

Vertrag Contratto	D0492	Settore Bereich	Einlage Allegato						
<b>AUSBAU EISENBahnACHSE MÜNCHEN - VERONA</b>		<b>POTENZIAMENTO ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA</b>							
<b>BRENNER BASISTUNNEL</b>		<b>GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO</b>							
1	Aggiunta parte del solo Tunnel di Base / Zusatzteil zum Basistunnel	10/07/2010	ATOS prog	12/07/2010	MORELLI	13/07/2010	MORELLI		
0	Prima edizione / Erste Ausgabe	25/05/2010	ATOS prog	26/05/2010	MORELLI	27/05/2010	MORELLI		
		Data / Datum	Nome / Name	Data / Datum	Nome / Name	Data / Datum	Nome / Name	Sigla Paraphe	
Nr.	Modifica / Änderung	Redazione / Erstellung	Revisione / Bearbeitung	Controllo / Prüfung					
Bereich		Settore							
Umweltplanung		Progettazione ambientale							
Gegenstand		Oggetto							
Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells		Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione							
Titel		Titolo							
Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke		Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità							
Lingua di partenza / Ausgangssprache:		Italiano / Italienisch		Scala / Maßstab		-			
Progressiva di progetto / Projektkilometer		<p style="text-align: center;">DIESES PROJEKT WIRD VON DER EUROPÄISCHEN UNION KOFINANZIERT</p>  <p style="text-align: center;">QUESTO PROGETTO È COFINANZIATO DALL' UNIONE EUROPEA</p>  <p style="text-align: center;"><i>Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</i></p> <p style="text-align: center;">Piazza Stazione, 1      Grabenweg 3 I-39100 Bolzano      A-6020 Innsbruck</p>							
da / von	a / bis								a / bei
Affidatario: Auftragnehmer:									Progettista: Projektant:
		<b>Ordine Ingegneri Romo</b> <b>Morelli</b> <b>n. A - 13914</b> <b>Settore a - b - c</b>		  Data: 13/7/10 Datum:					
Codice di commessa / Auftragscode		Ente / Einrichtung	Tipo Doc / Dok. Typ	WBS / WBS	Progressiva / Fortl. Nummer	Revisione / Revision			



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der  
Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del  
Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und  
Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea  
ad alta capacità

## INHALTSVERZEICHNIS INDICE

1.	VORWORT.....	6
1.	PREMESSA .....	6
2.	ZIELSETZUNG DES DOKUMENTS.....	6
2.	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	6
3.	BEZUGSDOKUMENTE .....	6
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
4.	INSTRUMENTE DER STUDIE - SIMULATOREN.....	7
4.	STRUMENTI DELLO STUDIO - SIMULATORI.....	7
4.1.	Geländebetriebssimulator .....	7
4.1.	Simulatori di marcia sul terreno.....	7
4.2.	Bahnstromsimulator .....	8
4.2.	Simulatore elettrico.....	8
5.	EINGABEDATEN.....	9
5.	DATI DI INPUT.....	9
5.1.	Höhen- und Lageprofil der Trassen .....	9
5.1.	Tracciati planoaltimetrici.....	9
5.1.1.	Alte Strecke .....	9
5.1.1.	Linea Storica .....	9
5.1.2.	Neue Strecke .....	9
5.1.2.	Nuova Linea .....	9
5.2.	Die Bahnstromarchitektur.....	12
5.2.	L'architettura Elettrica.....	12
5.2.1.	Die alte Strecke.....	12
5.2.1.	La linea storica .....	12
5.2.2.	Neue HL-Strecke.....	14
5.2.2.	Nuova linea AC .....	14
5.3.	Der Verkehr .....	15
5.3.	Il Traffico.....	15
6.	DIE STUDIE .....	17
6.	LO STUDIO .....	17
7.	STUDIENMETHODIK .....	18
7.	METODOLOGIA DELLO STUDIO .....	18

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der  
Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del  
Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und  
Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea  
ad alta capacità

