



**Überprüfung der Standardisierten Bewertung**  
**S21 Hamburg - Kaltenkirchen**  
**Überarbeitete Fassung**

München, den 29.6.2016

Auftraggeber:  
BI-Bahnstrasse  
Hamburger Weg 32d  
25479 Ellerau



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Ausgangssituation	3
2. Standardisierte Bewertung	3
3. Überprüfung der Rechenschritte	6
3.1 Analyse der Reisezeitsalden	6
3.2 Umrechnung der Reisezeitsalden auf verlagerten Verkehr	8
3.3 Überprüfung der Investitionskosten	9
3.4 Überprüfung der ÖV-Betriebskosten außer Energiekosten	10
3.5 Überprüfung der ÖV-Energiekosten und ÖV-CO <sub>2</sub> -Emissionskosten	15
3.6 Neukalkulation des Nutzen-Kosten-Wertes	19
3.7 Auswirkung der einzelnen Korrekturen auf den Nutzen- Kosten-Wert	20
4. Gesamtbewertung der Intraplan-Studie	21
5. Möglichkeiten zur Projekt-Optimierung	23
6. Kurzfassung	26
Anlage 1: Herleitung der Reisezeitgewinne in Fahrgastminuten	31
Anlage 2: Fahrsimulation LINT54	35



## 1. Ausgangssituation

Die Umstellung der AKN-Strecke Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen von Dieselbetrieb auf eine elektrisch betriebene S-Bahn-Strecke und deren volle Integration in das Hamburger S-Bahn-System ist seit Jahren in der Diskussion. Konkret ist vorgesehen, die bislang von Aumühle kommende und in Elbgaustraße endende Linie S21 ab Eidelstedt auf die Trasse der AKN zu verlegen und nach Kaltenkirchen zu verlängern, so dass das heute in Eidelstedt erforderliche Umsteigen zwischen AKN- und S-Bahn-Zügen entfällt. Hierfür sollen die verbleibenden eingleisigen Abschnitte im Bereich Eidelstedt sowie von Quickborn nach Tanneneck zweigleisig ausgebaut und es soll die gesamte AKN-Strecke von Eidelstedt bis Kaltenkirchen mit einer Wechselstrom-Oberleitung versehen werden. Es sollen dann S-Bahn-Züge der Baureihe 490 zum Einsatz kommen, die auch auf anderen elektrifizierten DB-Strecken im Großraum Hamburg eingesetzt werden können, beispielsweise nach Stade oder künftig nach Bad Oldesloe.

Der größte Nutzen der Maßnahme besteht in der künftigen Direktverbindung ohne Umsteigen. Durch den durchgehenden zweigleisigen Ausbau wird die heutige lange Standzeit in Quickborn und die Umsteigezeit in Eidelstedt eingespart. Insgesamt können so ca. 5 Minuten Standzeit eingespart werden. Die eigentlichen Fahrzeiten sollen gegenüber den heutigen Dieselzügen nicht verkürzt werden.

Die Firma Intraplan Consult hat im Oktober 2014 eine sog. Standardisierte Bewertung für dieses Projekt erstellt mit dem Titel "Standardisierte Bewertung S21 Hamburg - Kaltenkirchen".

Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH hat von der BI-Bahnstrasse den Auftrag erhalten, diese Standardisierte Bewertung kritisch zu sichten und eventuelle Fehler aufzuspüren.

## 2. Standardisierte Bewertung

In Deutschland ist es für Infrastrukturmaßnahmen im Schienenpersonennahverkehr mit einem Investitionsvolumen von mindestens 25 Mio EUR vorgeschrieben, dass eine wirtschaftliche Bewertung in Form einer sog. Standardisierten Bewertung durchgeführt wird. Diese Bewertung wird als volkswirtschaftliche Nutzen-Kosten-Analyse bezeichnet, bei der die volkswirtschaftlichen Kosten dem volkswirtschaftlichen Nutzen gegenübergestellt werden. Für die Standardisierten Bewertung gilt folgende Formel:



$$\frac{\text{Nutzen - Betriebskosten}}{\text{Investitionskosten}} > 1,0$$

Das heißt, der Nutzen abzüglich der Betriebskosten wird durch die Investitionskosten geteilt. Alle diese Zahlen werden auf ein Jahr bezogen, d.h. statt der Investitionskosten werden über die Abschreibungsdauer gleichförmige jährliche Abschreibungen und Zinsen angesetzt ähnlich der Kreditrate einer Baufinanzierung (sog. Annuität). Ist der Quotient größer 1,0, dann ist eine Bezuschussung des Bundes nach Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) zulässig, andernfalls ist die Bezuschussung nicht zulässig. Dasselbe gilt im Prinzip auch für eine Landesfinanzierung wie für jede Bezuschussung mit Steuermitteln, doch wird die Standardisierte Bewertung in erster Linie mit den Bundeszuschüssen in Verbindung gebracht. Erst kürzlich hat der Bundesrechnungshof im Zusammenhang mit einem Stadtbahnprojekt in Karlsruhe darauf hingewiesen, dass diese Regel auch dann gilt, wenn die Baukosten während des Baus ansteigen. Im Extremfall müssen also Bundeszuschüsse zurückgezahlt werden, wenn sich im Nachhinein herausstellen sollte, dass die ursprüngliche Berechnung nicht zutraf. Diese Gefahr ist vor allem bei Projekten gegeben, deren Nutzen-Kosten-Wert nur knapp über 1,0 liegt und kleinere Baukostensteigerungen oder Rechenfehler den Nutzen-Kosten-Wert auf unter 1,0 sinken lassen.

Die Standardisierte Bewertung definiert einen "Ohnefall" (gelegentlich auch als "Nullfall" bezeichnet) und einen "Mitfall". Der Ohnefall stellt den Zustand dar, wenn die Maßnahme nicht realisiert wird. Er ist der heutigen Situation oft ähnlich, doch bezieht er sich auf ein Jahr in der Zukunft, momentan meist 2025, und es fließen prognostizierte Siedlungsentwicklungen und die Realisierung anderer, schon fest beschlossener Verkehrsprojekte mit hinein. Der "Mitfall" unterstellt die Realisierung der zu bewertenden Maßnahme. Alle ökonomischen Betrachtungen der oben genannten Formel stellen eine Differenz aus Ohnefall und Mitfall dar. Es wird also nicht der Nutzen absolut betrachtet, sondern konkret der zusätzliche Nutzen, der sich aus dem Mitfall im Vergleich zum Ohnefall bildet, oder die zusätzlichen Betriebskosten des Mitfalls gegenüber dem Ohnefall. Die Gestaltung des Ohnefalls hat auf das Bewertungsergebnis einen genauso großen Effekt wie die Gestaltung des Mitfalls.

Es gibt eine sehr genaue und umfangreiche Anleitung zur Standardisierten Bewertung. ("Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des ÖPNV und Folgekostenrechnung Version 2006", ca. 200 Seiten) Im Unterschied zu anderen Nutzen-Kosten-Untersuchungen ist der Ermessensspielraum des Gutachters hier stark eingeschränkt. Der Nachteil der Rechenmethode ist allerdings die hohe Komplexität des Rechenverfahrens.



Es gibt Dutzende von Stellschrauben und mehrere 100 Rechenschritte - es reicht schon ein einziger auf den ersten Blick eher unbedeutender Fehler aus, um ein völlig anderes Endergebnis zu erhalten.

Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH hat langjährige Erfahrung mit der Überprüfung von Nutzen-Kosten-Analysen und speziell auch Standardisierter Bewertungen. Seit 2010 hat die VIAREGG-RÖSSLER GmbH eine ganze Reihe von Untersuchungen der Firma Intraplan Consult nachgerechnet und stieß ausnahmslos jedes Mal auf gravierende Fehler. Der folgenreichste Fehler war ein Rechenfehler bei der Nutzen-Kosten-Untersuchung aller 50 Projekte des Bundesverkehrswegeplans 2015 aus dem Jahr 2010, die vom Büro Intraplan in Kooperation mit dem Büro BVU für das Bundesverkehrsministerium durchgeführt wurde (Intraplan/BVU: Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege, Abschlussbericht November 2010): Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH stellte eine schwerwiegende Implausibilität bei den LKW-Betriebskosten fest. Dieser Rechenfehler war so gravierend, dass nach Korrektur des Fehlers sich bei der Mehrzahl der Projekte der Nutzen-Kosten-Wert in etwa halbierte. Diesen Fehler hat die Firma Intraplan inzwischen zugegeben und in der erneuten Bewertung des Bundesverkehrswegeplans wird dieser Fehler nun korrigiert. (Intraplan u.a., Entwicklung einer verkehrlichen Konzeption für den Eisenbahnkorridor Mittelrheinachse - Rhein/Main - Rhein/Neckar - Karlsruhe, Abschlussbericht 10.03.2015, S. 49)

Die extremste falsche Einzelbewertung der letzten Jahre ergab sich im Süden der Republik in München. Hier wird von der DB AG ein zweiter S-Bahn-Tunnel unter der Innenstadt parallel zum bestehenden Tunnel in extremer Tieflage geplant. Dieser neue Tunnel ist unter Fachleuten wegen zahlreicher planerischer Mängel, zusätzlicher Umsteigezwänge, geplanten Taktausdünnungen und den langen Zugangswegen bei 40 m tiefen Bahnhöfen sehr umstritten. Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH hat die Reisezeitverkürzungen und -verlängerungen anhand aktueller Fahrgastzahlen in Fahrgastminuten (eingesparte oder verlängerte Fahrzeiten in Minuten pro Fahrgast und Tag) ermittelt. Diese Reisezeitänderungen sind ein entscheidender Input für die eigentliche Standardisierte Bewertung. Verdoppeln sich die Reisezeitverkürzungen, so erhöht sich der Nutzen in der Standardisierten Bewertung ebenfalls um Faktor zwei. In München hat sich herausgestellt, dass die von Intraplan angenommene Reisezeitverkürzung von 630.000 Fahrgastminuten pro Tag gar nicht zutreffend ist, sondern sich vielmehr eine Reisezeitverlängerung von 768.000 Fahrgastminuten einstellen würde. Durch diese Reisezeitverlängerung wird der Nutzen negativ, der Nutzen-Kosten-Wert liegt nicht, wie bislang angegeben, bei 1,2, sondern bei minus 2,1. Es hat sich inzwischen herausgestellt, dass weder die verlängerten Fußwege in den Tiefbahnhöfen, noch ein Zuschlag für das erstmalige Umsteigen berücksichtigt wurde, wie es in der Standardisierten Bewertung genau vorgeschrieben ist. Allein diese zwei Fehler erklären schon die riesige Bewertungsdifferenz.



## 3. Überprüfung der Rechenschritte

### 3.1 Analyse der Reisezeitsalden

Die Fa. Intraplan stellt auf S. 19 der "Standardisierten Bewertung S21 Hamburg - Kaltenkirchen" dar, wie viele Fahrgäste zwischen welchen Stationen im Ohnefall unterwegs sind; diese Zahlen werden auch als Querschnittszahlen bezeichnet. Anhand der ebenfalls offengelegten Fahrpläne von Ohnefall und Mitfall (S. 29) wird deutlich, an welchen Stellen des Linienverlaufs der neuen S21 wieviel Minuten Fahrzeitverkürzung erzielt werden. Wenn man diese Fahrzeitgewinne in Minuten mit der Anzahl der Fahrgäste multipliziert, die im Ohnefall von der geplanten Fahrzeitverkürzung des Mitfalls profitieren, lassen sich so die Fahrzeitgewinne in Fahrgastminuten errechnen: So sind zum Beispiel zwischen Eidelstedt Zentrum und Eidelstedt 12.200 Menschen pro Werktag im Jahr 2025 in den Zügen der AKN im Ohnefall unterwegs. Mit Umstellung auf die S-Bahn (Mitfall) profitieren diese Fahrgäste von einer verkürzten Aufenthalts- bzw. Umsteigezeit in Eidelstedt von 1,6 Minuten. Daraus ergibt sich ein Fahrzeitgewinn von  $12.200 \text{ mal } 1,6 = 19.520$  Fahrgastminuten. In der Summe weist Intraplan eine Reisezeitverkürzung in Höhe von 2170 plus 330 Stunden (S. 45) aus, das sind genau 150.000 Minuten. Es wird außerdem eine Reisezeitverschlechterung (durch die Ausdünnung des S-Bahn-Angebots im Bereich Elbgaustraße und geänderte Busrouten) von 380 plus 110 Stunden ausgewiesen. Die Verschlechterungen können nicht wirklich nachgerechnet werden, weil die Busfahrpläne nicht vorliegen. Die Größenordnung erscheint jedoch plausibel. Doch die angenommenen 150.000 Minuten Reisezeitverkürzung lassen sich anhand der Informationen aus der vorliegenden Standardisierten Bewertung sowie anhand der Anleitung zur Standardisierten Bewertung in der Größenordnung auf Korrektheit überprüfen.

