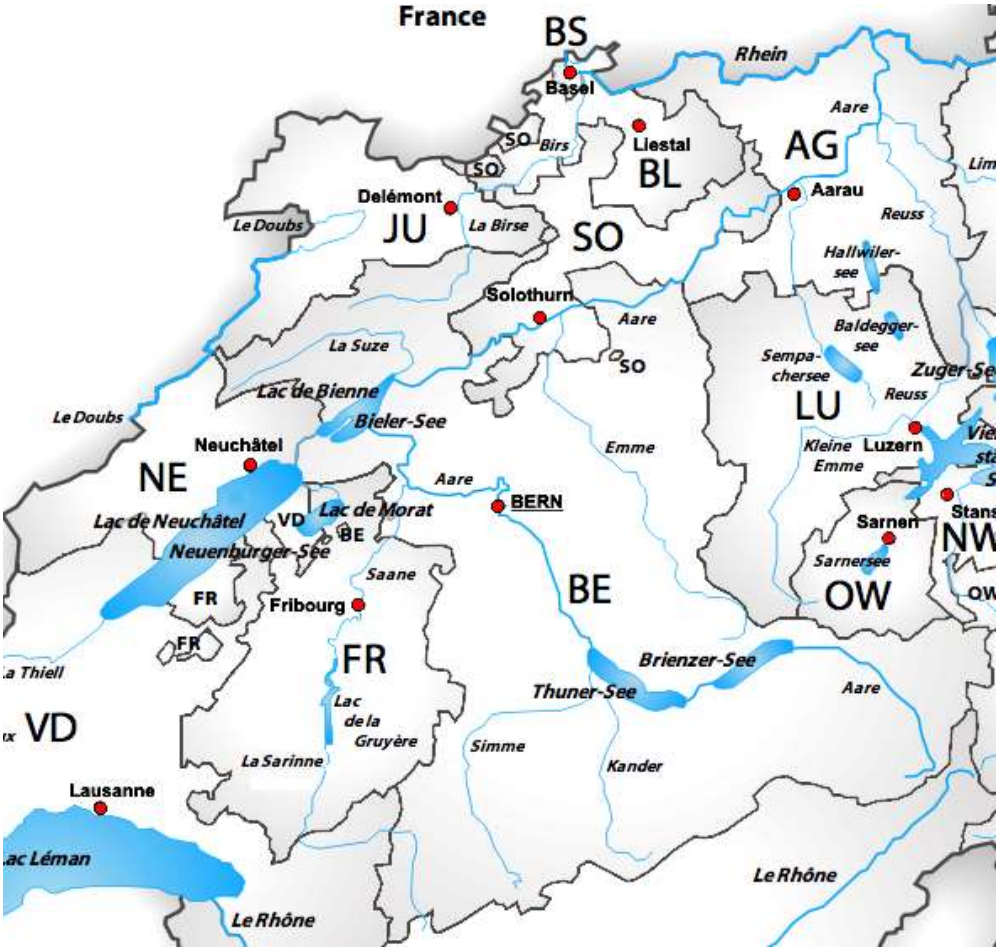


Abbildung 6 Pläne Hochrhein 1909

5. Güterverlagerung vom Strassen- auf das Wasserstrassennetz

In diesem Abschnitt unserer IDPA wollen wir analysieren, wie viele Tonnen Güter sich realistisch von der Strasse auf die Wasserstrassen umlagern liessen. Dabei verwenden wir die herausgegebenen Zahlen des Bundesamtes für Statistik (Warenfluss zwischen den Kantonen und dem Ausland, www.bfs.admin.ch) sowie auch die Zahlen des Bestands der schweren Güterfahrzeuge (Bestand Güterfahrzeuge, www.bfs.admin.ch). Wir rechnen mit dem Gewicht der Güter und nicht mit der Transportleistung (tkm). Aufgrund der unterschiedlichen zurückgelegten Distanzen der Schiffe (Rhein und Aare) und der schweren Güterfahrzeuge (Nationalstrassen) wäre kein direkter Vergleich möglich.

Robin Jenzer
Jan Scheidegger
Marc Blum



5.1. Für eine Verlagerung geeignete Güter und Kantone

Anhand des Verlaufs des Rheins und der Aare sehen wir, dass die Kantone Bern, Solothurn, Neuenburg, Basel-Stadt, Basel-Land und Aargau geeignet wären um einen Warenaustausch über die Wasserstrassen zu realisieren. Der Durchschnittswert des Warenaustausches in den Jahren 2011 bis 2015 dieser Kantone zusammen, liegt bei 64'152'700 Tonnen Ware im Jahr. Anhand einer näheren Betrachtung des genauen Verlaufs der beiden Flüsse, konnten wir genauere Annahmen machen, wie viel Prozent des Inter- oder Intrakantonalen Warentransportes auf das Schiff verlagert werden könnte. (Siehe Tabelle 1 Warenfluss zwischen ausgewählten Kantonen)

