



Seminararbeit Nachhaltigkeit

Beherrschbares Chaos?

*Moderne Verkehrskonzepte und Leitsysteme in
Schwellenländern am Beispiel Mumbai*

Nico Ilin

Wintersemester 2012/2013

Karlsruher Institut für Technologie

©2014

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1. Themenwahl und Aufgabenstellung	3
2. Einführung in die Thematik.....	3
a. Verkehrsproblematik allgemein	4
b. Übertragbarkeit auf Schwellenländer.....	4
c. Metropolregion Mumbai	5
3. Aspekt 1 Bestehende Probleme	6
a. Schienenverkehrsproblematik.....	6
b. Straßenverkehrsproblematik	6
4. Aspekt 2 Lösungsansätze.....	7
a. Zur Schienenverkehrsproblematik	7
b. Zur Straßenverkehrsproblematik.....	8
5. Persönliche Stellungnahme.....	10
a. Zu den Lösungsvorschlägen im Schienenverkehr:	10
b. Zu den Lösungsvorschlägen im Straßenverkehr	10
6. Quellen- und Literaturverzeichnis	12
a. Deckblatt:	12
b. Sekundärquellen:.....	12
c. Internetquellen:	12
d. Abbildungen:.....	13
7. Abbildungen	14
8. Erklärung	20

1. Themenwahl und Aufgabenstellung

In dieser Seminararbeit werde ich die Möglichkeit von nachhaltiger Verkehrsplanung in Megastädten am konkreten Beispiel Mumbais, analysieren und eine eigene persönliche Stellungnahme sowie Kritik zu den einzelnen Konzepten und Projekten geben.

Ich habe mich hierbei für dieses planerisches Thema entschieden, da mich die Stadt Mumbai sowie die architektonische und verkehrsplanerische Struktur dieser Stadt als angehenden Bauingenieur fasziniert. Außerdem interessiere ich mich für die verkehrsplanerische Lösung von nationalen und internationalen Problemen in Städten. Mumbai ist hierbei eine besondere Stadt, einerseits existieren hier sehr viele und schwerwiegende Probleme, andererseits sind die Möglichkeiten, etwas nachhaltig verändern zu können, sehr groß.

Eine der größten Metropolen der Welt weist typische Merkmale einer ungeplanten und chaotischen Urbanisierung auf, deren Folgen gravierend für die jetzige und zukünftige Lage der Bevölkerung, der wirtschaftlichen Entwicklung sowie der ökologischen Gegebenheiten der Region sind.

Diese besondere Lage Mumbais, eine historisch, alt gewachsene Stadt, die von der Kolonialmacht vollständig verändert worden ist und deren geographischen Gegebenheiten über die Jahrhunderte stark gewandelt hat, versucht den verzweifelten Kampf gegen den Verkehrstod aufzunehmen und eine nachhaltige Entwicklung zu vollführen.

Die von mir aufgeführten Projekte, Konzepte und Ideen könnten dabei helfen, die instabile Verkehrslage und die ineffiziente Infrastruktur zu modernisieren und für eine erfolgreiche Zukunft rüsten.

2. Einführung in die Thematik

Viele Schwellenländer besitzen ein rasantes Bevölkerungswachstum, welches in den meisten Fällen ein erhebliches Verkehrsaufkommen hervorruft. Diese erhöhte Auslastung der Infrastruktur bewirkt ein Verkehrschaos, welches sich vor allem in den Ballungsräumen zu schwer kontrollierbaren Zuständen entwickeln kann. Begünstigt wird diese prekäre Lage oft durch einen geringen Entwicklungsstand des Landes.

Eine nachhaltige Entwicklung, also nicht nur die Erhaltung eines Systems, beispielsweise durch Ressourcenschonung, sondern umfasst auch soziale, ökologische sowie ökonomische Aspekte und eine ständige Anpassung an die jeweiligen Normen der Gesellschaft und Wissenschaft.

a. Verkehrsproblematik allgemein

Die Folgen einer überlasteten Verkehrsinfrastruktur sind in Industrieländern bereits massiv, in Schwellenländern, vor allem in den Ballungsräumen, entstehen höchst chaotische Zustände, mit sehr langen Pendelwegen, einer sehr hohen Umweltbelastung sowie der stark erhöhten Gefahr von Unfällen, vor allem im Straßenverkehr und Schienenverkehr.

Diese Probleme werden in den meisten Industrieländern, wie zum Beispiel in Deutschland, mit Hilfe von modernen, intelligenten Verkehrsleitsystemen bekämpft. Bestandteile dieser Leitsysteme sind:

- Erfassung der aktuellen Verkehrslage durch Sensoren in der Fahrbahn, Bewegungs- und Geschwindigkeitsmessgeräte an neuralgischen Punkten (z.B. Brückenpfeiler, Einfahrten vor Tunneln, etc.) und neuerdings die Erfassung von Mobilfunkdaten.
- Auswertung der erfassten Daten in zentralen Verkehrsleitstellen.
- Direkter Eingriff in den Verkehrsfluss, zum Beispiel durch entsprechende Verkehrsbeeinflussungsanlagen.
- Individuelle Information des Autofahrers durch TMC-fähige Geräte¹.

Grundlegend können diese verschiedenen Ansätze jedoch nicht den Kern des Problems, nämlich die mangelnde Strukturierung und die fehlende nachhaltige Planungen beseitigen.

b. Übertragbarkeit auf Schwellenländer

Hier müssen die Schwellenländer auf das Wissen und die Erfahrung in den Industrieländern zurückgreifen, ohne dabei die eigenen geographischen, soziologischen und kulturellen Besonderheiten zu vernachlässigen. Außerdem müssen Schwellenländer besonders darauf Wert legen, eine möglichst ausgeglichene Kombination aus

¹ Verkehrsinformationen für Navigationssysteme über UKW-Signale

ökologischen, ökonomischen und sozialen Einflüssen herzustellen, die auch auf lange Sicht Probleme vermeidet.