In der Standardisierten Bewertung wird zwischen Fahrzeit und Reisezeit unterschieden. Die Fahrzeit ist die Zeitspanne, die ein Zug von einer Start-Station zur Ziel-Station benötigt. Die Reisezeit enthält zusätzlich noch Fußwege zur Start-Station und von der Ziel-Station zum Ziel, ggfs. Umsteigewege zwischen Verkehrsmitteln und Wartezeiten. Die Fußwege von und zu den Stationen spielen hier keine Rolle, weil sie sich zwischen dem AKN-Betrieb und dem S-Bahn-Betrieb nicht unterscheiden, von der einen zusätzlich geplanten Station Schnelsen Süd einmal abgesehen. Da die Reisezeit die Attraktivität des Verkehrsmittels widerspiegelt, werden die einzelnen Phasen der Reisezeit entsprechend des subjektiven Empfindens der Fahrgäste gewichtet: So wird beispielsweise die besonders negativ erlebte Wartezeit beim Umsteigen auf den Anschlußzug mit Faktor 1,3 gewichtet und längere



Fußwege werden noch stärker gewichtet, die in diesem Fall aber nicht weiter betrachtet werden müssen (siehe oben). Die Standardisierte Bewertung sieht einen großen Vorteil in einer Direktverbindung ohne Umsteigen und eine solche Verbesserung wird mit einem besonders hohen Bonus in Form von (gefühlter) zusätzlicher Reisezeitverkürzung versehen.

Im Einzelnen handelt es sich um eine von Reihe von Einzelpunkten, deren Höhe in (zum Teil gewichteten, subjektiven) Fahrgastminuten gut ermittelt werden kann. Bei Fahrzeitgewinnen wurde immer der Mittelwert aus beiden Fahrtrichtungen herangezogen. Der Fahrplan wurde der Standardisierten Bewertung entnommen. (S. 29) Die Fahrgastquerschnitte des Ohnefalls finden sich auf S. 19. Die Anleitung zur Vorgehensweise findet sich in der Anleitung zur Standardisierten Bewertung (Kapitel 2.2.3, ab S. 27).

In Anlage 1 wird die genaue Herleitung der Reisezeitgewinne in Fahrgastminuten beschrieben.

Es ergibt sich folgendes Bild der eingesparten Fahrgastminuten:

Tab. 1: Reisezeitgewinne in Fahrgastminuten pro Werktag

(1) Reisezeitgewinn Ulzburg Süd	1.000
(2) Reisezeitgewinn Quickborn	18.585
(3) Reisezeitgewinn Eidelstedt:	
(3a) Ungewichteter Reisezeitgewinn	20.320
(3b) Komfortgewinn Wegfall Umsteigen	8.000
(3c) Qualitätsgewinn Direktverbindung	61.335
(4) Taktverdichtungen:	
(4a) nördlich Quickborn	4.640
(4b) südlich Eidelstedt	20.000
(5) Bonus Stationsausstattung	15.000
	<hr/>
Summe	148.800

Somit kann die Angabe von Intraplan, dass sich die Reisezeit in der Summe um 150.000 Fahrgastminuten (S. 55) verringere, bestätigt werden. Hierbei resultieren lediglich 40.000 Fahrgastminuten (nämlich von 1 bis 3a) aus der tatsächlichen Fahrzeitreduzierung, während sich die restliche Verringerung der Reisezeit von 110.000 Fahrgastminuten aus gewichteten subjektiven Effekten und Qualitäts-Boni ergibt.



### 3.2 Umrechnung der Reisezeitsalden auf verlagerten Verkehr

Der Hauptnutzen liegt bei einer Standardisierten Bewertung in der Verlagerung von PKW-Verkehr auf den Öffentlichen Verkehr. Hier werden vor allem eingesparte PKW-Betriebskosten und eingesparte Umweltschäden als Nutzen ausgewiesen.

In der Studie von Intraplan wird der derzeit laufende 6-spurige Ausbau der A7 zwischen Kaltenkirchen und Hamburg nicht erwähnt. Ob der 6-spurige Ausbau unterstellt ist oder nicht, ist aus dem Bericht nicht ersichtlich. Falls der Ausbau nicht berücksichtigt sein sollte, würde dies in der Tendenz zu einer Senkung des vom PKW auf die Schiene verlagerbaren Verkehrs führen, denn beim Nullfall müßte schon mit einem niedrigeren Verkehrsaufkommen im Öffentlichen Verkehr gerechnet werden, auf das sich dann der prozentuale Verlagerungseffekt bezieht. Bei anderen Nahverkehrsprojekten konnte durch einen Neubau oder Ausbau einer parallelen Autobahn ein Rückgang der Bahnfahrergäste in der Größenordnung von 10 bis 20% gemessen werden. D.h. auch die zusätzlichen Fahrgäste wären um diesen Faktor zu reduzieren. Wie hoch dieser Effekt hier konkret sein könnte, ist sehr schwer abzuschätzen.

Alternativ zu aufwendigen Computer-Berechnungsmodellen, wie sie Intraplan einsetzt, finden sich in der Standardisierten Bewertung auch Faustregeln, die bei kleineren Projekten statt der Computermodelle verwendet werden dürfen oder aber auch der Plausibilitätsprüfung des Computermodells dienen können. Die Faustregel besagt, dass durch eine Reisezeitverkürzung von 10% ein Mehrverkehr im Öffentlichen Verkehr von 8% erzeugt wird, wobei als Berechnungsbasis die gesamte Reise incl. Fußwege anzusetzen ist (Vereinfachtes Projektdossierverfahren, S. 4). Die (gewichtete, subjektive) Reisezeitverkürzung beträgt nach der Aufstellung im vorherigen Kapitel durchschnittlich rund 12 Minuten pro Fahrgast. Diese Zeitspanne erhält man, indem man die Gesamtsumme der eingesparten Fahrgastminuten (150.000) durch den Querschnitt im Nullfall nördlich Eidelstedt (12.200) teilt.

Bei einer durchschnittlichen Fahrzeit incl. An- und Abmarsch von geschätzt rund 45 Minuten und einer Reisezeitverkürzung von 12 Minuten ergibt sich eine prozentuale (gefühlte, nicht reale) Reisezeitverkürzung von 26,7%. Demnach wäre mit einem Mehrverkehr von 21,6% zu rechnen. 21,6% von 12.200 Fahrgästen wären demnach 2635 zusätzliche Fahrgäste pro Werktag.

Die Verbesserung der Bedienungshäufigkeit sowie die Reduzierung von Umsteigehäufigkeiten wird im vereinfachten Bewertungsverfahren nochmals extra bewertet, so dass die Anzahl der vom PKW verlagerten Fahrgäste





deutlich höher liegen wird als die oben genannte Zahl von 2635 Fahrgästen. Die Verlagerung von 3.900 PKW-Fahrten pro Tag - bei einer durchschnittlichen Besetzung von 1,4 Personen pro PKW wären das 5460 Fahrgäste - erscheinen somit in der Tendenz zwar eher hoch, aber nicht falsch. Eine genauere Aussage läßt sich hier aufgrund der fehlenden Einblicke in das Computermodell nicht treffen.

### 3.3 Überprüfung der Investitionskosten

Die von Intraplan angesetzten Investitionskosten - diese wurden vermutlich von externen Büros als Input zur Weiterbearbeitung geliefert - erscheinen überwiegend plausibel, was die Größenordnung angeht. In diesem Rahmen läßt sich eine detailliertere Überprüfung nicht vornehmen.

Ein Einzelwert erscheint zwar nicht direkt falsch, aber dennoch fragwürdig, und zwar der Kostenansatz für das zweite Gleis zwischen Quickborn und Tanneneck. Mit Kosten von 14,3 Mio EUR (ohne Oberleitung und Signaltechnik) für die Gleisbau-Maßnahmen auf einer Länge von rund 4,5 km errechnen sich Kosten von lediglich 3,17 Mio EUR pro Kilometer, was bundesweit einmalig niedrig ist. Für den zweigleisigen Ausbau der nicht elektrifizierten Bahnstrecke Ampfing - Altmühldorf wurden 6,4 Mio EUR pro Kilometer aufgewendet. Im Idealfall wäre ein solch günstiger Wert von 3,17 Mio EUR pro Kilometer möglicherweise erreichbar, doch es gibt hier zwei Unsicherheiten, die wahrscheinlich dazu führen, dass die Kosten doch deutlich höher liegen werden:

- (1) Der niveaugleiche Bahnübergang der Bahnstraße in Ellerau über die zukünftig zweigleisige Eisenbahnstrecke weist zwei geometrische Besonderheiten auf: (1) Die Bahnstrecke schneidet die Straße in einem sehr flachen Winkel und (2) die beiden Gleise verlaufen in einer Kurve und sollen nach den vorliegenden Planunterlagen jeweils eine Überhöhung von 85 mm aufweisen: Bei jedem Gleis wird also die äußere Schiene um 8,5 cm höher als die innere Schiene liegen, wobei jedoch für beide Gleismitten dasselbe Niveau vorgesehen ist (Plan Büro Sellhorn Nr. 253). Daraus würden sich für das Niveau der Straße ein wellenförmiger Verlauf in Längsrichtung - von West nach Ost betrachtet - mit einer Kuppe vor dem westlichen Gleis, gefolgt von einer Wanne zwischen den Gleisen und wieder gefolgt von einer Kuppe vor dem östlichen Gleis, ergeben. Unterstellt man auf diesem Straßenabschnitt eine Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h, so wäre zwischen den zwei Gleisen Neigungswechsel der Straße in Form von einer Kuppe und einer Wanne von ca. 100 m Länge zu planen, obwohl nur 3 m zur Verfügung stehen. Eine realisierbare Planung würde hingegen beinhalten, dass beide Gleise gemeinsam auf einer



schrägen Ebene liegen, wobei die Mitte des westlichen Gleises 24 cm höher als die Mitte des östlichen Gleis verlaufen würde; im Westen des Bahnübergangs müßte sich die Kuppe der Straße und östlich davon eine Wanne befinden. Eine geometrisch korrekte Planung würde somit auf mehreren 100 m Länge eine Neutrassierung der Straße erfordern. Die Alternative wäre: Man verzichtet auf die Gleisüberhöhung, so dass die Geschwindigkeit der Züge gegenüber der bisherigen Planung auf 40 km/h gesenkt werden müßte.

- (2) Auf 650 m Länge müssen 30 an die Bahntrasse angrenzende Anwesen für das zusätzliche Gleis einen jeweils rund 4 m breiten Geländestreifen abtreten, was die Anwesen entwertet. Der Abstand zwischen den Häusern und dem Zaun zur Bahnlinie hin reduziert sich zum Teil bis auf 3 m, was den Gesamtwert der Anwesen weiter schmälert. Um Enteignungen zu vermeiden, müßten vermutlich sehr hohe Entschädigungen gezahlt werden, die weit über dem Quadratmeterpreis der Grundstücke liegen. Wenn nur einer der 30 Anwohner nicht freiwillig den Grund abgibt und eine exorbitant hohe Ablöse verlangt, werden die Nachbarn diesen Betrag ebenfalls einfordern. Allein diese Entschädigungen werden voraussichtlich im Bereich von mehreren Millionen EUR liegen und sind nicht durch den extrem niedrigen Kostenansatz für das zweite Gleis abgedeckt.