Abbildung 7 Ausschnitt Schweizerkarte

Kantone			Güter in 1000 Tonnen	% Verlagerung
Bern	↔	Solothurn	5 024.80	20%
Bern	↔	Neuenburg	1 122.60	10%
Bern	↔	Basel-Stadt	511.5	55%
Bern	↔	Basel-Land	958.1	10%
Bern	↔	Aargau	2 432.10	60%
Bern	↔	Bern	28 129.70	20%
Solothurn	↔	Neuenburg	117.7	15%
Solothurn	↔	Basel-Stadt	577	5%
Solothurn	↔	Basel-Land	1 936.40	0%
Solothurn	↔	Aargau	2 669.90	25%
Solothurn	↔	Solothurn	3 812.70	10%
Neuenburg	↔	Basel-Stadt	26.2	40%
Neuenburg	↔	Basel-Land	57.8	10%
Neuenburg	↔	Aargau	82.6	40%
Neuenburg	↔	Neuenburg	1 998.50	5%
Basel-Stadt	↔	Basel-Land	3 054.90	10%
Basel-Stadt	↔	Aargau	1 205.30	70%
Basel-Stadt	↔	Basel-Stadt	1 302.60	10%
Basel-Land	↔	Aargau	2 520.60	20%
Basel-Land	↔	Basel-Land	6 611.70	5%
		Total	**64 152.70**	**11938.195**
			In Prozent	19%

Tabelle 1 Warenfluss zwischen ausgewählten Kantonen

5.2. Errechnung der eingesparten schweren Strassengüterfahrzeuge

Wir entnehmen je einen der zwei benötigten Werte, der in der Einleitung des Kapitels 5 erwähnten zwei Statistiken, um die Kapazität eines durchschnittlichen schweren Güterfahrzeuges im Jahr 2016 zu errechnen. Im nächsten Schritt teilen wir die umgelagerten Güter durch die Kapazität und erhalten so die im Schnitt eingesparten schweren Güterfahrzeuge.

296'072'900 Tonnen Güter pro Jahr (Statistik «Warenfluss»)

51'557 Immatrikulierte schwere Güterfahrzeuge am 31.12.2016 (Statistik «Bestand schwere Güterfahrzeuge»)

11'938'195 Tonnen umlagern auf Wasserstrassen («Tabelle 1 Warenfluss zwischen ausgewählten Kantonen»)

$$\frac{296'072'900 \text{ Tonnen}}{51'557 \text{ Fahrzeuge}} = \frac{5'742.63 \text{ Tonnen}}{1 \text{ Fahrzeug}}$$

$$\frac{11'938'195 \text{ Tonnen}}{5'746.63 \text{ Tonnen/Fahrzeug}} = \underline{\underline{2'079 \text{ Fahrzeuge}}}$$

5.3. Errechnung der dafür benötigten Güterschiffe

Da in der Schweiz momentan fast keine Güter auf dem Schiff transportiert werden und so keine Daten vorhanden sind, recherchierten wir diese auf deutschen Webseiten. Um den direkten Vergleich mit den schweren Güterfahrzeugen vorzunehmen, errechneten wir genau dieselbe Kapazität eines Rheinschiffes im Jahr 2016.

221'400'000 Tonnen Güter pro Jahr (Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt, www.binnenschifff.de)

1'978 immatrikulierte Gütertransportschiffe am 31.12.16 (Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt, www.binnenschifff.de)

11'938'195 Tonnen umlagern auf Wasserstrassen («Tabelle 1 Warenfluss zwischen ausgewählten Kantonen»)

$$\frac{221'400'000 \text{ Tonnen}}{1'978 \text{ Güterschiffe}} = \frac{111'931{,}24 \text{ Tonnen}}{1 \text{ Fahrzeug}}$$

$$\frac{11'938'195 \text{ Tonnen}}{111'931.24 \text{ Tonnen/Fahrzeug}} = \underline{\underline{107 \text{ Gütertransportschiffe}}}$$

5.4. Auswirkungen der Verlagerung

5.4.1. Entlastung belasteter Querschnitte

Im Abschnitt 124.1.4 (Durch den schweren Güterverkehr belastete Querschnitte) erkannten wir, dass bei Basel Muttenz 9'142, bei Egerkingen 8'147 oder im Raum Bern, sowie in Kirchberg gut 6'500 schwere Güterfahrzeuge am Tag die Messstellen passierten. In unserem Beispiel zur Güterumlagerung aufs Schiff werden knapp 20% weniger Güter auf den Strassen transportiert und so jedes fünfte schwere Güterfahrzeug eingespart. Dies ergäbe einen neuen Wert bei Basel von 7'314, bei Egerkingen von 6'518 oder im Raum Bern, sowie Kirchberg von 5'200 schweren Güterfahrzeugen am Tag. Bei Muttenz würden 2'008 Lastwagen weniger vorbeifahren. Mit der gesetzlich geregelten Fahrzeit verrechnet ergäbe das knapp zwei Lastwagen pro Minute weniger. Dies würde einen markanten Unterschied auf das Verkehrsaufkommen haben.

5.4.2. Staustunden

Zu den eingesparten Staustunden auf den Nationalstrassen können wir keine genauen Aussagen machen. Wir nehmen aber an, dass diese 20% weniger schwere Güterfahrzeuge zu einem eher grösseren positiven Aspekt auf die negative Entwicklung der Staustunden an den belasteten Querschnitten führen würde.