Einige Firmen und Projektteams aus den Industrieländern arbeiten bereits an speziellen Entwicklungen und Projekten für Schwellenländer, unterstützen lokale Entwicklungsteams vor Ort in den Entwicklungsländern oder betreiben Grundlagenforschung in den Bereichen Innovation, Effizienz und Organisation. Neuerdings arbeiten die Teams nicht isoliert für sich selbst, sondern kommunizieren weltweit mit anderen Teams und tauschen dabei wertvolle Erfahrungen aus und verlagern teilweise viele ihrer Dokumente und Berichte in die Cloud-Systeme² oder in weitere Social Network Systeme.

Aufgrund dieser neuen Kommunikationsmittel stehen den Entwicklern und Planern in Entwicklungsländern und Schwellenländern äußerst schnell wichtige Erkenntnisse zur Verfügung, welche direkt an konkrete, lokale Probleme angewandt werden können.

Indien besitzt dabei weitreichende Verträge und Vereinbarungen mit Partnerländern und Unternehmen, profitiert dabei zusätzlich von den in letzter Zeit rasant fortgeschrittenen Technologien.

Diese verschiedenen Innovationen, Entwicklungen, Studienergebnisse, Projekte und Maßnahmen können Indien, vor allem der Hauptwirtschaftsregion Mumbai mit ihren geschätzten 22 Millionen Einwohnern³ dabei helfen, ihre enormen Verkehrsprobleme einzudämpfen und effizientere Produktionswege und Transportwege für ein zukünftiges Wachstum aufzubauen.

c. Metropolregion Mumbai

In der Metropolregion Mumbai leben schätzungsweise 22 Mio. Einwohner, somit bildet Mumbai den größten Ballungsraum Indiens.

Mumbai ist eine über Jahrhunderte errichtete Stadt, die früher aus mehreren Inseln bestand und durch Landrückgewinnungsmaßnahmen aus dem Meer errichtet wurde. Die sieben Inseln, die heute eine der größten Städte der Welt bilden, wurden bereits in der Steinzeit besiedelt. Nach der portugiesischen Herrschaft von 1534 bis 1661 gingen die Inseln an die British East India Company über und wurden von der britischen Architektur und Gesellschaftsform bis in die heutige Zeit geprägt. Eines der größten Bauvorhaben der

² Cloud-Systeme : Online Speicher und Plattform für Unternehmen und Applikationen

³ Schätzung laut World Gazetteer ([http://bevoelkerungsstatistik.de/...](http://bevoelkerungsstatistik.de/)) 2010

British East India Company waren die Landgewinnungsmaßnahmen im späten 18. Jahrhundert. Das Projekt wurde nach dem damaligen Gouverneur von Mumbai, William Hornby, als das „Hornby Vellard Project“ benannt. Dieses Projekt sah vor, die sieben einzelnen Inseln miteinander zu verbinden und einen gemeinsamen Hafen zu schaffen. Die Fertigstellung erfolgte 1848. Mumbai wuchs durch die neugeschaffene, günstige Hafenumlage, vor allem nach der Fertigstellung des Suez Kanals, rasant. Eine weitere, starke Urbanisierungsphase⁴ fand im 20. Jahrhundert statt. Viele Menschen versprachen sich eine neue Perspektive in der größten Stadt Indiens.⁵

Grundlegend für das Wachstum der Region zu einer der wichtigsten und größten Städte Indiens waren unter anderem die besonders günstige Hafenumlage, die sehr günstige Verkehrslage, das relativ ebenflächige Relief sowie die sozialen und kulturellen Besonderheiten der Region Maharashtra. Mumbai besitzt mehrere Museen, Theater, eine Universität und weitere kulturelle Sehenswürdigkeiten.

3. Aspekt 1 Bestehende Probleme

a. Schienenverkehrsproblematik

Mumbai verfügt über ein weitreichendes Straßen- und Schienennetz. Sechs Millionen Pendler benutzen täglich die Eisenbahn, um von den Vororten zu den Arbeitsplätzen in der Innenstadt zu gelangen. Die veralteten und überfüllten Züge mit ihren stets geöffneten Türen und den teils hunderttausenden Passagieren, die teils eingeeengt im Inneren, teils seitlich hängend am Zug oder sitzend auf dem Dach, wie selbstverständlich mehrere Stunden am Tag pendeln und teilweise ihr Leben riskieren, nur um die Familie zuhause ernähren zu können, bilden eine große Sicherheitsgefahr. Die Folge dieser auch außerhalb der Rushhour überfüllten Züge sind Tote und Schwerverletzte. Außerdem bilden diese extrem vollen Züge Anschlagssziele für Terroristen, wie es in der Vergangenheit oft passiert ist (z.B. die Anschlagsserie zwischen 2002 und 2003 oder die verheerenden Bombenanschläge am 11.07.2006 mit 181 Tote und 890 Verletzten).⁶

b. Straßenverkehrsproblematik

Ähnlich gravierend sieht die Lage im Straßenverkehr aus. Hunderttausende PKWs und LKWs stecken in der Rushhour im Stau fest. Die durchschnittliche Pendelzeit variiert auf

⁴ Vgl. [http://bevoelkerungsstatistik.de/...](http://bevoelkerungsstatistik.de/) 12.02.2013

⁵ Vgl. <http://www.goruma.de/Staedte/M/Mumbai/Geschichte.html> 12.02.2013

⁶ Vgl. [http://www.satp.org/satporgtp/...](http://www.satp.org/satporgtp/) 19.02.2013

den einzelnen Strecken stark, beläuft sich aber immer noch auf über eine Stunde. Das Straßennetz ist sehr stark ausgebaut, es gibt wenige freie Flächen, die noch nicht für den Straßenverkehr ausgebaut worden sind.⁷ Zusätzlich fahren tausende Rikschas und Mopeds zwischen den stehenden Fahrzeugen durch. Dies ist eine schnelle Art der Fortbewegung, die jedoch im chaotischen Alltag gefährlich sein kann. Zusätzlich erzeugen die stehenden Fahrzeuge sowie die vielen Rikschas und Mopeds sehr große Mengen CO₂ und andere Schadstoffe, wie Kohlenstoffmonoxid oder Kohlenwasserstoffe. Diese Abgase gefährden langfristig die Gesundheit der Bevölkerung. Eine weitere, oft unterschätzte Problematik betrifft den Fußgängerverkehr. An vielen Stellen sind die Bürgersteige für die Anzahl der Menschen zu klein, Unfälle sind hier ebenfalls möglich.