Der Betrag von 14,3 Mio EUR wird im Folgenden nicht modifiziert, da die voraussichtlichen Mehrkosten aus heutiger Sicht nicht einmal im Ansatz beziffert werden können. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der veranschlagte Betrag nicht ausreichen wird. Den zugrundegelegten Betrag kann man somit als unteren Eckwert sehen.

### **3.4 Überprüfung der ÖV-Betriebskosten außer Energiekosten**

Im Unterschied zu den Verkehrsprognosen, die wegen des nicht offen gelegten Computermodells nicht vollständig nachgerechnet und nur näherungsweise überprüft werden können, läßt sich die Herleitung der Betriebskosten des Mitfalls gegenüber dem Nullfall aufgrund der vorliegenden Festlegungen und konkreten Zahlenwerte genau nachrechnen. So sind beispielsweise in der Standardisierten Bewertung diverse Wertansätze wie Abschreibungszeiten oder Stundenlohn für den Lokführer genau festgelegt und die erforderliche Anzahl von Fahrzeugen und das Personal ergibt sich aus dem geplanten Fahrplan. Ein Ermessensspielraum von Seiten der Gutachter liegt hier nicht vor.

Die vielen einzelnen Rechenschritte wurden Schritt für Schritt nachvollzogen und es wurden Zwischenergebnisse mit denen aus der vorliegenden Stan-



dardisierten Bewertung verglichen. Dabei ergab sich, dass die ausgewiesenen Zahlen voneinander abweichen. Beispielsweise werden für die "laufleistungsabhängigen Unterhaltskosten von Schienenfahrzeugen" über den Bericht verteilt vier unterschiedliche Werte ausgewiesen:

Tab. 2: Jährliche Laufleistungsabhängige Unterhaltskosten von Schienenfahrzeugen

laut Tab. 5-7 auf S. 44:	722.000 EUR
laut Fließtext auf S. 42:	716.000 EUR
laut Fahrzeug-km von Tab. 5-2 mal kilometerabh. Unterhaltskosten pro km S. 42	760.000 EUR
laut Fahrz.-km aus Formblatt 5.4 (PDF-S. 79) mal kilometerabh. Unterhaltskosten pro km S. 42	451.000 EUR

Gar nicht nachvollziehbar sind die Unterschiede bei den Formblättern 5.4 und 5.5: In Formblatt 5.4 sind einige Zahlen mit dem Hinweis "ohne Beiwagenbetrieb" versehen. Beiwägen sind unmotorisierte Anhänger bei Triebzügen, wie es sie früher einmal auf der AKN gegeben hat. Möglicherweise ist hier aber etwas anderes gemeint, und zwar der tageszeitabhängige Einsatz von Vollzügen statt Kurzzügen bei elektrischen S-Bahn-Zügen. Dann wäre der letztgenannte abweichende niedrige Wert erklärbar.

Vermutlich sind die Betriebskosten korrekt berechnet worden, was die weiteren Rechenschritte nach Festlegung der Inputdaten angeht, aber in den Formblättern und im Bericht wurden die Zwischenergebnisse unklar ausgewiesen oder aber beim Berichtstext wurden sinnentstellende Rundungen vorgenommen. Die Fa. Intraplan schreibt in einer Stellungnahme zur 1. Fassung des vorliegenden Berichts, dass die oben genannten Unterschiede sich zum Teil auf Rundungseffekte zurückführen lassen und im Zweifelsfall die Werte in den Formblättern gültig sind und nicht die im Bericht.

Im weiteren Verlauf der Studie wird nun, im Unterschied zur ersten Fassung der vorliegenden Studie, davon ausgegangen, dass im genannten Bereich der weiteren Rechenschritte keine ergebnisrelevanten Fehler bei den Rechenschritten in den Formblättern vorliegen.

Bei den meisten Standardisierten Bewertungen werden Projekte mit baulich aufwendigen Infrastrukturmaßnahmen betrachtet, bei denen es vor allem um zusätzliche Angebote geht. Im wesentlichen wird der Nutzen aus den zusätzlichen Angeboten den Investitionskosten gegenübergestellt. Die zusätzlichen Betriebskosten sind dann oft nur eine unbedeutende Größe. In einem solchen Fall führen ungenaue oder falsche Inputdaten bei den Betriebskosten nur zu einer geringen Änderung des Nutzen-Kosten-Wertes.



Hier handelt es sich jedoch um ein Projekt, bei dem die Betriebskosten im Vergleich zu den Investitionskosten ungewöhnlich hoch sind: Laut Intraplan betragen die Investitionskosten 3,65 Mio EUR pro Jahr, während die jährlichen Betriebskosten bei 5,75 Mio EUR liegen.

Kleine Abweichungen bei den Betriebskosten führen hierbei schon zu großen Änderungen der Ergebnisse. Da nicht absolute Werte (von Kosten oder Energieverbräuchen) betrachtet werden, sondern Differenzen zwischen dem Bezugsfall und dem Planfall, können sich überraschende Hebeleffekte einstellen. Das kann man am besten mit einem Sportereignis vergleichen: Alle Zeiten von zehn 100-Meter-Läufern liegen zwischen 10 und 11 Sekunden. Liegt bei einem Läufer eine Meßabweichung von 10% vor, kann aufgrund dieses Fehlers der Verlierer irrtümlich zum Gewinner werden. Wieder zurück zur vorliegenden Standardisierten Bewertung: Die absoluten Betriebskosten oder Energieverbräuche von Bezugsfall und Planfall sind in beiden Fällen ähnlich hoch, die zu betrachtenden Differenzen sind niedrig. Betrachtet man aber nur die Differenzen, so können schon kleinere Fehler, zu grobe Rundungen oder auch Pauschalierungen zu völlig falschen Ergebnissen führen.

Konkret stellt sich die Frage, ob neben den Energiekosten, die im nächsten Kapitel noch behandelt werden, die verwendeten Werte der fahrleistungsabhängigen Unterhaltskosten (in Cent pro km) korrekt sind. Diese werden nämlich pauschal auf die Anzahl der Sitzplätze bezogen: Bei elektrischen Fahrzeugen 89 EUR pro Platz und Jahr sowie zusätzlich 0,15 Cent pro gefahrenen km. Bei Dieselfahrzeugen liegen die Beträge bei 120 EUR pro Platz sowie 0,22 Cent pro gefahrenen Kilometer. Diese Pauschalierungen finden sich auch in anderen Standardisierten Bewertungen und sind in den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" der Standardisierten Bewertung festgelegt. Rein formal wäre somit dieser Ansatz korrekt, doch müssen diese Ansätze trotzdem auf Plausibilität geprüft werden.

Nach einem Fachartikel betragen die Mehrkosten für die 27 geplanten Zweisystem-Fahrzeuge gegenüber den sonst baugleichen Einsystem-Fahrzeugen rund 1 Mio EUR. (Frank Muth, Ausbaupläne für die Schnellbahnen in und um Hamburg, in: Stadtverkehr 5/2016) Intraplan geht sogar von 39 Zweisystem-Fahrzeugen aus. Diese Mehrkosten setzen sich zusammen aus höheren Abschreibungen und Zinsen für die teureren Fahrzeuge sowie aus erhöhten Unterhaltskosten. Die Zweisystem-Fahrzeuge kosten laut Angaben von Intraplan rund 9% mehr als vergleichbare Einsystemfahrzeuge. Die Unterhaltskosten liegen, basierend auf den genannten Mehrkosten von 1 Mio EUR, nach eigenen Berechnungen um 8% höher als beim Einsystem-Fahrzeug. Das ist plausibel, denn das Zweisystemfahrzeug ist um 22 Tonnen bzw. 21,5% schwerer als das Einsystemfahrzeug. Dies liegt an den schweren Transformatoren und der zusätzlichen Leistungselektronik. Die Mehrkosten von 8% sind ein sehr moderater Ansatz, verglichen mit den



Zuschlägen in Höhe von 27% bis 44% für Unterhaltskosten, die Intraplan für Mehrsystemfahrzeuge im Personenfernverkehr ansetzt, die auch im Ausland unter anderen Stromsystemen verkehren können. (BVU/Intraplan, Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege, Abschlussbericht November 2010, Tabelle 3.2-6)

Das höhere Gewicht führt zu mehr Verschleiß und die zusätzlichen Komponenten müssen gewartet werden. Die höheren Kosten der Fahrzeuge fallen nicht nur zwischen Eidelstedt und Kaltenkirchen, sondern auch zwischen Eidelstedt und Aumühle an, weil wegen der geplanten Linien-Durchbindung auf der gesamten Strecke der S21 die teureren Fahrzeuge zum Einsatz kommen müssen. Nur die Verstärkerzüge, die zwischen Bergedorf und Elbgaustraße (S21) bzw. zwischen Harburg und Elbgaustraße (S32) verkehren, sind davon nicht betroffen.

Neben den streckenseitigen Investitionskosten stellen diese Mehrkosten zusammen mit den Investitionskosten der Zweisystemfahrzeuge die wichtigste Einzelposition der Mehrkosten im Planfall gegenüber dem Bezugsfall dar.

Während der zusätzliche Energieverbrauch der Zweisystemfahrzeuge, der sich durch die Beschleunigung der schwereren Züge ergibt, und auch die Mehrkosten bei der Anschaffung der Fahrzeuge in den Tabellen von Intraplan berücksichtigt wurde, fehlen die zusätzlichen Unterhaltskosten. Im Gegenteil, es wird sogar durch den Einsatz der Zweisystemzüge eine Einsparung an Unterhaltskosten unterstellt. Dies steht im Widerspruch zum zitierten Fachartikel und ist auch rein logisch nicht plausibel.

Der Fehler der zu niedrig angesetzten Unterhaltskosten resultiert daraus, dass das Zweisystemfahrzeug ET 490 nur 490 Sitz- und Stehplätze aufweist, während das unterstellte ET 474 Einsystemfahrzeug, das im Bezugsfall zwischen Eidelstedt und Aumühle eingesetzt wird, 514 Sitz- und Stehplätze aufweist, also 24 Plätze mehr. Da in den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" der Standardisierten Bewertung die Unterhaltskosten des Fahrzeugs abhängig von der Anzahl der Plätze sind, führen diese Reduzierung um 24 Plätzen zu einer Senkung der Unterhaltskosten um knapp 5%. Da dieser Effekt bis Aumühle relevant ist, hat er für die gesamte Berechnung einen dramatischen Hebeleffekt. Korrekt wäre eine Erhöhung der Unterhaltskosten um 8% und nicht eine Reduzierung um knapp 5%. Die laufleistungsabhängigen Unterhaltskosten betragen demnach nicht wie von Intraplan angenommen 0,735 EUR/km, sondern 0,833 EUR/km pro Fahrzeug. Die zeitabhängigen, laufleistungs-unabhängigen Unterhaltskosten betragen nicht 43.610 EUR/Jahr pro Fahrzeug, sondern 49.405 EUR/Jahr.



Der Fehler ergibt sich letztlich dadurch, dass zwischen Einsystem- und Zweisystemfahrzeugen bei der Standardisierten Bewertung nicht unterschieden wird. Damit wurde ein wesentlicher Punkt der Mehrkosten des Planfalls gegenüber dem Bezugsfall nicht erfasst.

Selbst wenn man die in den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" vorgegebenen Unterhaltskosten pro Platz nicht in Frage stellt, bleibt noch die Frage offen, ob der gewählte logische Ansatz, im Bezugsfall den ET474 in der Einsystemversion aus den Jahren 1996 bis 2001 anzusetzen, zumal es für dieses Fahrzeug gar keinen Listen- oder Marktpreis mehr gibt. Im Bezugsfall müsste deshalb als Einsystemversion der ET490 zum Einsatz kommen, und der hat nur 490 und nicht 514 Sitzplätze, so dass sich daraus rein rechnerisch günstigere Unterhaltskosten ergeben. Das führt dann dazu, dass der Planfall relativ zum Bezugsfall teurer und somit schlechter wird. Eine sinnvolle logische Korrektur wäre es somit, für die Einsystemfahrzeuge ebenfalls die Baureihe 490 statt der Baureihe 474 anzusetzen, zumal diese Baureihe bei den üblichen 30 Jahren Nutzungszeit im Bezugsjahr 2025 unmittelbar vor der Ausmusterung steht. Alternativ wird auch mit dieser Berechnungsvariante weitergerechnet.