5.4.3. Primärenergiebedarf

Für 100 Tonnenkilometer benötigt ein schweres Güterstrassenfahrzeug im Schnitt 4.1 Liter Diesel. Ein Binnenschiff verbraucht für dieselbe Transportleistung nur rund 1.3 Liter (Wasserstrassen- und Schiffsverwaltung des Bundes, www.wsv.de). Auf unser Umlagerungsszenario oben bezogen sparen wir so pro 100 tkm 8'385 Liter Diesel.

5.4.4. Emissionen

Die Binnenschifffahrt produziert fast keine Lärmkosten, im Gegensatz zu durchschnittlichen 0.79 Cent je Tonnenkilometer auf der Strasse (Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt, www.binnenschifff.de). Das ist darauf zurückzuführen, dass die

Nationalstrassen vielerorts Lärmschutzmauern benötigen oder die schweren Güterfahrzeuge den Boden aufgrund des hohen Gewichts sehr beanspruchen. Dagegen ist ein Binnenschiff am Ufer kaum zu hören.

Ein moderner Lastkraftwagen stösst im Schnitt 164g Co_2 und ein Güterschiff nur 33.4 Gramm auf einen Tonnenkilometer aus (Wasserstrassen- und Schiffsverwaltung des Bundes, www.wsv.de). Somit ist der Gütertransport über die Wasserstrassen knapp fünf mal umweltfreundlicher und produziert ausserdem keinen Feinstaub aufgrund des Abriebes der Reifen oder Bremsen.

5.4.5. Sicherheit

Durch die immer moderneren Systeme an Bord eines Schiffes sinkt die Anzahl der Unfälle markant weiter. Auf dem Rhein geschehen beispielsweise 11 Unfälle auf eine Milliarde Tonnenkilometer, währenddessen auf der Strasse auf die gleiche Anzahl tkm 150 Unfälle kommen (Schiff und Technik, www.schiffundtechnik.com).

5.4.6. Zeitfaktor

Aufgrund der langsameren Fahrgeschwindigkeit der Schiffe und der Zeitverluste durch Schleusen, schneidet der Wasserweg schlechter ab. Der schwere Gütertransport über Land wird jedoch durch Staus gebremst, trotzdem ist er jedoch viel schneller am Ziel.

6. Excel-Tool

Um die Kosten für beide Transportmittel zu analysieren, entschieden wir uns ein Exceltool dafür zu kreieren. Ziel dieses Tools war, dass wir am Ende die jährlichen Kosten für den Lastwagen und das Schiff erhalten. Dafür wählten wir ein durchschnittlich schweres Güterfahrzeug und ein durchschnittliches Schiff aus. Die verwendeten Daten für den Lastwagen sind aktuelle Zahlen der Unternehmung Daniel Gerner Transport AG. Beim Schiff wurden wir jedoch leider immer wieder abgewiesen und mussten somit mit Daten aus dem Internet rechnen (Shipned, www.shipned.com).

6.1. Aufbau

In einem ersten Schritt überlegten wir uns, wie sich die Kosten der beiden Transportmittel zusammensetzen. Nach einem gründlichen Brainstorming und einigen Recherchen sammelten wir alle relevanten Punkte zusammen.

Lastwagenkosten	**Schiffskosten**
Anschaffung	Anschaffung
Personal	Personal
Wartung	Wartung
Steuern	Steuern
Versicherung	Versicherung
Treibstoff	Treibstoff
Schwertransportabgabe (LSVA)	

Tabelle 2 Kostenzusammensetzung

Anschliessend wurden die Berechnungen der einzelnen Punkte im Excel durchgeführt. Diese wurden alle für ein Jahr berechnet und am Ende aufsummiert, um die effektiven Kosten zu erhalten. Da eine Auslastung der Transportmittel von 100% nicht realistisch wäre, bauten wir noch eine Variabel ein.

6.2. Berechnungsbeispiele

In diesem Abschnitt wollen wir ein Berechnungsbeispiel pro Transportmittel aufzeigen. Dabei beziehen wir uns für den Lastwagen auf die Seite der eidgenössischen Zollverwaltung (Eidgenössische Zollverwaltung, www.ezv.admin.ch) und für das Schiff auf die Seite der Polizei– und Militärdirektion (Polizei–und Militärdirektion, www.pom.be.ch).

6.2.1. LSVA Lastwagen

Da wir die exakten Daten zum Lastwagen hatten, konnten wir die LSVA problemlos ausrechnen. Dabei waren zwei Punkte massgebend: Das totale Gewicht des schweren Güterfahrzeugs und die Eurokategorie. Je höher die Eurokategorie (1-6), desto günstiger wird der Tarif.

Massgebendes Gewicht	36 t
Eurokategorie	Euro 5
Tarif	0.0269 CHF/tkm
Gefahrene Kilometer	80'000 km
Total	**CHF 77'472.0000**

Tabelle 3 LSVA Berechnungsbeispiel

6.2.2. Steuern Schiff

Für die Steuerabgabe waren zwei Punkte zu beachten: Erstens die Schiffslänge, welche die Grundsteuer bestimmt und zweitens 4 CHF pro KW Motorenleistung.