7.1.	Energie am Stromabnehmer .....	18
7.1.	Energia al pantografo .....	18
7.2.	Von den Unterwerken aufgenommene elektrische Energie.....	18
7.2.	Energia elettrica assorbita dalle SSe .....	18
<b>8.</b>	<b>DIE ERGEBNISSE .....</b>	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>I RISULTATI.....</b>	<b>19</b>
8.1.	Energie am Stromabnehmer für einzelnen Zug .....	19
8.1.	Energia al pantografo per singolo treno .....	19
8.2.	Energie am Stromabnehmer für an einem Tag vorgesehene Züge.....	21
8.2.	Energia al pantografo per treni previsti in un giorno .....	21
<b>9.</b>	<b>AUFGENOMMENE ELEKTRISCHE ENERGIE .....</b>	<b>22</b>
<b>9.</b>	<b>ENERGIA ELETTRICA ASSORBITA.....</b>	<b>22</b>
<b>10.</b>	<b>LEISTUNGEN AM STROMABNEHMER ENTLANG DER STRECKE .....</b>	<b>24</b>
<b>10.</b>	<b>POTENZE AL PANTOGRAFO LUNGO LA LINEA .....</b>	<b>24</b>
10.1.	Alte Strecke .....	25
10.1.	Linea storica .....	25
10.2.	Neue Strecke.....	26
10.2.	Nuova Linea .....	26
<b>11.</b>	<b>SPANNUNGEN AM STROMABNEHMER AUF DER ALTEN STRECKE.....</b>	<b>27</b>
<b>11.</b>	<b>TENSIONI AL PANTOGRAFO SU LINEA STORICA.....</b>	<b>27</b>
<b>12.</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>29</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>29</b>
12.1.	Energie am Stromabnehmer gemäß BBT-Programm.....	29
12.1.	Energia al pantografo secondo programma BBT .....	29
12.2.	Energie am Stromabnehmer im WORST CASE .....	30
12.2.	Energia al pantografo nel WORST CASE .....	30
12.3.	Energie am Stromabnehmer mit Verkehr zur Gänze auf HL-Strecke.....	31
12.3.	Energia al pantografo con tutto il traffico sulla linea AC.....	31
12.4.	Vergleich der Ergebnisse - Minderer Energiebedarf .....	33
12.4.	Comparazione dei risultati – Minor fabbisogno di Energia.....	33
<b>13.</b>	<b>ANALYSE DES ÄQUIVALENTEN VERKEHRS MITTEL STANDARD-ZUG .....</b>	<b>34</b>
<b>13.</b>	<b>ANALISI TRAFFICO EQUIVALENTE MEDIANTE TRENO TIPO .....</b>	<b>34</b>
13.1.	Hypothesen der Untersuchung.....	35
13.1.	Ipotesi dello studio.....	35
13.2.	Energiebedarf .....	40

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

13.2.	Fabbisogno energia.....	40
13.2.1.	Szenarium Güterminimum .....	40
13.2.1.	Scenario Minimo Merci.....	40
13.2.2.	Szenarium Personenminimum.....	41
13.2.2.	Scenario Minimo Viaggiatori .....	41
13.2.3.	Minimumszenarium - Personen-/Güterverkehr .....	42
13.2.3.	Scenario Minimo – Traffico Viaggiatori Merci .....	42
13.3.	Konsensszenarium.....	43
13.3.	Scenario Consenso .....	43
13.3.1.	Güterverkehr zur Gänze auf HL-Strecke .....	43
13.3.1.	Traffico Merci Tutto su linea AC.....	43
13.3.2.	Güterverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm .....	44
13.3.2.	Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT .....	44
13.3.3.	Personenverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm.....	45
13.3.3.	Traffico Passeggeri ripartito secondo programma BBT.....	45
14.	<b>VERGLEICH DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>47</b>
14.	<b>COMPARAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI .....</b>	<b>47</b>
15.	<b>ANALYSE DES BASISTUNNELS MIT ÄQUIVALENTEM VERKEHR MITTELS STANDARD-ZUG .....</b>	<b>49</b>
15.	<b>ANALISI TUNNEL DI BASE CON TRAFFICO EQUIVALENTE MEDIANTE TRENO TIPO.....</b>	<b>49</b>
15.1.	Energiebedarf.....	54
15.1.	Fabbisogno energia.....	54
15.1.1.	Szenarium Güterminimum .....	54
15.1.1.	Scenario Minimo Merci.....	54
15.1.2.	Szenarium Personenminimum.....	55
15.1.2.	Scenario Minimo Viaggiatori .....	55
15.1.3.	Minimumszenarium - Personen-/Güterverkehr .....	56
15.1.3.	Scenario Minimo – Traffico Viaggiatori Merci .....	56
15.2.	Konsensszenarium.....	56
15.2.	Scenario Consenso .....	56
15.2.1.	Güterverkehr zur Gänze auf HL-Strecke .....	57
15.2.1.	Traffico Merci Tutto su linea AC.....	57
15.2.2.	Güterverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm .....	57
15.2.2.	Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT .....	57
15.2.3.	Personenverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm.....	59
15.2.3.	Traffico Passeggeri ripartito secondo programma BBT.....	59
16.	<b>VERGLEICH DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>60</b>
16.	<b>COMPARAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI .....</b>	<b>60</b>

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 1. VORWORT

Der Ausbau der Brennerachse zwischen Kufstein und Verona bringt umfangreiche infrastrukturelle Investitionen mit sich.