Für die Unterhaltskosten können somit drei Varianten ausgewiesen werden.

Tab. 3: Unterhaltskosten in EUR (Mehrkosten Planfall gegenüber Bezugsfall, nur Schienenfahrzeuge)

Unterhaltskosten in EUR pro Jahr	fixer Anteil pro Jahr	km-abhängiger Anteil
laut Intraplan	596.000	722.000
Einsystemfahrzeug 490 statt 474	629.000	870.000
8% höhere U.kosten für 2-Sys.-Fz.	767.000	1.262.000

Somit steigen die Unterhaltskosten insgesamt um 181.000 EUR pro Jahr, wenn bei Anwendung der "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" das Einsystemfahrzeug 490 statt der Baureihe 474 verwendet wird. Die Unterhaltskosten steigen gegenüber dem Ansatz von Intraplan sogar um 711.000 EUR, wenn um 8% erhöhte Unterhaltskosten beim Zweisystemfahrzeug unterstellt werden, das ist nochmals 530.000 EUR mehr als wenn dieselben Unterhaltskosten wie beim Einsystemfahrzeug unterstellt werden ("490 statt 474").



### 3.5 Überprüfung der ÖV-Energiekosten und ÖV-CO<sub>2</sub>-Emissionskosten

Ein weiterer die Betriebskosten beeinflussender Fehler liegt bei der Energieverbrauchsrechnung des LINT54 vor, also dem Dieselzug im Bezugsfall, der im Planfall durch den elektrischen ET 490 ersetzt werden soll. Intraplan hat entsprechend der Vorgaben aus den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" - den Energieverbrauch wie folgt ermittelt: Der Verbrauch beträgt 1,176 l Diesel pro gefahrenen Kilometer und 2,646 l Diesel pro Stationshalt, also als Zuschlag für das Wiederanfahren. Bei der konkreten Strecke Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen mit 2,0 km durchschnittlichem Haltestellenabstand ergibt sich dann der folgende Verbrauch auf 100 km:

$$1,176 \text{ l} \times 100 \text{ km} + 2,646 \text{ l} \times 50 \text{ Stationen (pro 100 km)} = 250 \text{ l}/100 \text{ km.}$$

Nach Anfrage beim Hersteller Alstom wird der Kraftstoffverbrauch mit 100 bis 120 l/100 km angegeben. Es ist klar, dass bei einem solch ungewöhnlich dichten durchschnittlichen Haltestellenabstand von nur 2,0 km der Verbrauch etwas über der Durchschnittsangabe des Herstellers liegen wird und der Hersteller in der Tendenz eher einen zu niedrigen als einen zu hohen Wert angeben wird, doch ein mehr als doppelt so hoher Verbrauch gegenüber der Herstellerangabe ist jedoch nicht plausibel.

Da der Energieinhalt bei einer konkreten Geschwindigkeit - man spricht hierbei in der Physik von kinetischer Energie - mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, läge zwischen einer Geschwindigkeit von 60 km/h und von 140 km/h ein Faktor fünf, nämlich dem Verhältnis der Quadrate der zwei Geschwindigkeiten zueinander. Das heißt, das Beschleunigen von 0 auf 140 km/h kostet fünf mal so viel Energie wie das Beschleunigen von 0 auf 60 km/h. Da der Energieverbrauch sowohl bei den Betriebskosten als auch bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen relevant ist, ist eine solche Pauschalierung pro Zwischenhalt viel zu ungenau. Somit sind die pauschalen Angaben aus den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen", die unabhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit sind, vollkommen unbrauchbar. Es ist die einzig sinnvolle Lösung, den Energieverbrauch am Computer für die konkrete Anwendungsstrecke exakt zu simulieren.

Die VIEREGG-RÖSSLER GmbH verfügt über entsprechende Simulationsprogramme, die auch den Energiebedarf ausweisen. Eine solche Simulation wurde durchgeführt. Hierfür wurden die erforderlichen Daten des LINT54 beim Hersteller angefragt, beispielsweise die Bruttomasse, die träge Masse und die quadratische Widerstandsformel. Die Streckendaten (insbes. zulässige Geschwindigkeiten) wurden dem aktuellen Buchfahrplan entnommen.



Für die Umrechnung des von der Software ausgewiesenen Energiebedarfs in kWh am Rad wurde ein allgemein anerkannter Umrechnungsfaktor von 200 g Dieselkraftstoff pro Kilowattstunde sowie ein Zuschlag von 20% für Umwandlungsverluste und Nebenverbraucher (z. B. Beleuchtung) angesetzt. Demnach beträgt der Kraftstoffverbrauch auf der 30,0 km langen Strecke von Hamburg-Eidelstedt bis Kaltenkirchen bei 42,6 l Diesel. Intraplan unterstellt dagegen nach der oben genannten Faustregel, 30 km Strecke und 15 Wiederanfahr-Vorgängen nach Stationshalten einen Verbrauch von 72,1 l. Auf 100 km hochgerechnet ergibt sich laut Fahrsimulation ein Verbrauch von 142 l/100 km, während Intraplan mit 250 l/100 km rechnet. Demnach wurde von Intraplan der Energieverbrauch des LINT54 um Faktor 1,76 zu hoch angesetzt. Das ist insofern besonders problematisch, weil beim Dieselkraftstoff in der Standardisierten Bewertung noch eine hohe Energiesteuer angesetzt wird, wie weiter unten noch ausgeführt wird.

Da der Nutzen-Kosten-Wert sehr sensibel auf die Energieverbräuche reagiert, ist auf jeden Fall die konkrete Simulation den Pauschalwerten vorzuziehen. Strenggenommen müßte auch für die elektrischen Fahrzeuge eine Fahrsimulation durchgeführt werden, und zwar bis Aumühle.

Nach Durchführung der Fahrsimulation hat die VIEREGG-RÖSSLER GmbH den Hersteller gebeten, diesen Wert bzw. die zugrundegelegten Umrechnungsfaktoren von Energieangaben in kWh auf Liter Treibstoff auf Plausibilität zu prüfen. Darauf teilte der Hersteller mit, dass für den konkreten Anwendungsfall Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen hausintern ebenfalls Simulationen durchgeführt wurden, mit dem Ergebnis eines Verbrauchs von 132 bis 161 l/100 km, je nach Fahrweise des Triebfahrzeugführers und anderen Randbedingungen (z. B. Besetzung, Nutzung der Klimaanlage). Somit konnte die Simulation der VIEREGG-RÖSSLER GmbH mit 142 l/100 km bestätigt werden. Dabei besteht sogar noch eine kleine Reserve: Denn das Computerprogramm simuliert nicht einen "vorausschauenden Lokführer", der rechtzeitig vor dem nächsten Halt das Fahrzeug in den Leerlauf bringt, und in der Praxis kann der sogenannten Fahrzeitzuschlag, das ist ein Zuschlag zur Aufholung von Verspätungen, energiesparend "abgebummelt" werden. Für die Korrekturen an der Standardisierten Bewertung wird mit den ermittelten 142 l/100 km weitergerechnet.

Hinsichtlich der Kosten wirkt sich der Fehler beim Energieverbrauch des LINT54 wie folgt aus:

Bislang wurden die streckenbezogenen Energiekosten von Schienenfahrzeugen mit +146 Mio EUR (Mehrkosten) und die stationshaltbezogenen Energiekosten von Schienenfahrzeugen mit -845 Mio EUR (Einsparung) ausgewiesen (Tabelle 5-7). In der Summe ergeben sich -699 Mio EUR (Einsparung). Nach der Korrektur ergibt sich ein deutlich anderes Bild: Statt einer





Einsparung von 699 Mio EUR an Energiekosten pro Jahr errechnen sich nun Mehrkosten in Höhe von 608 Mio EUR. Daraus ergibt sich eine Differenz von  $699 + 608 = 1.307$  Mio EUR pro Jahr. D.h. die jährlichen Betriebskosten sind um diesen Betrag zu niedrig angesetzt. Statt zusätzlicher ÖV-Betriebskosten von 5.753 Mio EUR sind nun 7.060 Mio EUR anzusetzen.

Eine noch stärkere Korrektur ergibt sich, wenn ein systematischer Fehler in der Standardisierten Bewertung korrigiert wird: Es gilt allgemein als unumstritten, dass bei gesamtwirtschaftlichen Berechnungen wie in der Standardisierten Bewertung Steuern und Abgaben ausgeblendet werden müssen, weil für den Betreiber die Steuern zwar Ausgaben, aber für den Staat wiederum Einnahmen sind. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist dies dann ein "Nullsummenspiel" im Sinne von "linke Hosentasche, rechte Hosentasche". So ist bei den Nutzen-Kosten-Untersuchungen für den Bundesverkehrswegeplan dieser Sachverhalt berücksichtigt, d.h. bei der Bewertung der Projekte für den Bundesverkehrswegeplan sind Steuern aus Preisen herausgerechnet: "Unter 'gesamtwirtschaftlichen Preisen' werden Preise ohne Steuern und Abgaben verstanden". (Intraplan/BVU: Überprüfung des Bedarfsplans für die Bundesschienenwege, Abschlussbericht November 2010, PDF-S. 53 unten) Bei der Standardisierten Bewertung sind Steuern und Abgaben ebenfalls nicht enthalten, nur nicht bei den Energiekosten. Dass die Energiesteuer tatsächlich in den Energiekosten enthalten ist, ist in der Anleitung zur Standardisierten Bewertung nachzulesen. (Datenvorgaben, Kosten- und Wertansätze, Tab. 1-5) Dies ist nicht eine Kritik an der Standardisierten Bewertung des vorliegenden Projekts, sondern eine allgemeine Kritik am Bewertungsverfahren. Dieser fachlich eindeutige und unumstrittene Fehler sollte in der nächsten Überarbeitung der Standardisierten Bewertung dringend korrigiert werden.

Das Herausrechnen der Energiesteuer führt beim Energieträger Dieselbenzin zu einer wesentlich stärkeren Kostensenkung als beim Strom: Der Spritpreis reduziert sich um 51%, der Strompreis dagegen nur um 26%. Dieser Unterschied ist dadurch begründet, dass in der Energiesteuer letztlich eine Straßen- oder Wegebenutzungsgebühr versteckt ist - die auch die Schienen-Nutzer bezahlen müssen. Beim chemisch identischen Heizöl ist die Energiesteuer deutlich niedriger.

Rechnet man die Energiesteuer aus der Projektbewertung heraus, so steigen die korrigierten zusätzlichen Energiekosten von 608 Mio EUR auf 1.438 Mio EUR an. Die gesamten Betriebskosten steigen dann auch entsprechend, und zwar von 7.726 Mio EUR auf 8.556 Mio EUR. Ein erheblicher Teil der von Intraplan ausgewiesenen Energiekosteneinsparungen bei der Umstellung von Diesel auf elektrischen Betrieb ist somit darauf zurückzuführen, dass beim Diesel eine höhere Steuer anfällt und diese dann eingespart werden kann.



Die Änderungen beim tatsächlichen Energieverbrauch der LINT54-Züge wirken sich nicht nur auf die Betriebskosten, sondern auch auf die Kosten der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Bei dem in der Standardisierten Bewertung festgelegten Preis von 231 EUR pro Tonne CO<sub>2</sub> weist Intraplan einen schienenseitig in Geld bewerteten Schaden von 1,802 Mio EUR aus (bzw. 1,786 Mio EUR incl. der Einsparungen beim Busverkehr). Berücksichtigt man die korrekten Verbrauchswerte beim LINT54, so gelangt man zu schienenseitigen zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionskosten in Höhe von 2,798 Mio EUR, rund eine Million EUR mehr. Die absoluten CO<sub>2</sub>-Mehremissionen (Saldo aus PKW- und ÖV-Emissionen) betragen nun nicht mehr 1.736 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr, sondern 6.048 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die starke Auswirkung ist wieder auf den beschriebenen Hebeleffekt bei der Differenzbetrachtung von Bezugsfall und Planfall zurückzuführen.