Massgebendes Gewicht	36 t	
Schiffslänge	62 m	
Grundsteuer	120 CHF	
Motorenleistung	315.5 kw	
Total	**CHF**	**1'382.0000**

Tabelle 4 Steuern Berechnungsbeispiel

6.3. Kosteneinsparung durch Auswertung

Als wir die Daten für den Sattelschlepper und das Schiff eingaben, errechnete uns das Excel-

Kosten pro Jahr	Betrag	%
Personal	Fr. 92'400.0	29.2%
LSVA	Fr. 77'472.0	24.5%
Treibstoff	Fr. 40'176.0	12.7%
Anschaffung	Fr. 23'059.7	7.3%
Wartung	Fr. 19'900.0	6.3%
Versicherung	Fr. 8'100.0	2.6%
Steuern	Fr. 7'464.0	2.4%
Auslastung	85%	
Nutzlast	22'600 kg	
Kilometerleistung pro Jahr	80'000 Km	
Selbstkosten LKW pro Jahr	**Fr. 315'966.7**	
Selbstkosten pro km	**Fr. 3.95**	
Selbstkosten pro tkm	**Fr. 0.175**	

Kosten pro km	Betrag	%
Treibstoff	Fr. 648'000.0	33.7%
Anschaffung	Fr. 397'938.4	20.7%
Personal	Fr. 167'040.0	8.7%
Wartung	Fr. 107'000.0	5.6%
Versicherung	Fr. 20'000.0	1.0%
Steuern	Fr. 4'904.0	0.3%
Auslastung	70%	
Nutzlast	2'700'000 kg	
Kilometerleistung pro Jahr	10'000 Km	
Selbstkosten Schiff pro Jahr	**Fr. 1'921'260.6**	
Selbskosten pro km	**Fr. 192.13**	
Selbstkosten pro tkm	**Fr. 0.071**	

Tabelle 5 Kostenrechnung

Tool die Preisunterschiede.

Erstaunlicherweise war der Sattelschlepper 2.5 mal teurer als das Schiff.

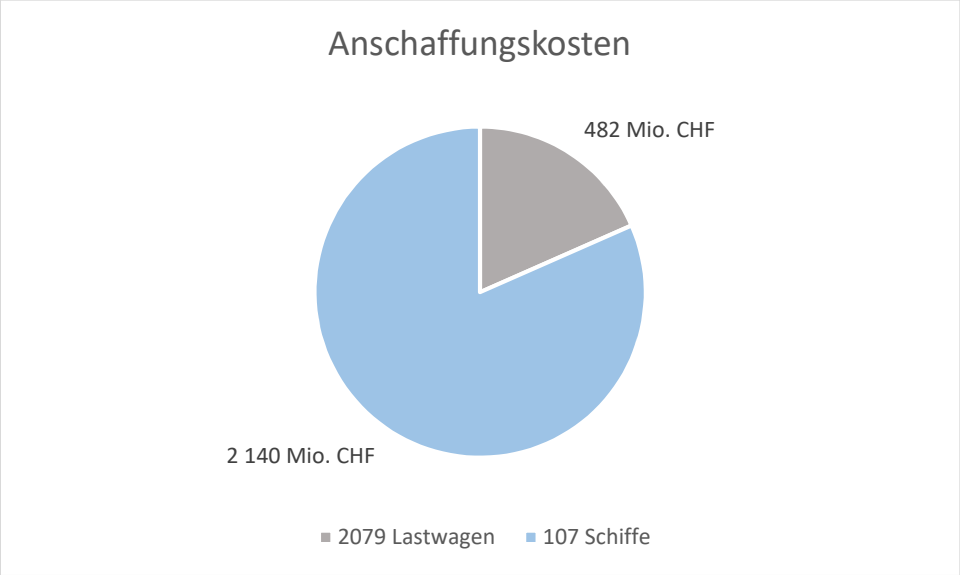


Abbildung 9 Anschaffungskosten

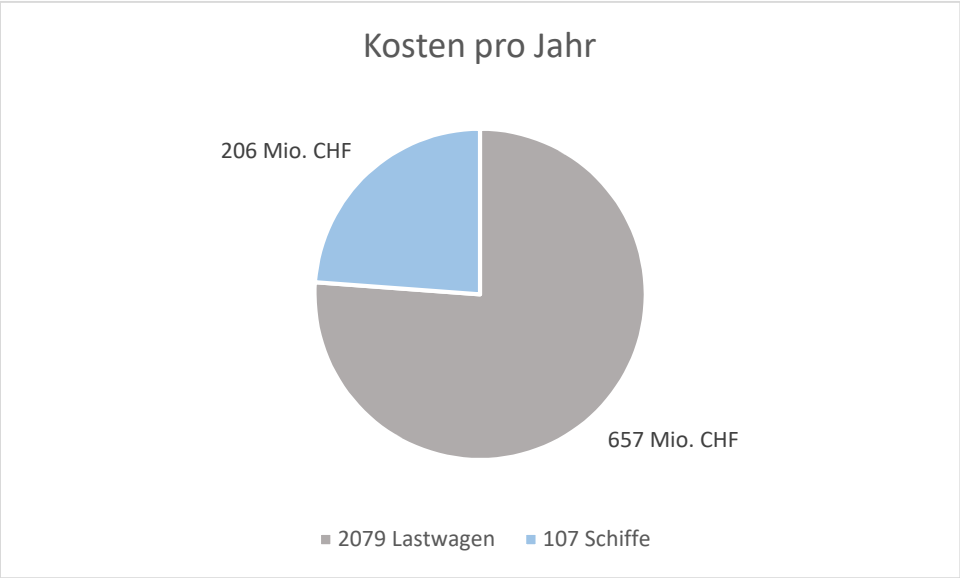


Abbildung 8 jährliche Kosten

In obenstehenden Grafiken wurden die Anschaffungskosten und die jährlichen Kosten beider Transportmittel mit Bezug auf unser Umlagerungsbeispiel im Kapitel 5 (Güterverlagerung vom Strassen- auf das Wasserstrassennetz) errechnet. In der Anschaffung wären die Schiffe 1'658 Mio. CHF teurer, jedoch könnten dadurch pro Jahr 451 Mio. CHF eingespart werden. Unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer und auf 50 Jahre gerechnet, wäre eine Einsparung von 22'820 Mio. CHF möglich.