4. Aspekt 2 Lösungsansätze

a. Zur Schienenverkehrsproblematik

Im Bereich des Schienenverkehrs wurden innerhalb der letzten Jahre einige starke Veränderungen vorgenommen. Der Bau einer insgesamt 135 Kilometer⁸ langen Monorail-Strecke⁹ im April 2011 soll täglich mehr als 25.000 Passagiere befördern. Die Baukosten für die sieben Linien belaufen sich zurzeit auf ca. 4,4 Mrd. US Dollar. Der Bau wird in mehrere Phasen aufgeteilt. Phase 1 befindet sich zurzeit im Bau, voraussichtlich 2015 soll dieser Abschnitt fertig gestellt werden. Phase 2 soll voraussichtlich 2021 fertig gestellt werden.

Neuartige Züge und Waggonen sollen die herkömmlichen ersetzen und die Zahl der vielen Toten und Verletzten reduzieren. Zugtüren sollen durch mehrere Meter lange Schiebetüren ersetzt werden. Sie bieten den großen Vorteil, möglichst vielen Menschen das Ein- und Aussteigen zu ermöglichen. So können innerhalb kurzer Zeit tausende Menschen den Zug wechseln. Stöße, Gedränge und sonstige Einflüsse würden so um ein Vielfaches reduziert werden. Zusätzliche Belüftungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel Klimatisierungsanlagen und Fenster könnten den Komfort der Reisenden zusätzlich erhöhen. Die Preise für eine solche Modernisierung wären relativ gering. Diese wichtigen Details werden beim Monorail-Projekt berücksichtigt und angewandt.

Eine weitere Möglichkeit, die Effizienz der Züge zu erhöhen, wären halb- bzw. vollautomatische Züge. Das französische Unternehmen Alstom arbeitet diesbezüglich an

⁷ Vgl. Anhang, Abbildung 01

⁸ Vgl. Anhang, Abbildung 02

⁹ Vgl. <http://www.mmrdamumbai.org/> Flash-Internetseite 19.02.2013

so einem System. Der sogenannte AGV, ein Nachfolger des TGV, erlaubt Reisegeschwindigkeiten bis zu 360 km/h und wartet mit neuartigen Antriebssystemen auf. Der ohne Triebkopf funktionierende AGV besitzt einen sogenannten „verteilten Antrieb“, der Antrieb erfolgt über Motoren, die sich auf der Unterseite der Achsen befinden. Diese Form des Antriebes erlaubt eine höhere Geschwindigkeit bei gleichzeitig geringerem Wartungsaufwand, geringerem Gewicht und geringeren Kosten. Ein weiteres Konzept, welches mit AGV erstmals ausprobiert worden ist, ist die Verwendung von neuen Kommunikationsmitteln und Signalen von der Zentrale zum Lokführer. Moderne, GPS-basierende Signale, werden direkt auf den Bildschirm des Lokführers übermittelt. Diese Möglichkeiten, einerseits die genaue Position des Zuges ermitteln zu können und andererseits mit dem Lokführer direkt kommunizieren zu können und im Notfall Zugriff auf die Bordelektronik und Steuerung zu erhalten, ermöglichen es, die Frequenz der Züge pro Strecke zu erhöhen. Dadurch können mehr Züge pro Zeiteinheit auf einer Strecke sicher fahren. Außerdem unterstützen die Züge das französische SCMT¹⁰ System, welches eine vollautomatische Kommunikation unter den Zügen ermöglicht.¹¹

b. Zur Straßenverkehrsproblematik

Im Bereich des Straßenverkehrs und Individualverkehrs sind starke Veränderungen, wie die Einführung von Gesetzen zum Umweltschutz (vgl. Euro-Normen, Umweltzonen, etc.), in Mumbai schwer umzusetzen, da viele Menschen auf das Auto angewiesen sind und sich andere Verkehrsmittel kaum leisten können. Zusätzlich arbeiten viele Menschen als Rikscha- und Taxifahrer, die aufgrund eines Verbotes und den daraus resultierenden zusätzlichen Belastungen ihre Arbeit nicht mehr ausführen könnten, was schließlich zu weiteren Problemen führen könnte. Aufgrund dieser Bedenken müssen die Eingriffe in den Straßenverkehr eine ökonomische und ökologische Entlastung für die gesamte Bevölkerung darstellen und nicht die sozialen Disparitäten verschärfen.

Eine bereits durchgeführte Maßnahme zur Entlastung der Straßenverkehrsinfrastruktur, war die Errichtung einer Umgehungsbrücke. Die Bandra-Worli Sea Link Brücke¹² verbindet seit 2009¹³ die Stadtteile Bandra¹⁴ und Worli¹⁵. Mit Hilfe dieser sogenannten

¹⁰ Vgl. <http://www.eurailpress.de/article/view/4/alstom-agv-tests-fuer-ntv.html> 11.02.2013

¹¹ Vgl. <http://www.faz.net/...> 13.02.2013

¹² Vgl. www.msrdc.org/projects/bandra_worli.aspx 11.02.2013

¹³ Vgl. www.expressindia.com/latest-news/... 11.02.2013

¹⁴ Siehe Anhang, Abbildung 03

¹⁵ Siehe Anhang, Abbildung 03

Bypass-Brücke¹⁶, kann die Pendelzeit von mehr als einer Stunde auf ca. 10 Minuten¹⁷ reduziert werden. Sie bildet dabei eine Verlagerung des Verkehrs von der Innenstadt auf das offene Meer. Mautgebühren in Höhe von 1,09 US-Dollar bzw. 1,63 US-Dollar sollen teilweise die Baukosten in Höhe von 347,2 Millionen US-Dollar¹⁸ wieder einbringen.