Die ohnehin von Intraplan selbst als negativ ermittelte CO<sub>2</sub>-Bilanz verschlechtert sich dadurch nochmals deutlich, und zwar um Faktor 3,5.

Tab. 4: Korrigierte Zusammenstellung der ÖV-Betriebskosten

	in Tsd EUR	
	laut ITP	korrigierter Wert
Kapitaldienst für die ÖV-Fahrzeuge	+ 5.109	+ 5.109
zeitabhängige Unterh.kosten für die ÖV-Fz.***	+ 603	+ 729
Kosten Fahrpersonal	+ 75	+ 75
Kosten Sicherh.- und Kontrollpers.	-30	-30
laufleistungsabh. Unterh.kosten von Bussen	-6	-6
Energiekosten von Bussen	-21	-21
laufleist.abh. Unterh.kosten Schienenfahrz.	+ 722	+ 1.262
Energiekosten von Schienenfahrzeugen		
- mit Energiesteuern	-699	+ 608
- ohne Energiesteuern	+ 20	1.438
	<hr/>	<hr/>
Summe ÖV-Betriebskosten mit Energiesteuern	+ 5.753	+ 7.726
Summe ÖV-Betriebskosten ohne Energiesteuern	+ 6.472	+ 8.556

\* + 146-845; ohne Energiesteuern: + 20 statt -699

\*\* ohne Energiesteuern: 6.472

\*\*\* incl. Busse (+ 7)



### 3.6 Neukalkulation des Nutzen-Kosten-Wertes

Tab. 5: Korrigierte Berechnung des Nutzen-Kosten-Wertes

	laut ITP	korrigierter Wert mit/ohne Energiesteuern
Unterhaltungskosten Fahrweg	-1.825	
Betriebskosten ÖV	-5.753	-7.726/-8.556*
ÖV-Reisezeitdifferenz		
- Erwachsene	+ 2.943	+ 2.943
- Schüler	+ 85	+ 85
Saldo der MIV-Betriebskosten	+ 6.853	+ 6.853
Saldo der CO2-Emissionen		
- aus verlagertem MIV	+ 1.385	+ 1.385
- aus Busverkehr	+ 16	+ 16
- aus Schienenverkehr	-1.802	-2.798
Saldo der sonstigen Schadstoffemiss.		
- aus verlagertem MIV	+ 180	+ 180
- aus ÖV	+ 274	+ 274
Saldo der Unfallschäden	+ 1.724	+ 1.724
Nutzen in TEUR/Jahr	4.080	1.111/281*
Kosten ÖV-Fahrweg in TEUR/Jahr	3.648	
Nutzen-Kosten-Quotient mit Energiesteuern	1,12	0,30
Nutzen-Kosten-Quotient ohne Energiesteuern	0,92	0,08

\* mit/ohne Energiesteuern

Die Bewertung des Projekts "S21 Hamburg - Kaltenkirchen" führt nicht zu einem Nutzen-Kosten-Wert von 1,12, sondern zu einem Nutzen-Kosten-Wert von 0,30. Rechnet man die Energiesteuern aus der Bewertung heraus, wie dies selbst Intraplan an anderer Stelle für methodisch korrekt hält, dann sinkt der Nutzen-Kosten-Wert noch weiter auf nur noch 0,08.

Obwohl sowohl die Verkehrsprognose als auch die Baukosten nicht korrigiert wurden, haben die korrigierten Energieverbräuche und Unterhaltskosten einen solch dramatischen Effekt auf den Nutzen-Kosten-Faktor.

Dass sich die auf den ersten Blick nur geringen Änderungen so dramatisch auf das Endergebnis auswirken, hat folgende Gründe:

- Wie schon von Intraplan festgestellt, ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz negativ. D.h. energetisch und hinsichtlich Emissionen ist das Projekt schädlich, was für öffentliche Verkehrsprojekte sehr atypisch ist.
- Da nur Differenzen zwischen Bezugsfall und Planfall betrachtet werden, und die Differenzen gegenüber den absoluten Zahlenwerten recht klein sind, führt eine kleine Änderung bei den absoluten Zahlen der zwei Fälle zu einer großen Änderung der Differenzbeträge.
- Normalerweise werden mit der Standardisierten Bewertung teure (Tunnel-) Bauwerke bewertet, und die Betriebskosten der Züge treten eher in den Hintergrund. Bei diesem Projekt ist es jedoch umgekehrt: Die Betriebskosten pro Jahr sind nach den Korrekturen rund doppelt so hoch wie die Abschreibungen und Zinsen auf die Investitionskosten. Somit wirkt sich eine prozentuale Erhöhung der Betriebskosten stärker auf das Endergebnis aus als eine Erhöhung der Investitionskosten. Durch die Ausweisung der Betriebskosten im Zähler und mit Minuszeichen davor statt im Nenner ergibt sich ein mathematischer Hebeleffekt, der bei hohen Betriebskosten und niedrigen Investitionskosten den Nutzen-Kosten-Wert stark nach unten zieht.

### 3.7 Auswirkung der einzelnen Korrekturen auf den Nutzen-Kosten-Wert

Da sich sämtliche der hier diskutierten Korrekturen auf den Zähler und nicht auf den Nenner des Bruchstrichs beziehen, bedeutet eine Steigerung der Betriebskosten um 3.648 TEUR/Jahr eine Senkung des NK-Wertes um 1,0, eine Steigerung der Betriebskosten um 365 TEUR/Jahr eine Senkung des NK-Wertes um 0,1. Somit kann sehr einfach die Auswirkung geänderter Betriebskosten auf den Nutzen-Kosten-Wert ermittelt werden:

Tab. 6: Auswirkung der Korrekturen auf den NK-Wert

	EUR/Jahr	
Einsystemfahrzeug 490 statt 474	+ 181.000	-0,05
incl. 8% höhere Unterh.kosten 2-Sys.	+ 711.000	-0,19
Korrektur Energieverbr. Dieselszüge	+ 2.303.000*	-0,63
Wegfall Energiesteuern auf die korrigierten Verbrauchswerte	+ 830.000	-0,22

\* Summe aus erhöhten Energie-Betriebskosten (+ 1.307.000) und CO<sub>2</sub>-Emissionskosten (+ 996.000)



## 4. Gesamtbewertung der Intraplan-Studie

Intraplan Consult hat in der Standardisierten Bewertung "S21 Hamburg - Kaltenkirchen" einen Fehler bei der Ermittlung der Energieverbräuche gemacht, der zu einem drastischen Folgefehler bei den Betriebskosten und bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen führt. Aber auch bei den Unterhaltskosten liegt ein Bewertungsfehler vor, denn für die im Planfall zum Einsatz kommenden Zweisystemfahrzeuge werden um 5% niedrigere Unterhaltskosten veranschlagt als für die andernfalls eingesetzten Einsystemfahrzeuge, obwohl die Zweisystemfahrzeuge deutlich schwerer und teurer sind. Bei zugleich relativ niedrigen Investitionskosten des Projektes ergibt sich ein fataler mathematischer Hebeleffekt, der den Nutzen-Kosten-Wert des Projektes von 1,12 auf 0,30, also um annähernd Faktor 4 nach unten drückt. Rechnet man den methodisch höchst fragwürdigen Ansatz der Energiesteuern heraus, so sinkt der Nutzen-Kosten-Wert sogar auf 0,08.

Im positiven Sinne ist festzuhalten, dass ein positiver Nutzen für das Projekt im Sinne von Fahrzeit- und Komfortgewinnen unumstritten ist und ein grundlegender Fehler bei den von Intraplan ermittelten Reisezeitsalden und Verlagerungspotentialen nicht gefunden werden konnte. Die unterstellten Investitionskosten erscheinen zwar zum Teil knapp kalkuliert, aber nicht direkt falsch. Die Schwäche des Projektes liegt dagegen eindeutig und allein im Bereich der Betriebskosten. Der hohe Energieverbrauch der Züge wirkt sich sowohl auf die Betriebskosten als auch auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus. Es ist nicht grundsätzlich so, dass elektrische Züge mehr Energie benötigen als Dieselmotoren, sondern der zusätzliche Energiebedarf resultiert überwiegend daraus, dass bis nach Kaltenkirchen ganztägig Vollzüge zum Einsatz kommen sollen. Intraplan setzt sich mit dem ganztägigen Einsatz der Vollzüge ausführlich auseinander und begründet diese Entscheidung mit dem Fahrzeitverlust, der durch das Kuppeln von Zügen unterwegs entstehen würde (S. 33 unten).

Ein weiterer Grund für die hohen Betriebskosten ist der Einsatz der teuren und schweren Mehrsystemfahrzeuge, die von Eidelstedt bis Aumühle dann quasi "umsonst" den Trafo mitschleppen müssen. Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH hat 2011 ein Projekt des Bedarfsplans für den Bundesverkehrswegeplan untersucht, das mit einer ähnlichen Problematik zu kämpfen hatte: Der Neigetechnikeinsatz auf der Moselstrecke Koblenz - Trier (Nutzen-Kosten-Untersuchungen incl. Standardisierte Bewertungen zu Schienenprojekten auf dem Prüfstand, München, September 2012). Die Gutachter (Intraplan und BVU) haben für die sehr teuren Neigetechnik-Züge einen Zuglauf von Norddeich (Mole) bis Trier vorgesehen, wobei auf 85% der Strecke die teure Neigetechnik nicht zum Einsatz kommen sollte. Das hatte den Effekt, dass dieses Projekt, das ebenfalls wie die S21 Eidelstedt - Kaltenkirchen nur



geringe Investitionskosten erfordert, mit einem Nutzen-Kosten-Wert von minus 5,7 das schlechteste Projekt im gesamten Bundesverkehrswegeplan-Entwurf war.

Die Standardisierte Bewertung dient nicht allein dazu, Bundeszuschüsse für Projekte zu beantragen oder durchgefallene Projekte "zu beerdigen", sondern sie stellt zugleich eine umfangreiche Schwachstellenanalyse dar, mit deren Hilfe das Projekt optimiert werden kann. Letztlich muß das Projekt stark überarbeitet werden, wobei die in der vorliegenden Studie aufgezeigten Schwachpunkte eine Orientierung für die Änderungen geben können. Im Fokus müssen demnach die zu hohen Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen. Wenn ein Öffentliches Verkehrsprojekt eine negative CO<sub>2</sub>-Bilanz hat, sollte dies als deutliches Warnsignal und als Aufforderung zur Optimierung verstanden werden. Schwerpunkt der Optimierung muß das Betriebskonzept sein. Eine komplette Überarbeitung des Fahrplans könnte viele Probleme des Projekts beheben.

Der beschriebene starke mathematische Hebeleffekt bei hohen Betriebskosten und niedrigen Investitionskosten wirkt sich nicht nur negativ auf Verschlechterungen, sondern genauso auch positiv auf Verbesserungen aus.



## 5. Möglichkeiten zur Projekt-Optimierung

Es stellt sich nun die Frage, welche Optionen bestehen, das Projekt im Detail zu verbessern, um so wieder einen Nutzen-Kosten-Wert von über 1,0 zu erreichen. Hier können gleich mehrere erfolgversprechende Ansatzpunkte gesehen werden:

(1) Um den hohen Emissionszielen der Standardisierten Bewertung gerecht zu werden, müssen an einem geeigneten, noch zu bestimmenden Ort, frühestens in Eidelstedt Stadt und spätestens in Quickborn - die Vollzüge zu Kurzzügen verkürzt werden, entweder nur in der Normalverkehrszeit oder ganztägig. Die ca. 2 Minuten Fahrzeitverlängerung sind nicht ganz so kritisch zu sehen, denn schaut man sich die in Kapitel 3.1 aufgeführten Reisezeitsalden näher an, so stellt man fest, dass die eigentliche Fahrzeitverkürzung nur 40.000 der insgesamt 150.000 eingesparten Fahrgastminuten ausmacht, nämlich die ersten drei Werte aus der Tab. 1. Bei einer Fahrzeitverlängerung von 2 Minuten würden nämlich die wichtigen Qualitäts- und Komfortmerkmale, die den Löwenanteil der (subjektiv gewichteten) Fahrzeitminuten ausmachen, erhalten bleiben. Außerdem wären von der Fahrzeitverlängerung nur die Fahrgäste betroffen, die nördlich der Station wohnen, bei der gekuppelt wird, so dass möglicherweise von den sonst eingesparten Fahrgastminuten nur 15.000, also 10%, wieder verloren gehen.