6.4. Nutzen des Excel-Tools für einen Unternehmer

In einem fortlaufenden Schritt bauten wir unser Excel-Tool weiter aus. Es sollte nun einen praktischen Nutzen für einen Unternehmer haben und nicht nur unseren Berechnungen dienen. Der Unternehmer will für den Transport seiner Güter einen möglichst hohen Kostenvorteil erzielen. Dabei soll ein 1:1 Vergleich zwischen einem bestimmten Typ schweren Güterfahrzeugs und einem bestimmten Typ Schiff entstehen.

Als erstes rechnete unser IDPA Team die Kosten im Jahr (6.2 Berechnungsbeispiele) durch die gefahrenen Kilometer pro Jahr. Dabei erhielten wir die gesamten Kosten für den Lastwagen sowie für das Schiff pro Kilometer. Dieser Wert wurde nun noch durch die jeweilige Nutzlast geteilt. Dabei bekamen wir die gewünschten Werte zu den tkm.

Nun bedeutete dies noch, dass wir für den Vergleich eine klar definierte Strecke brauchten. Dabei beachteten wir wichtige Güterumschlagsplätze und schauten den Verlauf des Rheins und der Aare an. Wir entschieden uns für folgende Städte.

Abbildung 10 Schweizerkarte

Anschliessend musste noch herausgefunden werden wie lang diese Strecken über Land und Wasser sind. Dabei stützten wir uns auf Google Maps und die Kilometrierung des Rheins und der Aare.

Ortschaften	Schiff	LKW
Rheinfelden	0 km	0 km
Olten	100 km	39 km
Solothurn	140 km	62 km
Biel	160 km	83 km
Bern	206 km	90 km
Thun	243 km	114 km

Tabelle 6 Vergleich Distanzen

Alle Faktoren für die Berechnungen waren nun vorhanden. Somit konnten wir die tkm mit den unterschiedlichen Strecken und dem zu transportierenden Gewicht verrechnen. Daraus konnten wir für alle Strecken die Preise bestimmen.

Als letzten Schritt gestalteten wir das ganze Tool noch benutzerfreundlich und fügten zwei weitere Arbeitsmappen ein, um die Daten für Lastwagen und Schiff sauber erfassen zu können. Weiter ergänzte unser IDPA Team die Mappe «Berechnungen» mit einem Benutzerfeld, um die nötigen Einstellungen bezüglich der Route und des Gewichts einzugeben.

Einstellungen	
Start	Rheinfelden
Ende	Olten
Gewicht	10'000 kg
Auslastung Lastwagen	80%
Auslastung Schiff	80%
Distanz Lastwagen	39 Km
Distanz Schiff	100 Km

Tabelle 7 Benutzerfeld

Sobald der Benutzer alle Daten ausgefüllt hat, zeigt ihm das Tool die beiden Preise an. Anhand dieser kann er nun seine Entscheidung treffen.

Da wir das Ganze im Excel mit Formeln gerechnet haben, können unsere Eingabewerte, wie z.B. die gewählte Strecke oder das zu transportierende Gewicht, jederzeit angepasst werden und das Tool rechnet sofort die neuen Werte aus.

Daten Lastwagen

Gelb = Eingabefelder	Grün = Auswahlfelder	Blau = Hinweis

Allgemeine Daten Lastwagen	
Fahrzeugtyp	Mercedes Actros 1845
Gesamtgewicht	36'000 kg
Nutzlast	22'600 kg
Anschaffungspreis	Fr. 190'000.00
Anschaffungspreis Anhänger	Fr. 42'000.00
Energieeffizienz	G
Abgaseurokategorie	Euro 5
Partikelfiltersystem	ja
Anschaffungspreis Zubehör	Fr. 0.00
Verbrauch (L) pro 100 km	31 Liter

Annahmen	
Nutzdauer	10 Jahre
Abschreibung % pro Jahr	40.00%
Kilometerleistung pro Jahr	80'000 Km
Laufleistung Pneu pro Jahr	120'000 Km

Personalkosten	
Personalkosten pro Stunde	Fr. 44.00
Einsatzstunden pro Jahr	2'100 Stunden

Service	
Reparaturkosten pro Jahr	Fr. 8'500.00
Parkplatz Gebühren	Fr. 4'800.00
Waschanlage Gebühren	Fr. 0.00
Anschaffungspreis Pneu Satz	Fr. 6'600.00

Versicherung & Steuern	
Versicherungstyp	Teilkasko
Versicherungskosten pro Jahr	Fr. 8'100.00