Er beschleunigt nicht nur die Verkehrsbeziehungen zwischen Italien, Österreich und Deutschland, sondern erhöht aufgrund seiner infrastrukturellen Eigenschaften auch beträchtlich die Schienentransportkapazität, vor allem für die Güter.

Aufgrund des neuesten Standes der installierten Technologie und der weniger uneben bzw. geneigt verlaufenden neuen Bahntrasse im Vergleich zur alten Strecke sind für die HL-Strecke kürzere Verkehrszeiten, die bereits genannte höhere Transportkapazität sowie ein verminderter Energieverbrauch zu erwarten.

## 2. ZIELSETZUNG DES DOKUMENTS

Das Dokument will den elektrischen und mechanischen Energieverbrauch bei gleichem Verkehrsaufkommen und gleicher Gütertransportmenge auf der gesamten Route von Verona bis Kufstein für die bestehende Strecke und neue Strecke bewerten und vergleichen.

Der Vergleich erfolgt qualitativ und parametrisch quantitativ; für eine korrekte Lektüre und Auslegung sind alle im nachstehenden Absatz „**Grenzen der Studie**“ enthaltenen Präzisierungen zu berücksichtigen.

## 3. BEZUGSDOKUMENTE

- BBT - Ausbau Eisenbahnachse München – Verona – Brennerbasistunnel – Einreichprojekt (D0118 - 2007)
- BBT - Ausbau Eisenbahnachse München – Verona Zulaufstrecke Süd – Einreichprojekt (D0150 - 2007)

## 1. PREMESSA

Il potenziamento dell'asse del Brennero tra Kufstein e Verona comporta investimenti infrastrutturali di notevole entità.

Il potenziamento oltre a velocizzare le relazioni tra Italia, Austria e Germania consente, per le caratteristiche infrastrutturali, di aumentare notevolmente la capacità di trasporto su rotaia non tanto per i viaggiatori quanto per le merci.

Per la modernità della tecnologia installata, nonché per il tracciato, meno accidentato ed acclive rispetto alla linea storica, sulla linea AC oltre ad una diminuzione dei tempi di percorrenza e al citato aumento di capacità di trasporto è attesa anche una diminuzione dell'energia utilizzata.

## 2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il documento ha lo scopo di valutare e comparare i consumi di energia elettrica e meccanica a parità di traffico e a parità di merci trasportate tra la linea esistente e la nuova linea sull'intero itinerario, da Verona a Kufstein.

La Comparazione è qualitativa e parametricamente quantitativa, e per una sua corretta lettura ed interpretazione vanno tenute presenti tutte le precisazioni contenute nel successivo paragrafo "**Limiti dello Studio**".

## 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- BBT - Potenziamento Asse Ferroviario Monaco – Verona – Galleria di Base del Brennero – Progetto Definitivo (D0118 - 2007)
- BBT - Potenziamento Asse Ferroviario Monaco – Verona Linea di Accesso Sud – Progetto Definitivo (D0150 - 2007)

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

- RFI - Höhen- und Lageprofil Strecke Verona Brenner (verschied. Dok.)
- ÖBB - Langshohenverzeichnis (AX) Brenner – Kufstein (verschied. Dok.)
- RFI Autonome Provinz Trient - Neue HL-Brennerbahnstrecke im Gebiet der Provinz Trient – Vorprojekt 2008
- BBT - Verkehrsprognosen (Progtrans-Studie 2007)
- RFI - ITALFERR – Viergleisiger Ausbau Verona – Brenner – Vorprojekt 2003 (verschied. Dok.)
- RFI - Profilo Planoaltimetrico Linea Verona Brennero (Doc. Vari)
- ÖBB - Langshohenverzeichnis (AX) Brennero – Kufstein (Doc. Vari)
- RFI Provincia Autonoma di Trento - Nuova Linea AC della Ferrovia del Brennero nel Territorio Trentino – Progetto Preliminare 2008
- BBT - Previsioni di Traffico (Studio Progtrans 2007)
- RFI - ITALFERR – Quadruplicamento Verona – Brennero – Progetto Preliminare 2003 (Doc. Vari)

#### **4. INSTRUMENTE DER STUDIE - SIMULATOREN**

Für die Studie wurden zwei Simulationsmodelle verwendet.

##### **4.1. Geländebetriebssimulator**

Bezogen auf das Höhen- und Lageprofil der Bahntrasse misst der Simulator in Zeit- oder Raumabständen (für einen besseren Vergleich der Zugfolgen sowohl gleicher als auch verschiedener Fahrtgeschwindigkeiten wird allgemein die Zeitabtastung verwendet) die elektrische Leistung am Stromabnehmer des Zugs, dessen Fahrt analysiert werden soll.