(2) Die Linien-Außenäste der S-Bahn müssen so kombiniert werden, dass jeweils auf zwei Außenästen entweder nur Zweisystem-Züge oder nur Gleichstrom-Züge eingesetzt werden. So wird vermieden, dass die teuren Zweisystem-Fahrzeuge auf Außenästen unter Gleichstrom fahren und dabei zusätzliche Kosten produzieren, ohne neuen Nutzen zu generieren. Im Fall des Projekts Eidelstedt - Kaltenkirchen kann man das leicht erreichen, indem die S3, die für den Abschnitt Neugraben - Stade über Zweisystem-Fahrzeuge verfügt, den neuen Streckenabschnitt nach Kaltenkirchen bedient, während die reinen Gleichstrom-Züge der heutigen S21 zukünftig auch im Abschnitt Elbgaustraße - Pinneberg fahren, wo heute unnötigerweise die Zweisystem-Züge der S3 eingesetzt werden. Die geplante S4, die in Altona bzw. Diebsteich enden soll, wäre ein weiterer geeigneter Kandidat für die Strecke nach Kaltenkirchen. Der Fahrplan zwischen Eidelstedt und Kaltenkirchen einerseits und Eidelstedt und Pinneberg andererseits muß dann entsprechend geändert werden, während in der Gegenrichtung ab Eidelstedt nach Stade und Aumühle der heutige Fahrplan beibehalten werden könnte. In der Geschichte der S-Bahn München hat ein solcher "Linientausch" schon viele Male stattgefunden: Von den 12 Außenästen haben 8 in ihrer Geschichte seit Inbetriebnahme schon unterschiedliche Liniennummern erlebt.



(3) Es ist als handwerklich schwerer Fehler anzusehen, dass die Fahrzeit der Dieselläge des Nullfalls, die weitgehend den heutigen Fahrzeiten entspricht, eins zu eins für den elektrischen Betrieb übernommen wurden. Denn die Höchstgeschwindigkeit der neuen elektrischen Zweisystem-Züge beträgt nicht nur 80 km/h wie die alten Dieselläge, für die der heutige Fahrplan ausgelegt ist, sondern 140 km/h. Diese Geschwindigkeit dürfte zwar auf der AKN-Strecke wegen der vielen Zwischenhalte kaum erreicht werden, doch wären Geschwindigkeiten von 100 bis 120 km/h durchaus erreichbar und wirtschaftlich sinnvoll. Heute wird in vielen Abschnitten nur 60 bis 80 km/h schnell gefahren. Eine sekundengenaue Fahrsimulation könnte hier mehr Aufschluß geben.

(4) Ein weiteres Potential der Fahrzeitverkürzung wurde ebenfalls nicht genutzt: Da der elektrische ET490 pro Waggon drei Türen auf jeder Seite hat, während der Dieselläge LINT54 nur zwei Türen besitzt, kann der Fahrgastwechsel um 50% beschleunigt werden. Die Haltezeiten können so an allen Stationen um ca. 30% reduziert werden, was in der Summe mindestens 2 Minuten ausmacht.

(5) Durch die verkürzten Fahrzeiten verändern sich die Orte, wo sich fahrplanmäßig die Züge der beiden Richtungen fahrplanmäßig begegnen. Auch durch den Einsatz der S3 oder der S4 statt der S21 nördlich Eidelstedt verändern sich diese Orte der Zugbegegnungen nochmals. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Zugbegegnungen dann nicht mehr zwischen Ellerau und Tanneneck stattfinden, wie dies beim vorliegenden Konzept unterstellt wird. Wenn es im Abschnitt Ellerau - Tanneneck keine fahrplanmäßige Zugbegegnung gibt, kann auf den mit großem politischen Widerstand sowie hohem Kostenrisiko verbundenen zweigleisigen Ausbau zwischen den beiden genannten zweigleisigen Stationen auf ca. 800 m Länge verzichtet werden.

(6) Anstelle des geometrisch kaum lösbaren Problems, den Bahnübergang der Bahnstraße in Ellerau zweigleisig umzubauen (siehe Kapitel 3.3), ohne die Geschwindigkeit noch weiter absenken zu müssen, wäre zu überlegen, ob nicht eine niveaufreie Kreuzung von Straße und Schiene vorteilhaft wäre, zumal dann auch eine Vergrößerung des Kurvenradius für die Eisenbahntrasse, eine maximale Überhöhung der Gleise und daraus resultierend eine höhere Fahrgeschwindigkeit der Züge realisierbar wäre. Weitere Fahrzeitverkürzungen und somit eine Steigerung des Nutzens wären die Folge. Die Kosten der Maßnahme würden sich ganz grob geschätzt mit 5 bis 10 Mio EUR im Rahmen halten, wobei die Kosten der Maßnahme nur anteilig der Eisenbahn zugerechnet würden und die Kosten des oberirdischen Streckenausbaus mit Umbau des Bahnübergangs eingespart würden. Es ist gut möglich, dass der Vorteil der Fahrzeitverkürzung in der Standardisierten Bewertung den Nachteil der höheren Investitionskosten überwiegt. D.h. der Nutzen-Kosten-Wert könnte durch diese Maßnahme sogar möglicherweise verbessert werden.





Ohne die Maßnahme wäre die Kurve auf 40 km/h beschränkt, nach Umbau wären voraussichtlich 70 km/h möglich. Ein weiterer Vorteil wäre das Eindämmen des Kurvenquietschens durch die Absenkung der Gleise und die Aufweitung des Kurvenradius.

(7) Die für 2018 geplanten neuen Züge der Baureihe ET490 weisen einen Geburtsfehler auf: Die Motorleistung der Fahrzeuge orientiert sich an den nur 100 km/h schnellen Vorgängerzügen der Hamburger S-Bahn. Um jedoch zukünftig eine Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h zügig erreichen zu können, ist eine höhere spezifische Antriebsleistung erforderlich. So ist der ET 490 mit 10,5 kW/t (Kilowatt pro Tonne) relativ schwach ausgelegt, sogar der Diesellokomotive LINT54 verfügt mit 11,9 kW/t über eine höhere Antriebsleistung. Die Baureihe 423, die in München, Stuttgart, Frankfurt und im Ruhrgebiet zum Einsatz kommt, ist mit 22,4 kW/t deutlich stärker motorisiert und kann viel besser auf Fernverkehrsgleisen mit dem schnellen Regional- und Fernverkehr "mitschwimmen", ohne dass Kapazitätsprobleme auf den Strecken auftreten. Das Hannoveraner Schwesterfahrzeug ET424 ist ebenso stark motorisiert. Die installierte Leistung der inzwischen schon bestellten ET-490-Züge sollte bei der Wechselstromversion wenn möglich um 30 bis 50% erhöht werden, auch wenn dies noch nachträglich zu Mehrkosten führen sollte. Die Fahrzeiten im Wechselstromnetz können so deutlich verkürzt werden und auch die Bremsstromrückgewinnung wäre effizienter, so dass selbst bei einem leichten Mehrgewicht insgesamt Energie eingespart werden könnte. Es würde nicht nur die Strecke nach Kaltenkirchen, sondern vor allem auch die geplante Strecke der S4 nach Bad Oldesloe profitieren, die im Mischverkehr mit Fernzügen betrieben werden soll.

Eine Optimierung des Projektes ist umso wichtiger, als inzwischen erneut die Umstellung der AKN-Linie A2 von Norderstedt-Mitte nach Ulzburg Süd in der Diskussion ist. (Bürgermeister fordern U-Bahn bis Ulzburg-Süd, Hamburger Abendblatt vom 17.5.2016) Ein solches Vorhaben würde bei einer Standardisierten Bewertung vermutlich sehr positiv abschneiden, da das in diesem Bewertungsverfahren stark negativ bewertete Umsteigen (in Norderstedt-Mitte) entfallen würde. Es wäre dann umso wichtiger, dass das S-Bahn-Projekt so stark optimiert wird, dass es bei der Standardisierten Bewertung auch neben der U1 nach Ulzburg Süd bestehen kann.



## 6. Kurzfassung

Die Umstellung der AKN-Strecke Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen von Dieselbetrieb auf eine elektrisch betriebene S-Bahn-Strecke und deren volle Integration in das Hamburger S-Bahn-System ist seit Jahren in der Diskussion. Konkret ist vorgesehen, die bislang von Aumühle kommende und in Elbgaustraße endende Linie S21 ab Eidelstedt auf die Trasse der AKN zu verlegen und nach Kaltenkirchen zu verlängern, so dass das heute in Eidelstedt erforderliche Umsteigen zwischen AKN- und S-Bahn-Zügen entfällt. Hierfür sollen die verbleibenden eingleisigen Abschnitte im Bereich Eidelstedt sowie von Quickborn nach Tanneneck zweigleisig ausgebaut und es soll die gesamte AKN-Strecke von Eidelstedt bis Kaltenkirchen mit einer Wechselstrom-Oberleitung versehen werden. Es sollen dann S-Bahn-Züge der Baureihe 490 zum Einsatz kommen, die auch auf anderen elektrifizierten DB-Strecken im Großraum Hamburg eingesetzt werden können, beispielsweise nach Stade oder künftig nach Bad Oldesloe.

Der größte Nutzen der Maßnahme besteht in der künftigen Direktverbindung ohne Umsteigen. Durch den durchgehenden zweigleisigen Ausbau wird die heutige lange Standzeit in Quickborn und die Umsteigezeit in Eidelstedt eingespart. Insgesamt können so ca. 5 Minuten Standzeit eingespart werden.

### Standardisierte Bewertung

Die Firma Intraplan Consult hat im Oktober 2014 eine sog. Standardisierte Bewertung für dieses Projekt erstellt mit dem Titel: "Standardisierte Bewertung S21 Hamburg - Kaltenkirchen".

Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH hat von der BI-Bahnstrasse den Auftrag erhalten, die Standardisierte Bewertung S21 Hamburg - Kaltenkirchen kritisch zu sichten und eventuelle Fehler aufzuspüren.

Für alle Infrastrukturprojekte des Schienenpersonennahverkehrs muß eine sogenannte Standardisierte Bewertung vorgelegt werden, um Zuschüsse des Bundes beantragen zu dürfen. Die Standardisierte Bewertung stellt eine Nutzen-Kosten-Untersuchung dar. Das Endergebnis ist ein Nutzen-Kosten-Wert, der das Verhältnis von Nutzen zu Kosten und somit einen Quotienten ausgibt. Beim Projekt S21 Hamburg - Kaltenkirchen beträgt dieser 1,12, er liegt somit knapp über dem Wert von 1,0, der die Voraussetzung für die Bezuschussung darstellt. In der Standardisierten Bewertung wird ein Nullfall definiert, der den Fall beschreibt, dass im Jahr 2025 die Maßnahme nicht realisiert wird. Der Mitfall unterstellt die Realisierung der Maßnahme. Alle Berechnungen von Kosten und Nutzen beziehen sich auf die Differenz zwischen Ohnefall und Mitfall.



Die VIAREGG-RÖSSLER GmbH hat in zahlreichen Fällen Nutzen-Kosten-Untersuchungen von Intraplan auf Fehler hin untersucht und ist jedes Mal fündig geworden. Die Fehler waren jedes Mal so gravierend, dass sich ein völlig anderes Untersuchungsergebnis ergab.