Weitere Maßnahmen wirken direkt am Anfang des Problems, so werden unter anderem speziell angepasste Fahrzeuge entwickelt, die teilweise noch mit Verbrennungsmotoren, teilweise aber auch mit Elektroantrieben ausgestattet sind. Ein speziell angepasstes Fahrzeug wurde unter dem Namen T600 von der Firma Commuter Cars 2005 entwickelt. Es handelt sich hierbei um ein Elektrofahrzeug für zwei Personen, mit einer Reichweite von 250km und einer Höchstgeschwindigkeit von 241 km/h. Das Besondere an diesem Fahrzeug ist die relativ geringe Breite von 0,99m. Beide Fahrzeuginsassen sitzen dabei hintereinander.¹⁹ Eine solche Politik verfolgt die Firma Tata bereits seit 2008. Es handelt sich hierbei um Indiens erste eigene Automobilfirma für Kleinwagen. Der Tata Nano ist extra für die engen Straßen Indiens designed worden und verbraucht ca. 5L /100 km. Der Preis für ein Fahrzeug beträgt ca. 2500 US-Dollar und stellt damit ein kostengünstiges Fahrzeug für den indischen Markt dar.²⁰

Eine weitere Möglichkeit den Verkehr zu entlasten, wird derzeit in China erforscht. Das Projekt mit dem Titel „3D Express Coach“²¹ soll in den kommenden Jahren im Feldversuch getestet werden. Es handelt sich hierbei um eine Kombination aus Schienenfahrzeug und Bus. Das Fahrzeug ist dabei „durchfahrbar für den regulären Verkehr“, die Passagiere befinden sich oberhalb der Fahrbahn auf einer Höhe von vier Metern. Die für den Betrieb notwendige Infrastruktur lässt sich mit relativ geringen Investitionen aus der bisherigen Infrastruktur erstellen, dabei werden mehrspurige Straßen mit speziellen Schienensystemen, vergleichbar mit einer Straßenbahn, versehen. Über bestimmte Haltestellen oberhalb der Straße können die Passagiere ein- und aussteigen, während der reguläre Verkehr unter dem Fahrzeug weiterfährt. Die Beförderungskapazität beträgt dabei ca. 1400 Passagiere pro Fahrzeug.²²

¹⁶ Siehe Anhang, Abbildung 04

¹⁷ Vgl. www.business-standard.com/india/news/ ... 11.02.2013

¹⁸ Vgl. <http://www.bandraworldisealink.com/technical.html> 13.02.2013

¹⁹ Vgl. Ulrich Bethscheider-Kieser, Future Cars, 2008, S. 100-101

²⁰ Vgl. <http://www.welt.de/wirtschaft/article1536886/>

²¹ Siehe Abbildung 09

²² Vgl. http://www.innovationsreport.de/html/berichte/verkehr_logistik/riesen_brueckenautobus_gegen_verkehrsstau_159417.html 13.02.2013

5. Persönliche Stellungnahme

a. Zu den Lösungsvorschlägen im Schienenverkehr:

Ich persönlich sehe im Schienenverkehr viele positive Ansätze, die den Verkehr im Ballungsraum Mumbai entlasten und gleichzeitig den Komfort und die Sicherheit der Passagiere steigern können. Die in Planung und im Bau befindliche Monorail-Strecke kann die Straßen und Züge in gewissen Bereichen und Regionen der Stadt entlasten, ohne dabei die bisherige Infrastruktur durch die Baumaßnahmen stark behindern zu müssen. Die strombetriebenen Wagen produzieren keine direkten CO₂-Abgase und weitere Schadstoffe, was sich meiner Meinung nach positiv für die Bevölkerung auswirkt. Einzige Kritik habe ich in der Finanzierung des Projektes und des relativ geringen Einflussradius der Stationen. Die Monorail-Strecken würde ich deshalb nicht als einzige Lösung für die vielschichtigen Probleme sehen, sondern als Teillösung, die sich hervorragend in die bisherige Infrastruktur integriert und diese entlastet.

Die Zugumbauten stellen meiner Meinung nach einen wichtigen Schritt für den Komfort und der Sicherheit der Passagiere dar. Viele tödliche Unfälle könnten so vermieden und die Situation vieler Millionen Pendler stark verbessert werden. Teilweise würde eine Kombination zwischen den fortschrittlichen Technologien des französischen AGV und des SCMT Systems und den Anforderungen der indischen Passagiere und Ingenieure die Effizienz der Züge weiter erhöhen. Da die Investitionen hier im Vergleich zur Errichtung einer neuen Infrastruktur gering sind, würden meiner Ansicht nach selbst kleine Verbesserungen den Menschen direkt helfen.

b. Zu den Lösungsvorschlägen im Straßenverkehr

Meiner Meinung nach entlastet der Bau der Bandra-Worli Sea Link Brücke zwar einen Teil der Innenstadt, verlagert jedoch insgesamt das Problem vom Festland auf das offene Meer. Die Umweltverschmutzung besteht weiterhin, Winde können die Abgase und Schadstoffe auf das Festland treiben, die Staus vor den Mautstellen und die generelle Erhebung einer Gebühr entlasten die Bevölkerung meiner Ansicht nach nicht. Finanziell betrachtet ist dieses Großprojekt meiner Meinung nach negativ einzustufen, da die Baukosten extrem hoch waren und die Refinanzierung durch die Bevölkerung geschieht.

Den Lösungsansatz der speziell angepassten Fahrzeuge finde ich hingegen deutlich besser. Dieses Konzept beginnt direkt das Problem zu beheben und so die Situation aller zu verbessern. Einige Kritikpunkte bleiben aber auch hier. Die neuen Technologien, wie

zum Beispiel der Elektroantrieb, sollten für die meisten Menschen, vor allem bei den vielen Geringverdienern, die gerade so ihre Familien ernähren können, bezahlbar sein. Außerdem sollten die Fahrzeuge einen möglichst geringen CO₂-Ausstoß haben, ein Elektroauto, das seine Energie von einem Atomkraftwerk oder einem Kohlekraftwerk bezieht, würde ökologisch betrachtet ebenfalls einen negativen CO₂-Ausstoß haben. Hier würden sich Solarkraftanlagen, Windkraftanlagen und weitere regenerative Energieformen eignen. Zusätzlich könnten diese die lokale Wirtschaft weiter kräftigen und langfristig das Problem der hohen Umweltbelastung deutlich verringern. Verkehrstechnisch ist jedoch der Individualverkehr allgemein das große Problem in den Metropolen der Welt.