Treibstoff	
Treibstoff	Diesel
Preis pro Liter	Fr. 1.62

Weiter

Abbildung 11 Dateneingabe Lastwagen

Daten Schiff

Gelb = Eingabefelder	Grün = Auswahlfelder	Blau = Hinweis

Allgemeine Daten Schiff			
Schiffstyp	Dubble Hull Tanker		
Klasse	Klasse 5a - grosse Rheinschiffe		
Längebereich	85 m	bis	110 m
Länge	110 m		
Leistung in kW	1176.0 kW		
Nutzlast	2'700'000 kg		
Anschaffungspreis	Fr. 20'000'000.00		
Preis Zubehör	Fr. 0.00		
Verbrauch (L) pro 100 km	4000 Liter		

Annahmen	
Nutzdauer in Jahren	50 Jahre
Abschreibung % pro Jahr	10.00%
Kilometerleistung pro Jahr	10'000 Km

Personalkosten	
Anzahl Personal	2 Person
Personalkosten pro Stunde	Fr. 40.00
Einsatzstunden pro Jahr	2'088 Stunden

Service	
Reparaturkosten pro Jahr	Fr. 30'000.00
Abgaswartung	Fr. 2'000.00
Liegeplätze	Fr. 50'000.00
Reinigung	Fr. 5'000.00
Unterwasseranstrich	Fr. 20'000.00

Versicherung & Steuern	
Versicherungstyp	Teilkasko
Versicherungskosten pro Jahr	Fr. 20'000.00
Treibstoff	
Treibstoff	Diesel
Preis pro Liter	Fr. 1.62

Weiter

Abbildung 12 Dateneingabe Schiff

Robin Jenzer
Jan Scheidegger
Marc Blum

Berechnungen

Anschaffungskosten	Werte
Anschaffungspreis	Fr. 190'000.00
Anschaffungspreis Anhänger	Fr. 42'000.00
Anschaffungspreis Zubehör	Fr. 0.00
Nutzdauer	10 Jahre
Abschreibung % pro Jahr	40.00%
Kilometerleistung pro Jahr	80'000 Km
Anschaffungskosten pro Jahr	**Fr. 23'059.72**

Personalkosten	Werte
Einsatzstunden pro Jahr	2'100 Stunden
Personalkosten pro Stunde	Fr. 44.00
Personalkosten pro jahr	**Fr. 92'400.000**

Treibstoffkosten	Werte
Preis pro Liter	Fr. 1.62
Verbrauch (L) pro 100 km	31 Liter
Kilometerleistung pro Jahr	80'000 Km
Treibstoff pro Jahr	**Fr. 40'176.000**

Wartungskosten	Werte
Reparaturkosten pro Jahr	Fr. 8'500.00
Parkplatz Gebühren	Fr. 4'800.00
Waschanlage Gebühren	Fr. 0.00
Anschaffungspreis Pneu Satz	Fr. 6'600.00
Kilometerleistung pro Jahr	80'000 Km
Laufleistung Pneu pro Jahr	120'000 Km
Wartungskosten pro Jahr	**Fr. 19'900.00**

Selbstkosten pro km	Fr. 3.95
Selbstkosten pro tkm	**Fr. 0.175**

Versicherungskosten	Werte
Versicherungskosten pro Jahr	Fr. 8'100.00
Versicherungskosten pro jahr	**Fr. 8'100.000**

Motorfahrzeugsteuer	Werte
Gesamtgewicht	36'000 kg
Normalsteuer für 1000 kg	Fr. 240.000
für die nächsten 1000 kg	Fr. 206.400
Energieeffizienz	G
Vergünstigung	100.00%
Steuern pro Jahr	**Fr. 7'464.000**

Schwertransportabgabe (LSVA)	Werte
Gesamtgewicht	36'000 kg
Abgaseurokategorie	Euro 5
Partikelfiltersystem	ja
Tarif ohne Partikelfilter	2.69 Rp./tkm
Preis mit Partikelfilter	2.79 Rp./tkm
Endgültiger Preis	2.69 Rp./tkm
Kilometerleistung pro Jahr	80'000 Km
LSVA pro Jahr	**Fr. 77'472.000**

Anschaffungskosten	Werte
Anschaffungspreis	Fr. 20'000'000.00
Preis Zubehör	Fr. 0.00
Nutzdauer in Jahren	50 Jahre
Abschreibung % pro Jahr	10%
Kilometerleistung pro Jahr	10'000 Km
Anschaffungskosten pro Jahr	**Fr. 397'938.49**

Personalkosten	Werte
Anzahl Personal	2 Person
Personalkosten pro Stunde	Fr. 40.00
Einsatzstunden pro Jahr	2'088 Stunden
Personalkosten pro Jahr	**Fr. 167'040.000**

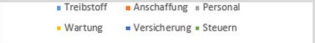
Treibstoffkosten	Werte
Preis pro Liter	Fr. 1.62
Verbrauch (L) pro 100 km	4000 Liter
Kilometerleistung pro Jahr	10'000 Km
Treibstoffkosten pro Jahr	**Fr. 648'000.000**