### **Reisezeitsalden**

Basis der Verkehrsprognose sind die sog. Reisezeitsalden. Dies sind Veränderungen der Reisezeit der Fahrgäste beim Mitfall gegenüber dem Ohnefall. Profitieren beispielsweise 10.000 Fahrgäste pro Werktag von 2,0 Minuten Fahrzeitverkürzung, dann ergibt sich eine Reisezeitverkürzung von 20.000 Fahrgastminuten. Diese Veränderungen betreffen nicht nur reine Fahrzeitverkürzungen, sondern es werden auch Qualitäts- und Komfortmerkmale in (subjektiv eingesparte) Fahrgastminuten umgerechnet. So gibt es einen hohen Bonus, wenn durch den Entfall des Umsteigens in Eidelstedt für einen Teil der Fahrgäste eine Direktverbindung ohne weiteres Umsteigen entsteht. Beim vorliegenden Projekt S21 machen die reinen Fahrzeitverkürzungen rund 40.000 Fahrgastminuten pro Werktag aus, während die subjektiven Qualitäts- und Komfortmerkmale 110.000 Fahrgastminuten betragen. Die bei der Nachkalkulation ermittelte Summe von 150.000 Fahrgastminuten pro Werktag entspricht den Angaben von Intraplan. Somit sind die von Intraplan ermittelten Reisezeitsalden plausibel.

### **Verkehrsprognose**

Die Reisezeitsalden wurden von Intraplan mit Hilfe eines komplizierten und nicht offengelegten Computermodells in zusätzlichen Verkehr und verlagerten PKW-Verkehr umgerechnet. In der Standardisierten Bewertung existiert auch eine Näherungsformel, die sich zur Überprüfung der Zahlen eignet. Die von Intraplan ermittelten Werte der Verkehrsverlagerung erscheinen bei Anwendung der Faustregel tendenziell etwas hoch, sind aber durchaus noch im Rahmen.

### **Investitionskosten**

Der zweigleisige Ausbau zwischen Quickborn und Tanneneck wird mit 3,17 Mio EUR pro km veranschlagt. Dieser Wert ist zwar nicht eindeutig falsch, erscheint jedoch sehr niedrig und vor allem mit hohen Kostenrisiken behaftet. Denn am Bahnübergang am Westrand von Ellerau ist die zur Planfeststellung vorgesehene Planung geometrisch gar nicht umsetzbar und zwischen Ellerau und Tanneneck müssen 30 Anwohner erhebliche Teile ihrer Grundstücke abgeben, was allein zu Entschädigungskosten in Millionenhöhe führt. Obwohl wahrscheinlich die Kosten für den Zweigleisusbau zu niedrig angesetzt sind, wird der tendenziell niedrige Kostensatz trotzdem unverändert übernommen.



## ÖV-Betriebskosten ohne Energiekosten

Die Gesamtstudie ist in sich widersprüchlich, weil Daten in Bericht und Formblättern voneinander abweichen. Ein Teil dieser Widersprüche ist auf Rundungseffekte im Bericht zurückzuführen. In den Formblättern wird von "Beiwagenverkehr" gesprochen, das sind motorlose Wagen an Triebwagen, wie es sie früher einmal bei der AKN gegeben hat, doch vermutlich sind hier tageszeitabhängige Stärkungen von Kurzzügen zu Vollzügen beim S-Bahn-Verkehr gemeint. Letztlich ist die Berechnung für Außenstehende nicht endgültig nachvollziehbar. Deshalb wird in der nun zweiten Fassung der vorliegenden Studie davon ausgegangen, dass die gefundenen Implausibilitäten keine Auswirkung auf das Ergebnis haben.

Ein wesentlicher Aspekt der zusätzlichen Betriebskosten im Planfall stellt der Umstieg von Einsystem- auf Zweisystem-Fahrzeugen dar. Die Zweisystemfahrzeuge wiegen über 20% mehr und weisen ca. 8% höhere Unterhaltskosten gegenüber den Einsystemfahrzeugen auf. Obwohl eine Erhöhung der Unterhaltskosten offensichtlich ist und auch in einem Fachartikel zur S21 erwähnt wird, geht Intraplan durch die Umstellung von Ein- auf Zweisystemfahrzeugen von einer Senkung der Unterhaltskosten von 5% aus. In den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" der Standardisierten Bewertung ist die Unterscheidung zwischen Ein- und Zweisystemfahrzeugen zwar nicht enthalten, doch muß aufgrund der hohen Relevanz berücksichtigt werden: Gegenüber dem Ansatz von Intraplan erhöhen sich die Unterhaltskosten im Planfall gegenüber dem Bezugsfall um 711.000 EUR pro Jahr.

## Energieverbräuche

Die Energieverbräuche des Dieselfahrzeuges LINT54 hat Intraplan mit 250 l/100 km veranschlagt. Hier ist Intraplan ein Fehler unterlaufen: Die über Pauschalierungen aus den "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" der Standardisierten Bewertung ermittelten Beträge liegen um 76% über den tatsächlichen Verbrauchswerten. Um den tatsächlichen Kraftstoffverbrauch belastbar zu ermitteln, hat die VIAREGG-RÖSSLER GmbH eine computergestützte Fahrsimulation anhand der Herstellerangaben zum LINT54 sowie des aktuellen Buchfahrplans durchgeführt, der die Daten zur Strecke Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen enthält. Der konkrete Kraftstoffverbrauch liegt bei 142 l/100 km. Die Ergebnisse der Simulation der VIAREGG-RÖSSLER GmbH werden bestätigt durch eine Simulation, die der Hersteller Alstom hausintern für die AKN-Strecke durchgeführt hat.

Der Rechenfehler setzt sich auch bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen fort. Somit ändern sich durch diese Korrektur sowohl die Betriebskosten als auch die CO<sub>2</sub>-Emissionskosten deutlich. Die jährlichen zusätzlichen Betriebskosten



steigen nun um 1.307 Mio EUR und die in Geld bewerteten CO<sub>2</sub>-Emissionskosten um 0,996 Mio EUR. Die im Planfall gegenüber dem Bezugsfall zusätzlich emittierten CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen von 1.736 auf 6.048 Tonnen pro Jahr an. Dieser hohe Anstieg liegt nicht daran, dass die Dieselfahrzeuge im Bezugsfall sparsamer wären als elektrisch betriebene Fahrzeuge, sondern dass bis Kaltenkirchen im Planfall wesentlich längere Züge verkehren sollen als im Bezugsfall.

### **Neukalkulation des Nutzen-Kosten-Wertes**

Setzt man die erhöhten Betriebskosten sowie die erhöhten CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Formel zur Berechnung des Nutzen-Kosten-Wertes ein, so beträgt der Nutzen-Kosten-Wert nicht mehr 1,12, sondern 0,30. Rechnet man die Energiesteuern aus der Berechnung heraus, die bei Nutzen-Kosten-Untersuchungen aus methodischen Gründen üblicherweise ausgeblendet, aber in der Standardisierten Bewertung enthalten sind, sinkt der Nutzen-Kosten-Wert weiter auf nur noch 0,08. Die erhöhten Unterhaltskosten senken den Nutzen-Kosten-Wert um 0,19 und die Korrektur der Dieselverbrauchswerte sogar um 0,63. Die starke Auswirkung der korrigierten Energieverbräuche und Unterhaltskosten auf den Nutzen-Kosten-Wert ist zum einen auf einen mathematischen Hebeleffekt zurückzuführen, der bei geringen Investitionskosten und hohen Betriebskosten auftritt, und zum anderen auf einen weiteren Hebeleffekt, der darin begründet ist, dass nicht die absoluten Werte von Bezugsfall und Planfall betrachtet werden, sondern nur die Differenzen zwischen Bezugsfall und Planfall. Je kleiner die zu betrachtenden Differenzen bezogen auf die absoluten Werte sind, desto größer ist der Hebeleffekt.

### **Schlußfolgerungen**

In der vorliegenden Form darf die S21 Hamburg - Kaltenkirchen weder mit Bundesmitteln noch mit Landesmitteln bezuschusst werden. Der Nutzen-Kosten-Wert von 1,12 basiert auf sinnentstellenden Pauschalierungen beim Energieverbrauch und den Unterhaltskosten. In Wirklichkeit ist der Nutzen-Kosten-Wert mit 0,30 nur bei gut einem Viertel. Eine Bezuschussung mit Steuergeldern ist somit nicht zulässig.

### **Möglichkeiten zur Projekt-Optimierung**

Die Standardisierte Bewertung dient nicht nur dazu, Projekte "zu beerdigen", sondern sie stellt eine umfangreiche Schwachstellenanalyse dar und kann dazu genutzt zu werden, das Projekt zu verbessern. Das Projekt muß umfangreich optimiert werden, vor allem mit dem Ziel niedrigerer Betriebskosten. Der beschriebene mathematische Hebeleffekt wirkt sich nicht nur negativ auf Verschlechterungen, sondern genauso auch positiv auf Verbesserungen aus.



Es zeichnen sich zahlreiche Verbesserungsmöglichkeiten ab:

(1) Um die Betriebskosten in Grenzen zu halten, muß der Außenbereich mit Kurzzügen befahren werden. Die Fahrzeitverlängerung von 2 Minuten durch das Kuppeln wirkt sich nur zu rund 10% auf den Nutzen in Form von zusätzlichen Fahrgästen aus.

(2) Wenn nicht die S21, sondern die S3 oder die geplante S4 nach Kaltenkirchen fährt, dann müssen die teuren und schweren Zweisystem-Fahrzeuge nicht auf dem jeweils anderen Seite der Stadt unnütz auf einem Gleichstrom-Außenast verkehren.

(3) Die niedrige Strecken-Höchstgeschwindigkeit der AKN-Strecke kann für die bis zu 140 km/h schnellen ET 490 zumindest etwas angehoben werden, so dass eine zusätzliche Fahrzeitverkürzung zwischen Eidelstedt und Kaltenkirchen erzielt wird.

(4) Der neue elektrische ET 490 hat drei Türen pro Wagen, während der Dieselzug Lint54 nur zwei Türen hat. Dies beschleunigt den Fahrgastwechsel um 50%, was zu Fahrzeitgewinnen führt, die nicht angesetzt wurden.

(5) Die genannten fahrzeitrelevanten Optimierungen und/oder das Tauschen von S21 mit der S3 oder S4 führt auf der Strecke Eidelstedt - Kaltenkirchen zu völlig anderen Fahrplanlagen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die bislang zwischen Ellerau und Tanneneck vorgesehene Zugbegegnung nun an einem gänzlich anderen Ort stattfindet. In diesem Fall kann dann auf rund 800 m Länge auf das zweite Gleis verzichtet werden, also genau dort, wo die Widerstände gegen das Projekt besonders hoch sind.

(6) Die engste Kurve der gesamten Strecke ist am Westrand von Ellerau am Bahnübergang. Die Pläne zum zweigleisigen Ausbau im Kreuzungsbereich mit der Straße sind geometrisch gar nicht umsetzbar. Ein kreuzungsfreier Ausbau mit evtl. Teil-Absenkung der Gleise würde die Fahrzeiten deutlich verkürzen und zu überschaubaren Mehrkosten führen.

(7) Eine stärkere Motorisierung der Wechselstromversion der sehr schwach ausgelegten neuen elektrischen ET 490 würde die Fahrzeit Eidelstedt - Kaltenkirchen weiter reduzieren, hätte aber vor allem für die geplante S-Bahn nach Bad Oldesloe große Vorteile, weil die dann beschleunigten S-Bahnen besser mit dem Fernverkehr "mitschwimmen" können.

Derartige Optimierungen sind umso wichtiger, als erst kürzlich wieder die Verlängerung der U1 von Norderstedt Mitte nach Ulzburg Süd gefordert wurde. Nur nach einer gründlichen Optimierung des S-Bahn-Projektes kann dieses bei der Bewertung neben einer verlängerten U1 Bestand haben.



## Anlage 1: Herleitung der Reisezeitgewinne in Fahrgastminuten

500 Fahrgäste fahren im Mitfall künftig nicht mehr über Norderstedt, sondern profitieren ebenfalls von den Reisezeitverkürzungen auf der S21. Diese sind bei den Querschnitten des Mitfalls über Quickborn ausgewiesen, nicht jedoch im Ohnefall. Deshalb können diese 500 Fahrgäste den Querschnittsangaben im Ohnefall hinzuaddiert werden.