Eine gute Verbindung beider Aspekte sehe ich vor allem im „3D Express Coach“. So wird der Individualverkehr reduziert und die hohe Umweltbelastung durch mögliche Abgase dieser Personen stark reduziert. Das Fahrzeug wird mit Hilfe von Photovoltaikanlagen auf der Dachfläche sowie über Kontaktstreifen seitlich, ähnlich dem Prinzip von Stromabnehmern bei Eisenbahnen, mit Energie versorgt. Der herkömmliche Verkehr wird hierbei kaum beeinträchtigt und die Investitionen für die Infrastruktur sind ebenfalls gering. Einziger Kritikpunkt, den ich anführen würde, wäre die Stromerzeugung. Auch hier müssten erneuerbare Energien eingesetzt werden, um langfristig eine Entlastung darzustellen. Den Transport solcher „grünen“ Energie würde ich über ein HGÜ-Netz²³ durchführen, da hier die Wege zwischen den Produktionsorten, wie zum Beispiel Wasserkraftwerke, Solaranlagen und Offshore-Windanlagen, und den Verbrauchsorten mehrere Tausend Kilometer²⁴ haben können.

Abschließend kann ich sagen, dass Mumbai die Chance hat, die jetzige Situation zu ändern, jedoch bedarf es hierbei der Hilfe von außen, durch Experten, Ideen, Konzepten, Projekten und der Hilfe von modernen Verkehrskonzepten und Leitsystemen, die eine moderne Metropole heutzutage für eine Nachhaltige Entwicklung verlangt. Außerdem wäre die Vernetzung von Stadtplanern mit vergleichbaren Problemen in anderen Staaten durch Cloud-Systeme eine weitere Möglichkeit, Ideen, Konzepte und Lösungen für die eigenen Probleme zu finden.

²³ HGÜ = Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung ; siehe Sekundärquelle und http://www.innovationsreport.de/html/berichte/energie_elektrotechnik/erste_800_kv_hgUe_leitung_china_vollbetrieb_156736.html 13.02.2013

²⁴ Vgl. <http://www.gridnewzealand.co.nz/n45.html> 13.02.2013

6. Quellen- und Literaturverzeichnis

a. Deckblatt:

- Bild von ~griffinax
<http://griffinax.deviantart.com/art/Link-164340060?q=gallery%3Agriffinax&qo=10>
und <http://griffinax.deviantart.com>
vom 20.02.2013
Alle Rechte liegen beim Künstler ~griffinax, mit der Erlaubnis, dieses Bild für die vorliegende Seminararbeit benutzen zu dürfen.

b. Sekundärquellen:

- Bethscheider-Kieser, Ulrich, *green designed - Future Cars*, avedition GmbH Fachverlag, 2008
- Dr. Dr. h.e. Obst, Erich, *Allgemeine Wirtschafts- und Verkehrsgeographie*, Band 7 Dritte Auflage, Walter de Gruyter & Co Verlag, Berlin, 1965
- Dr. habil. Schwind, Martin, *Allgemeine Staatengeographie*, Walter de Gruyter & Co Verlag, Berlin New York, 1972
- Fabian, Peter, *Leben im Treibhaus- Unser Klimasystem und was wir daraus machen*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2002
ISBN: 978-3-89989-098-6
- Oeding, Dietrich, Oswald, Bernd R., *Elektrische Kraftwerke und Netze*, Springer Verlag, Berlin 2004

c. Internetquellen:

- <http://bevoelkerungsstatistik.de/wg.php?x=1183078487&men=gpro&lng=de&dat=32&geo=392281282&srt=pnan&col=aohdq&geo=-1048965>
vom 05.02.2013
- http://www.satp.org/satporgtp/countries/india/database/mumbai_blast.htm
vom 05.02.2013
- <http://www.mmrdamumbai.org/>
vom 11.02.2013

- http://www.msrdc.org/Projects/Bandra_worli.aspx
vom 11.02.2013
- <http://www.expressindia.com/latest-news/finally-a-date-set-for-opening-of-bandraworli-sea-link/474673/>
vom 11.02.2013
- <http://www.business-standard.com/india/news/bandra-worli-sea-link-extendedto-haji-ali/323162/>
vom 11.02.2013
- <http://www.eurailpress.de/article/view/4/alstom-agv-tests-fuer-ntv.html>
vom 13.02.2013
- <http://www.faz.net/s/RubD16E1F55D21144C4AE3F9DDF52B6E1D9/Doc~E0B1027468D98413CBD348CFFF40A5925~ATpl~Ecommon~Scontent.html>
vom 13.02.2013
- <http://www.bandraworlisealink.com/technical.html>
vom 13.02.2013
- http://www.innovations-report.de/html/berichte/energie_elektrotechnik/erste_800_kv_hgUe_leitung_china_vollbetrieb_156736.html
vom 13.02.2013
- <http://www.goruma.de/Staedte/M/Mumbai/Geschichte.html>
vom 13.02.2013

d. Abbildungen:

- **Abbildung 01**
Microsoft Bing, Welt-Ansicht, Screenshot erstellt am 11.02.2013
- **Abbildung 02**
Microsoft Bing, Indien-Ansicht, Screenshot erstellt am 11.02.2013
- **Abbildung 03**
Microsoft Bing, Region-Ansicht Maharashtra, Screenshot erstellt am 11.02.2013
- **Abbildung 04**
Microsoft Bing, Region-Ansicht Mumbai, Screenshot erstellt am 11.02.2013
- **Abbildung 05**