Selbskosten pro km	Fr. 192.13
Selbstkosten pro tkm	**Fr. 0.071**

Wartungskosten	Werte
Reparaturkosten pro Jahr	Fr. 30'000.00
Abgaswartung	Fr. 2'000.00
Liegeplätze	Fr. 50'000.00
Reinigung	Fr. 5'000.00
Unterwasseranstrich	Fr. 20'000.00
Wartungskosten pro Jahr	**Fr. 107'000.00**

Versicherungskosten	Werte
Versicherungskosten pro Jahr	Fr. 20'000.00
Versicherung	**Fr. 20'000.000**

Schiffssteuer	Werte
Länge	110 m
Jährlicher Grundtarif	Fr. 200.00
Leistung in kW	1176.0 kW
Zuschlag pro kW	Fr. 4.00
Kilometerleistung pro Jahr	10'000 Km
Steuern pro Jahr	**Fr. 4'904.00**



7. Schlussfolgerung

Durch unsere Untersuchungen der Gegenüberstellung von schweren Güterfahrzeugen und Binnengüterschifffahrt in der Schweiz, stellte sich ein klarer volkswirtschaftlicher Nutzen heraus. In fast allen Belangen schneidet das Binnenschiff besser ab, es stösst massiv weniger Emissionen aus, ist viel sicherer unterwegs und benötigt ausserdem noch weniger Treibstoff für dieselbe Transportleistung. Ausserdem würde die Umlagerung der Transportleistung auch gerade den steigenden Staustunden und Unfallzahlen in der Schweiz entgegenwirken, was die Wohlfahrt in der Bevölkerung begünstigt. Ein weiterer Vorteil sind die sinkenden Transportkosten für die Unternehmen, was bedeutet die Wirtschaft profitiert davon beim Import und Export Ihrer Güter. Jedoch beim Faktor Zeit schneidet die Binnenschifffahrt schlechter ab.

Das selbst kreierte Excel-Tool hat uns als Bestätigung sehr geholfen, da die Zahlen real aus der heutigen Zeit stammen. Mit der Weiterentwicklung für den Unternehmer und die Transportausrechnung konnten wir auch den praktischen Nutzen und die Bedeutung des Tools massiv steigern. Unser IDPA Team arbeitete die Mappen soweit aus, dass diese direkt an ein Unternehmen weitergegeben und in der Industrie verwendet werden könnten.

Die bereits vorhandenen Studien und Internetberichte zu unserem Thema konnten mit unserer Projektarbeit nur bestätigt werden. Alle zusammen stossen auf einen grossen volkswirtschaftlichen Nutzen.

Alleine durch die Schiffbarmachung des Rheins bis zur Aaremündung und der Aare bis in den Neuenburger See oder den Bielersee konnten wir einen volkswirtschaftlichen Nutzen deklarieren. Eine weiterführende Arbeit könnte den Nutzen der Schiffbarmachung des Hochrheins bis Chur oder der Limmat sein, um den Grossraum Zürich zu entlasten. Auch eine Schiffbarmachung der Rohne vom Mittelmeer bis in den Genfersee wäre eine Untersuchung wert.

8. Reflexion

Durch das frühzeitige Treffen mit Herrn Stefan Grösser, der uns gute Tipps für die Vorgehensweise gab, gelang es uns die Arbeit sehr strukturiert anzugehen. Bei der Erarbeitung der einzelnen Themen und dem anschliessenden Zusammenfügen der Bereiche entstanden somit keine grossen Komplikationen. Die Methodenwahl fiel meistens auf das klassische Brainstorming, da wir dadurch einen umfangreichen Einblick in die Problemstellung erhielten und anschliessend die wichtigsten Punkte herausfiltern konnten.

Für eine nächste Arbeit müsste von Anfang an die Präzisierung der Arbeit klarer definiert sein. Dadurch könnten viele Diskussionen, Unklarheiten und somit Zeit eingespart werden. Falls benötigte Daten angefragt werden müssen, sollte dies möglichst schnell erledigt werden, da man auf eine Antwort der Unternehmungen/ Behörden lange warten muss.

Im Ganzen verlief die Arbeit jedoch ohne grosse Rückschläge und kann nun zufriedenstellend abgegeben werden.

Unsere Arbeit beinhaltet ohne die vorgegebenen Stellen (Titelblatt, Inhaltsverzeichnis, Quellenangabe, Eigenständigkeitserklärung und Anhang) 3'835 Wörter.

9. Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätigen wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig verfasst wurde und wir keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Hilfsmittel benutzt haben. Die wörtlich oder inhaltlich im Literaturverzeichnis aufgeführten Quellen und Hilfsmittel entnommenen Stellen sin in der Arbeit als Zitat kenntlich gemacht.