(1) Reisezeitgewinn Ulzburg Süd:

$$0,25 \text{ min} \times 4000 \text{ Fahrgäste} = 1.000 \text{ Fahrgastminuten}$$

Die genannten 4000 Fahrgäste, die von Henstedt-Ulzburg kommen und weiter nach Tanneneck fahren (bzw. umgekehrt) sind nicht direkt ausgewiesen, können jedoch näherungsweise geschätzt werden, weil der Verkehr nördlich Ulzburg Süd direkt ausgewiesen wird (9.100 Fahrgäste) und das Verhältnis, wie sich der Verkehr in Richtung Quickborn und Norderstedt aufteilt (5,8:7,3), ebenfalls ausgewiesen ist.

(2) Reisezeitgewinn verkürzte Standzeit Quickborn:

$$2,95 \text{ min} \times (5.800 + 500) \text{ Fahrgäste} = 18.585 \text{ Fahrgastminuten}$$

(3) Reisezeitgewinn Wegfall Umsteigen Eidelstedt:

(3a) Ungewichteter Reisezeitgewinn:

$$1,6 \text{ min} \times (12.200 + 500) \text{ Fahrgäste} = 20.320 \text{ Fahrgastminuten}$$

(3b) Komfortgewinn Wegfall Warten auf Bahnsteig in Eidelstedt:

$$2,1 \text{ min} \times (12.200 + 500) \text{ Fahrgäste} \times 0,3 = 8.000 \text{ Fahrgastminuten}$$

Die Fahrzeiterparnis in Eidelstedt beträgt 1,6 min, während die Wartezeit am auf den Anschlußzug bei 2,1 min liegt. (Die Differenz von 0,5 Minuten entspricht der Haltezeit in Eidelstedt beim Mitfall.) Der Faktor 0,3 ergibt sich aus dem Gewichtungsfaktor 1,3 für die Wartezeit auf den Anschlußzug aus der Standardisierten Bewertung.

(3c) Zuwachs Angebotsqualität durch Direktverbindung

Wird ein Umsteigevorgang eingespart und entsteht so eine Direktverbindung ohne Umsteigen vom Startpunkt der Reise zum Ziel, so stellt dies auf einer rein subjektiven Ebene einen hohen Wert dar, der stark die Verkehrsmittelwahl beeinflusst. In der Standardisierten Bewertung wird dieser Aspekt sehr



hoch gewichtet, und zwar mit einem Bonus von 8 Reisezeitminuten plus der Hälfte der Fahrzeit des Anschlußverkehrsmittels oder des Zubringerverkehrsmittels, wobei hier die jeweils kürzere Fahrzeit angesetzt werden muß. Der Gedanke hinter dieser Gewichtung ist, dass ein Fahrgast beispielsweise von Ellerau zum Hauptbahnhof im Ohnefall mit hoher Wahrscheinlichkeit in Ellerau einen bequemen Sitzplatz bekommt und dann bis Eidelstedt beispielsweise Zeitung lesen kann. Dann muß er umsteigen, hat unter Umständen dann keinen Sitzplatz mehr und kann bis Hauptbahnhof seine Zeitung nicht weiter lesen. Bei der Direktverbindung des Mitfalls bleibt ihm sein Sitzplatz bis Hauptbahnhof erhalten und er kann die gesamte Fahrzeit ohne Unterbrechung voll nutzen.

Dieser Bonus gilt aber nur für Verbindungen, die ohne einen einzigen Umsteigevorgang auskommen. D.h. der Fahrgast muß sein Ziel in der Innenstadt fußläufig erreichen können, ohne zuvor in eine andere S-Bahn oder U-Bahn umsteigen zu müssen, andernfalls darf dieser Bonus nicht angesetzt werden. Geht man von der realistischen Annahme an, dass die zwei S-Bahn-Stammstrecken über Dammtor und City-Tunnel dieselbe Bedeutung haben (50-50) und dass ungefähr 1/3 aller S-Bahn-Fahrgäste in der Innenstadt noch in die U-Bahn wechseln müssen, um ihr Ziel zu erreichen, so können insgesamt 1/3 aller Fahrgäste, die in der S21 sitzen, ihr Ziel ohne weiteren Umsteigevorgang erreichen:

$(12.200 + 500) \text{ Fahrgäste} \times 0,5 \times 2/3 = 4230 \text{ Fahrgäste mit Direktverbindung}$

Diese Fahrgäste erreichen im weiteren Laufweg der S21 irgendwo zwischen Stellingen und Aumühle ihr Ziel, die meisten fahren vermutlich bis Hauptbahnhof, wenige fahren weiter und einige steigen vorher aus, beispielsweise Sternschanze oder Dammtor. Es ist wahrscheinlich, dass eine Station vor dem Hauptbahnhof am Dammtor ungefähr die Hälfte der Fahrgäste den Zug verlassen haben und Eidelstedt - Dammtor die durchschnittliche Streckenlänge des Anschlußzuges darstellt. Anders ausgedrückt: Man kann vereinfacht annehmen, dass diese Fahrgäste statistisch alle in Dammtor aussteigen, aber in Wirklichkeit die eine Hälfte vorher schon ausgestiegen ist und die andere Hälfte noch sitzenbleibt und weiterfährt. Die Fahrzeit von Eidelstedt nach Dammtor beträgt 13 Minuten. Somit ergibt sich folgende Rechnung für die (subjektiven) Fahrzeitminuten der Direktverbindung:

$4230 \text{ Fahrgäste} \times (8 \text{ min} + 13 \text{ min} \times 0,5) = 61.335 \text{ Fahrgastminuten}$





#### (4) Verkürzte Wartezeiten durch Taktverdichtungen

##### (4a) Taktverdichtung nördlich Quickborn

$$5.800 \text{ Fahrgäste} \times 5 \text{ min} \times 0,16 = 4.640 \text{ Fahrgastminuten}$$

In der Standardisierten Bewertung wird die Wartezeit zur Hälfte als Reisezeit angesetzt. Eine Verdichtung von 20-Minuten-Takt auf 10-Minuten-Takt bedeutet somit einen (subjektiven) Reisezeitgewinn von 5 Minuten. Allerdings findet diese Verdichtung nur zur Hauptverkehrszeit statt. Laut Int-  
traplan beträgt der Spitzenstundenanteil 16% (S. 20).

##### (4b) Taktverdichtung südlich Eidelstedt

Südlich Eidelstedt sollen im Mitfall 254 Züge und im Ohnefall 228 Züge pro Tag verkehren (S. 14 und 25). Bei einem 20-stündigen Betrieb ergibt sich eine durchschnittliche Taktfolge von 4,72 Minuten im Ohnefall und 5,26 Minuten im Mitfall. Die durchschnittliche Wartezeit reduziert sich um:

$$(5,26 \text{ min} - 4,72 \text{ min}) \times 0,5 = 0,27 \text{ min}$$

$$74.100 \text{ Fahrgäste} \times 0,27 \text{ min} = 20.000 \text{ Fahrgastminuten}$$

#### (5) Bonus für bessere Stationsausstattung

In der Standardisierten Bewertung ist ein Bewertungssystem für die Qualität von Stationen enthalten (Anhang Datenvorgaben, Tab. 2-4). Darin sind 10 Kriterien genannt, über die eine optimal ausgestattete Station (Bahnhof oder Haltepunkt) verfügen kann:

- Barrierefreier Zugang
- Fahrgastinformation (diverse Einzelpunkte)
- Stationspersonal oder entsprechende Sprechanlagen
- Bahnsteigdach
- Beleuchtung
- Wartesitze
- ansprechende Gestaltung, Sauberkeit
- Kiosk
- Telefon
- Toilette.

Nach einem festgelegten Punktesystem werden Bonuspunkte in Form zusätzlicher Reisezeitminuten vergeben, wenn diese Eigenschaften signifikant verbessert werden.



Im Unterschied zu den vorangegangenen Punkten ist es hier nur möglich, eine grobe Schätzung abzugeben: Nach dem Zustand der heutigen Stationen können vor allem die weniger bedeutenden Stationen noch aufgewertet werden. 6 Stationen verfügen bislang noch mit über eine nur sehr eingeschränkte Stationsausstattung. Dass eine Aufwertung der Stationen vorgesehen ist, wird bei der Projektbeschreibung (S. 23) auch explizit erwähnt. Werden mindestens zwei der oben genannten 10 Punkte verbessert, so erhält das Projekt eine Bonus-Reisezeitminute für den Ein- und Aussteiger. Leider sind die Ein- und Aussteigerzahlen der Bahnhöfe in der Standardisierten Bewertung nicht ausgewiesen, sondern nur Querschnitte. So kann man nur schätzen, dass eine typische weniger bedeutende Station ca. 2.500 Ein- und Aussteiger pro Werktag aufweist. Auch die Höhe der Bonus-Minuten kann nur geschätzt werden, denn bei einer starken Verbesserung einer einzelnen Station sind sogar 2 Bonus-Minuten denkbar.

2.500 Fahrgäste x 6 Stationen x 1 Bonus-Minute = 15.000 Fahrgastminuten.

## Anlage 2: Fahrsimulation LINT54

Der Dieseltriebzug LINT54 wurde in der 3-motorigen Version von Hamburg-Eidelstedt nach Kaltenkirchen simuliert. Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten wurden dem aktuellen Buchfahrplans entnommen und es wurde der zusätzliche Halt Schnelsen Süd noch ergänzt, der auch schon im Bezugsfall enthalten ist. Es wurde die sog. Bruttomasse (vollgetankt) und eine 100% Auslastung der Sitzplätze unterstellt. Der Computer ermittelte eine Arbeit am Rad von 147 kWh. Zur Umrechnung in Kraftstoff wurden 200g Dieselkraftstoff pro kWh angesetzt, zzgl. einem 20% Zuschlag für Umwandlungsverluste und Nebenbetriebe (Generator für z. B. Beleuchtung). Daraus ergibt sich ein Gesamtverbrauch von Hamburg-Eidelstedt bis Kaltenkirchen (30,0 km Streckenlänge) von 42,6 l, auf 100 km hochgerechnet 142 l/100 km.

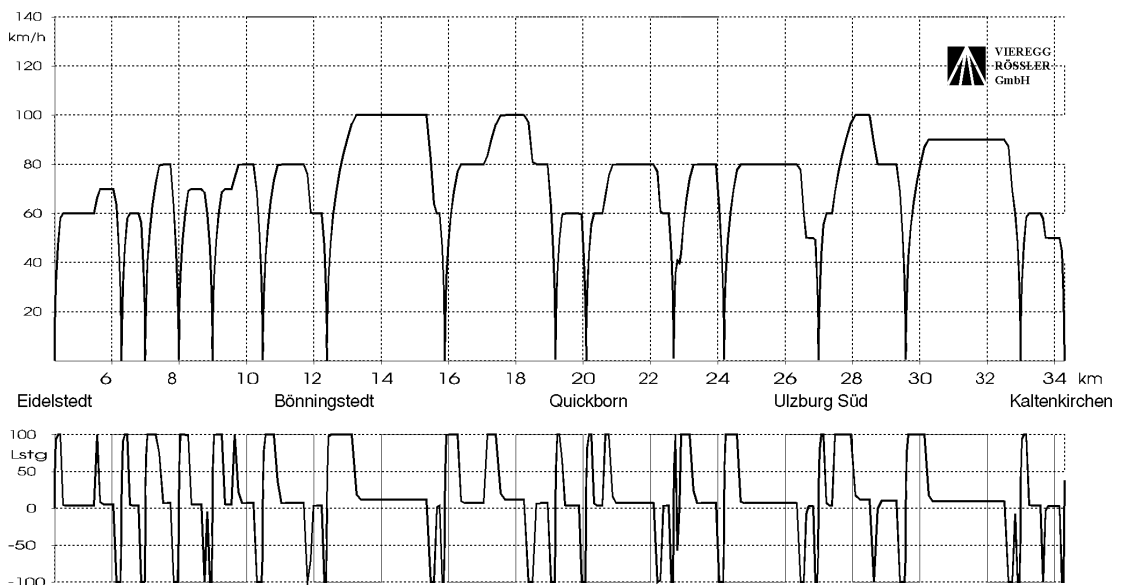


Abbildung: Fahrtafel LINT54 von Hamburg-Eidelstedt nach Kaltenkirchen