Google Maps, Satellitenbild Mumbai, Screenshot erstellt am 11.02.2013

➤ **Abbildung 06**

Wikipedia, Bandra-Worli Sea Link,

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Bandra-Worli_Sea_Link_Map.png

vom 11.02.2013

➤ **Abbildung 07**

Bandra-Worli Sea Link Alignment Plan,

<http://www.bandraworlisealink.com/map.html>

vom 11.02.2013

➤ **Abbildung 08**

Monorail by Larsen & Toubro,

http://www.larsentoubro.com/Intcorporate/CORP/images/MonorailALIGNMENT_MAP_FULL_OPT.jpeg

vom 11.02.2013

➤ **Abbildung 09**

<http://www.engadget.com/2010/08/02/china-to-build-ginormous-buses-that-cars-can-drive-under-video/vom>

vom 15.02.2013

Abbildung 01:



Abbildung 02:

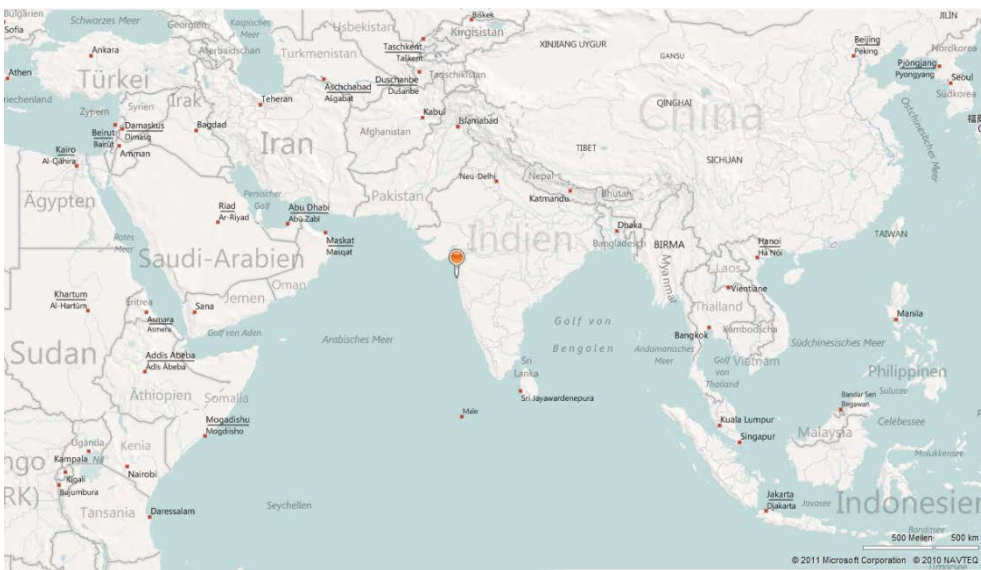


Abbildung 03:

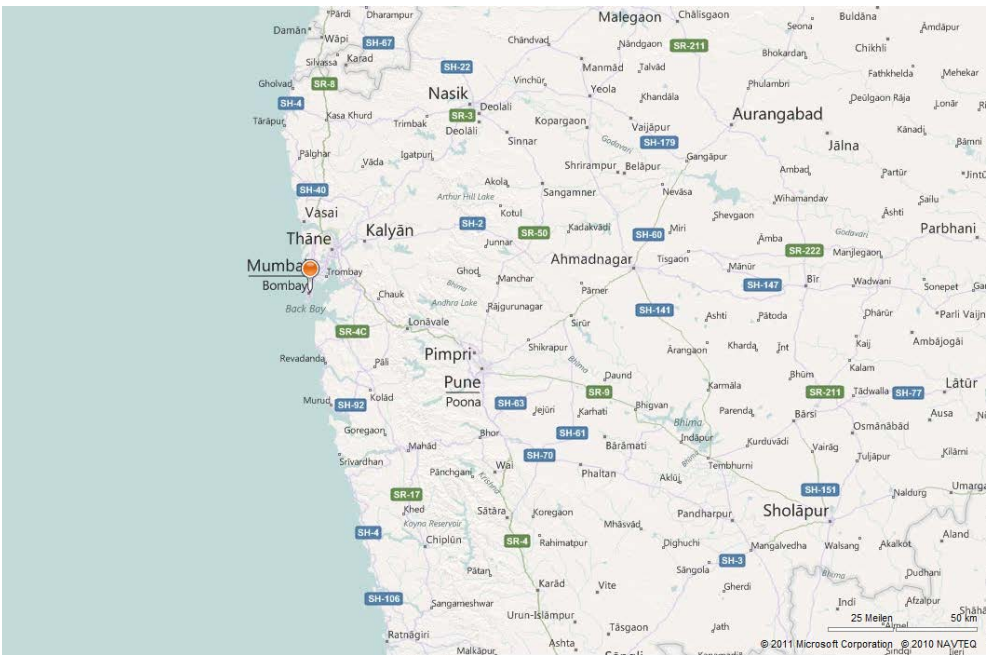


Abbildung 04:

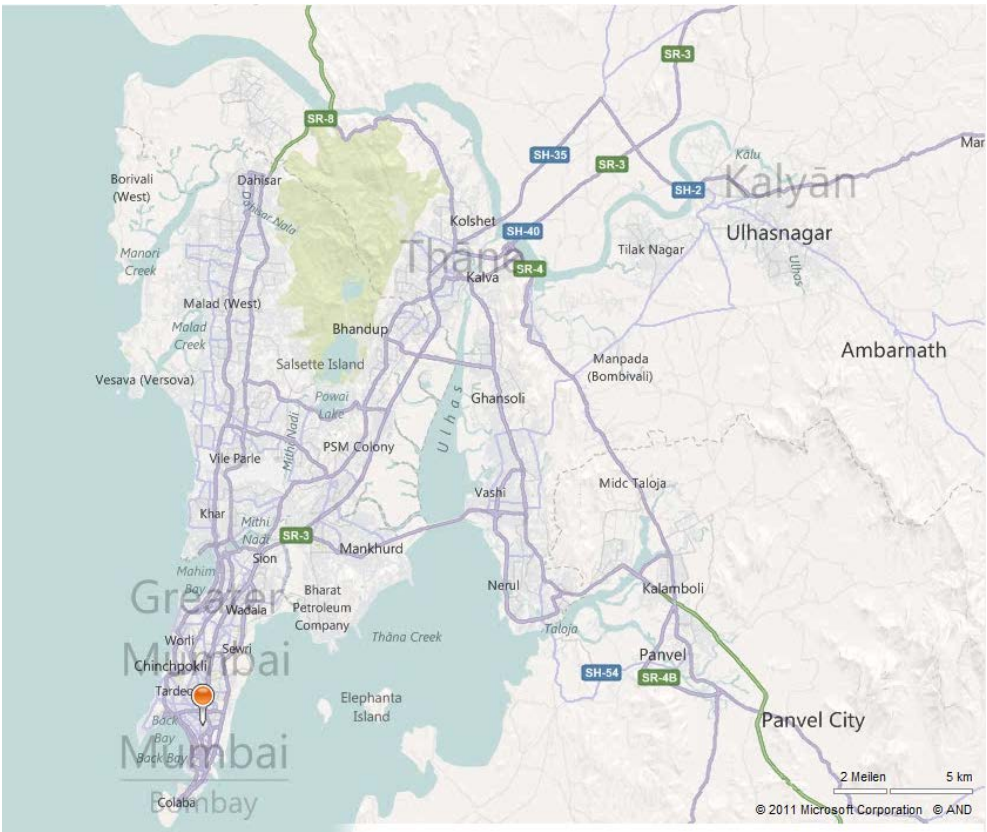


Abbildung 05:

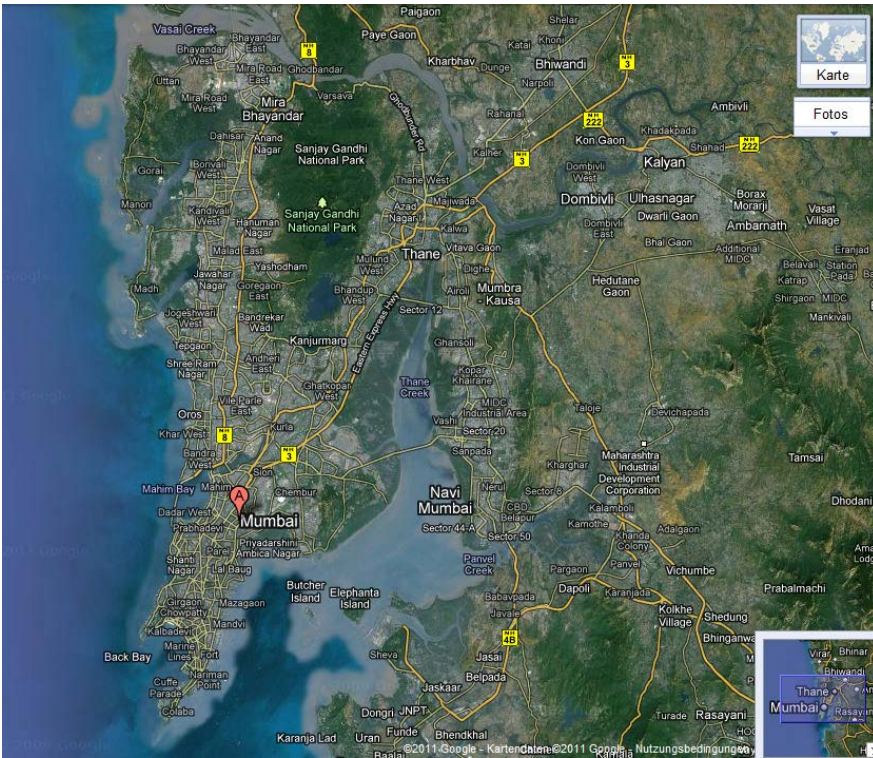


Abbildung 06:

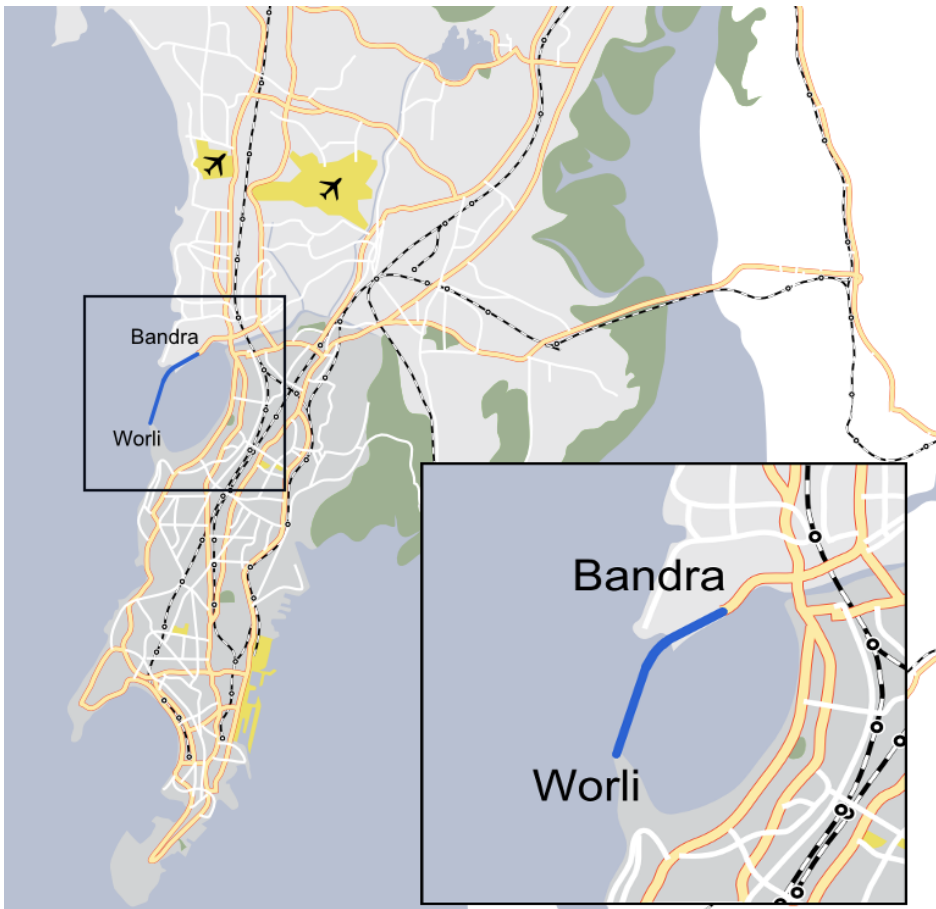


Abbildung 07:

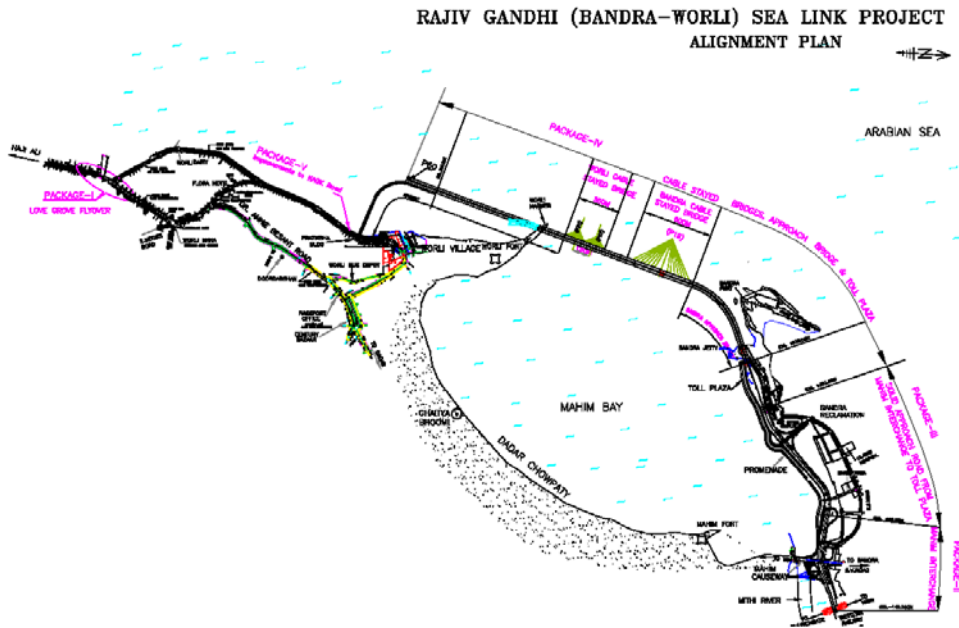


Abbildung 08:

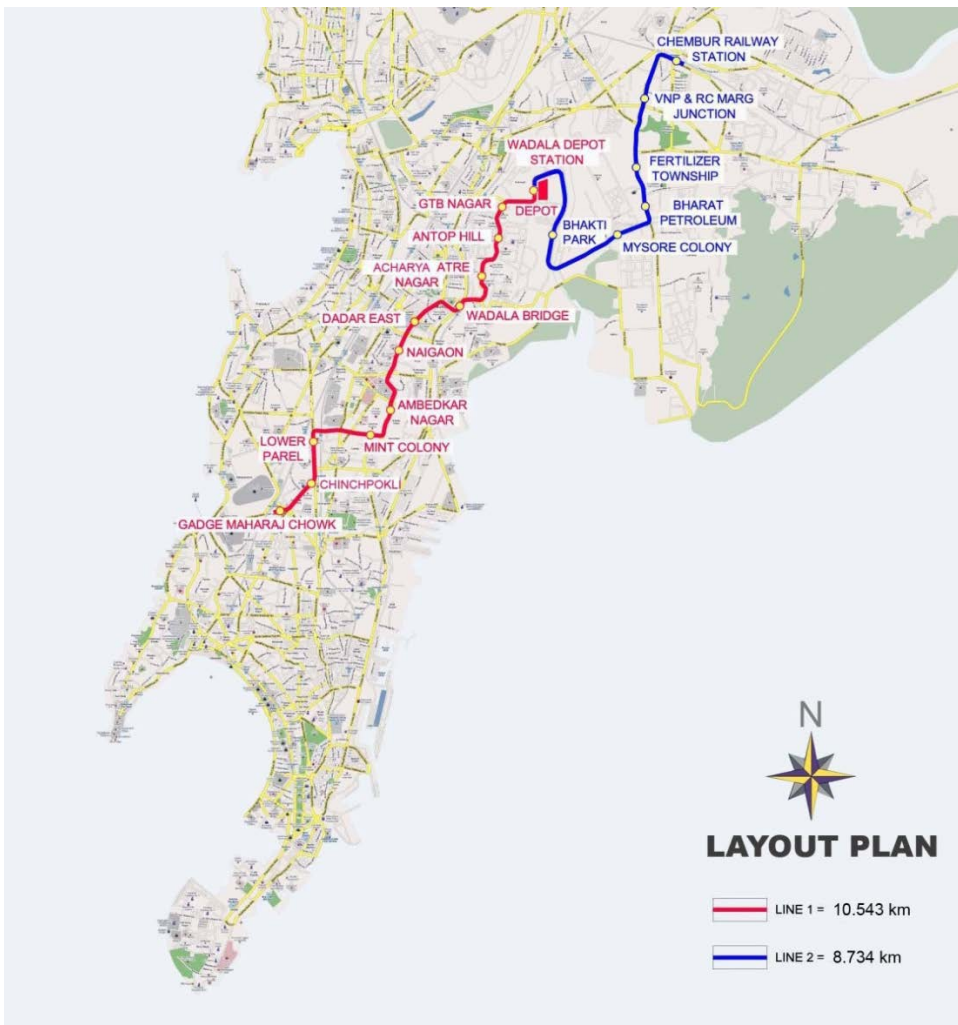


Abbildung 09:



8. Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorgelegte Seminararbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis aufgeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Nico Ilin