Langenthal, 09.02.2018

Robin Jenzer _____

Jan Scheidegger _____

Marc Blum _____

10. Quellenverzeichnis

Bericht Verkehrsfluss Nationalstrassen.
https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/nationalstrassen/verkehrsfluss-stauaufkommen/verkehrsfluss-nationalstrassen.html (27.12.2017)

Bestand schweizerischer Güterfahrzeuge (Leistungen der Güterfahrzeuge. Zeitreihen).
https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr.assetdetail.3802264.html (18.01.2018)

Binnenschiff und Umwelt. http://www.schiffundtechnik.com/lexikon/b/binnenschifffahrt--umwelt.html (20.01.2018)

Binnenschiff und Umwelt.
http://www.wsv.de/Schifffahrt/Binnenschiff_und_Umwelt/index.html (20.01.2018)

Daten & Fakten 2016/2017. https://www.binnenschiff.de/content/wp-content/uploads/2017/09/Daten_und_Fakten_2016_2017_screen.pdf (20.01.2018)

Die Schweizer Schifffahrt und Europa.
https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/verkehrstraeger/schiff/schweizer-schifffahrt-und-europa.html (28.12.2017)

Distanzen Lastwagen.

https://www.google.ch/maps/@47.1932928,7.8036992,15z (28.01.2018)

Güterverkehr in der Schweiz 2016.
https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr.assetdetail.3802389.html (27.12.2017)

Jährliche Kosten Lastwagen.

http://dietransporteure.at/lkw-kalkulation/ (20.01.2018)

Jährliche Kosten Schiff.

https://www.boot24.ch/chde/blog/unterhaltskosten-boot/ (20.01.2018)

LSVA – Allgemeines/ Tarife.

https://www.ezv.admin.ch/ezv/de/home/information-firmen/transport--reisedokument--strassenabgaben/schwerverkehrsabgaben--lsva-und-psva-/lsva---allgemeines---tarife.html (21.01.2018)

Lärm und Umwelt.

https://www.binnenschiff.de/content/wasserstrasse/umwelt/ (20.01.2018)

Rheinkilometer.

http://kayroehlen.net/rhein/koordination-rheinkilometer/ (28.01.2018)

Shipned.

http://www.shipned.com/stock/dubbel-hull-tanker-2700-ton (04.02.2018)

Steuern & Gebühren im Schiffsverkehr.

https://www.pom.be.ch/pom/de/index/strassenverkehr-schifffahrt/schifffahrt/steuern_gebuehrenschiffsverkehr.html (22.01.2018)

Wanderungen auf historischen Wegen. Vion, Eric. 1990. Morges-Yverdon. Wanderungen auf historischen Wegen. Ott Verlag Thun. S216 ff.

Warenfluss zwischen den Kantonen und dem Ausland. Inländische schwere Fahrzeuge (2011-2015 kumuliert). https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.assetdetail.1382092.html (18.01.2018)

Was ist die Bedeutung der Güterschifffahrt in der Schweiz? http://schifffahrt.bav-faq.ch/19/35?lang=de (25.01.2018)

Wege und Geschichte. Kistler, Hans Peter und Salis, Christian. 2011. Auf den Spuren einer epochalen Verkehrsvision: der Kanal von Entreroches. Wege und Geschichte. ViaStoria. (Nr.1). S.26 f.

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Le Canal d'Entreroches: http://de.althistory.wikia.com/wiki/Transhelvetischer_Wasserweg?file=Info_schweiz_2015_2.jpg (03.02.2018) 6

Abbildung 2 Verkehrsströme im Güterverkehr, 2015: https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr.assetdetail.3222239.html (27.12.2017) 10

Abbildung 3 durchschnittlicher Tagesverkehr 2016: www.astra.admin.ch 11

Abbildung 4 Am stärksten vom schweren Güterverkehr belastete Querschnitte - DTV 2016: www.astra.admin.ch 12

Abbildung 5 Pläne Hochrhein 1909: Foto J.Scheidegger 15

Abbildung 6 Pläne Hochrhein 1909: Foto J.Scheidegger 15

Abbildung 7 Ausschnitt Schweizerkarte: https://www.weltkarte.com/typo3temp/images/schweizerkarte-kantone.png (17.01.2018) 17

Abbildung 8 jährliche Kosten: eigene Darstellung 24

Abbildung 9 Anschaffungskosten: eigene Darstellung 24

Abbildung 10 Schweizerkarte: https://s3-eu-central-1.amazonaws.com/bestswiss-shop/produkte/20160612151802/schweizer-karte.jpg (27.01.2018) 25

Abbildung 11 Dateneingabe Lastwagen: eigene Darstellung 28

Abbildung 12 Dateneingabe Schiff: eigene Darstellung 29

Abbildung 13 Berechnungsmappe: eigene Darstellung 30

12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Warenfluss zwischen ausgewählten Kantonen: www.bfs.admin.ch..... 18

Tabelle 2 Kostenzusammensetzung: eigene Darstellung..... 22

Tabelle 3 LSVA Berechnungsbeispiel: eigene Darstellung 23

Tabelle 4 Steuern Berechnungsbeispiel: eigene Darstellung..... 23

Tabelle 5 Kostenrechnung: eigene Darstellung 23

Tabelle 6 Vergleich Distanzen: www.kayroehlen.net und www.google.ch/maps 26

Tabelle 7 Benutzerfeld: eigene Darstellung 26

13. Anhang

- Projektkonzept
- Fixpunktgespräch mit Fachlehrpersonen
- Notizen Treffen Stefan Grösser
- Zeitplan
- Eingrenzung Thema
- Was spricht für Ausbau Rheinschifffahrt
- Momentane Probleme Schifffahrt
- Auf den Spuren einer epochalen Verkehrsvision: der Kanal von Entreroches
- Wanderungen auf historischen Wegen
- Warenfluss zwischen den Kantonen und dem Ausland und Notizen
- Schweizerisches National- und Hauptstrassennetz
- Berechnungen Excel
- Screenshot Hintergrundinformationen Excel