Der Zug kennzeichnet sich durch das Gewicht, die Traktionseigenschaften (Art der Lokomotive, Einzel-, Doppel- oder Dreifachtraktion) und durch seine maximale Fahrgeschwindigkeit, die eine andere als die aufgrund der infrastrukturellen Streckeneigenschaften zulässige Höchstgeschwindigkeit sein kann.

Die Strecke ist mit allen infrastrukturellen, den Fahrwiderstand beeinflussenden Eigenschaften modelliert: Abschnitt im Freien oder im Tunnel, Kurvenradius, Gefälle (Steigungen oder Neigungen) und Höchstverkehrsgeschwindigkeit.

Die Datenausgabe des Modells, die sogenannte „Train Performance“, besteht aus Tabellen, die anhand einer Zeit- oder Raumabtastung die Zugposition, die Verkehrszeit ab Fahrtbeginn, die am Projektkilometer aufgenommene Leistung und die ab

#### **4. STRUMENTI DELLO STUDIO - SIMULATORI**

Lo studio è basato sull'impiego di due modelli di simulazione.

##### **4.1. Simulatori di marcia sul terreno**

Sul tracciato piano altimetrico della linea il simulatore determina, a step definibili in termini temporali o spaziali (normalmente viene utilizzata la scansione temporale per meglio comparare la marcia dei treni in sequenza sia omotachici che eterotachici), la potenza al pantografo del treno di cui si vuol analizzare la marcia.

Il treno è caratterizzato dal peso, dalle caratteristiche di trazione (tipo di locomotiva, semplice doppia o tripla trazione) e dalla velocità massima del convoglio che può essere diversa dalla massima velocità consentita dalle caratteristiche infrastrutturali della linea.

La linea è modellata comprendendo tutte le caratteristiche infrastrutturali che influenzano la resistenza al moto: tratto all'aperto o in galleria, raggio delle curve pendenze (positive o negative) e massima velocità di percorrenza.

L'output del modello è la "train performance" costituita da tabulati che danno, con scansione temporale o spaziale, la posizione del treno, il tempo di percorrenza dall'inizio corsa, la potenza assorbita a quella progressiva e l'energia assorbita dall'inizio

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Fahrtbeginn absorbierte Energie ergeben.

corsa.

## 4.2. Bahnstromsimulator

Nach der Bestimmung der „Train Performance“ werden anhand des Bahnstromsimulators, nach welchem die Architektur des Bahnstromsystems modelliert ist (Position der Unterwerke, elektrische Ausstattung der Strecken und der Bahnstromanlagen im Allgemeinen), Augenblick für Augenblick (im festgelegtem Abtastungstakt) die an der Primärseite von den Unterwerken aufgenommene elektrische Leistung, der Spannungswert am Stromabnehmer des Zugs entlang der gesamten Linienführung - ein Parameter, der bewerten lässt, ob das Bahnstromsystem die angenommene Verkehrsbelastung bewältigen kann - und schließlich die von jedem Unterwerk in festlegbaren Zeitfenstern gelieferte Energie berechnet.

Das Modell ist imstande, die Simulation sowohl für den einzelnen Zug als auch für Zugfolgen bei gleichen und verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten auszuführen.

Im Fall von Zügen verschiedener Fahrgeschwindigkeiten ist es grundlegend, über den Fahrplan mit den Betriebshalten und Vorfahrtshalten zu verfügen. Im nachstehenden Absatz „Grenzen der Studie“ wird beschrieben, welche Hypothesen sich aus dem Nicht-Vorhandensein solcher Daten ergeben und wie dieser Mangel behoben wird.

## 4.2. Simulatore elettrico

Definita la “Train performance”, attraverso il simulatore di trazione elettrica sul quale è modellata l'architettura del sistema di trazione elettrica (posizione delle SSE, caratteristiche elettriche delle linee e degli impianti di Trazione Elettrica in generale) si determina istante per istante (secondo il passo di scansione prestabilito) la potenza elettrica assorbita al primario dalle SSE, il valore di tensione al pantografo del treno lungo tutto il percorso, parametro che consente di valutare se il sistema elettrico è in grado di sostenere il traffico ipotizzato, e infine l'energia erogata da ciascuna SSE in finestre temporali predefinitibili.

Il modello è in grado di eseguire la simulazione sia per singolo treno, che per sequenze di treni, sia omotachici che eterotachici.

Nel caso di treni eterotachici risulta fondamentale disporre dell'orario di servizio nel quale sono stabilite sia le fermate per servizio e per precedenza. La mancanza di questo dato e delle conseguenti ipotesi assunte per colmare la lacuna sono descritte nel successivo paragrafo “limiti dello studio” parag.



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 5. EINGABEDATEN

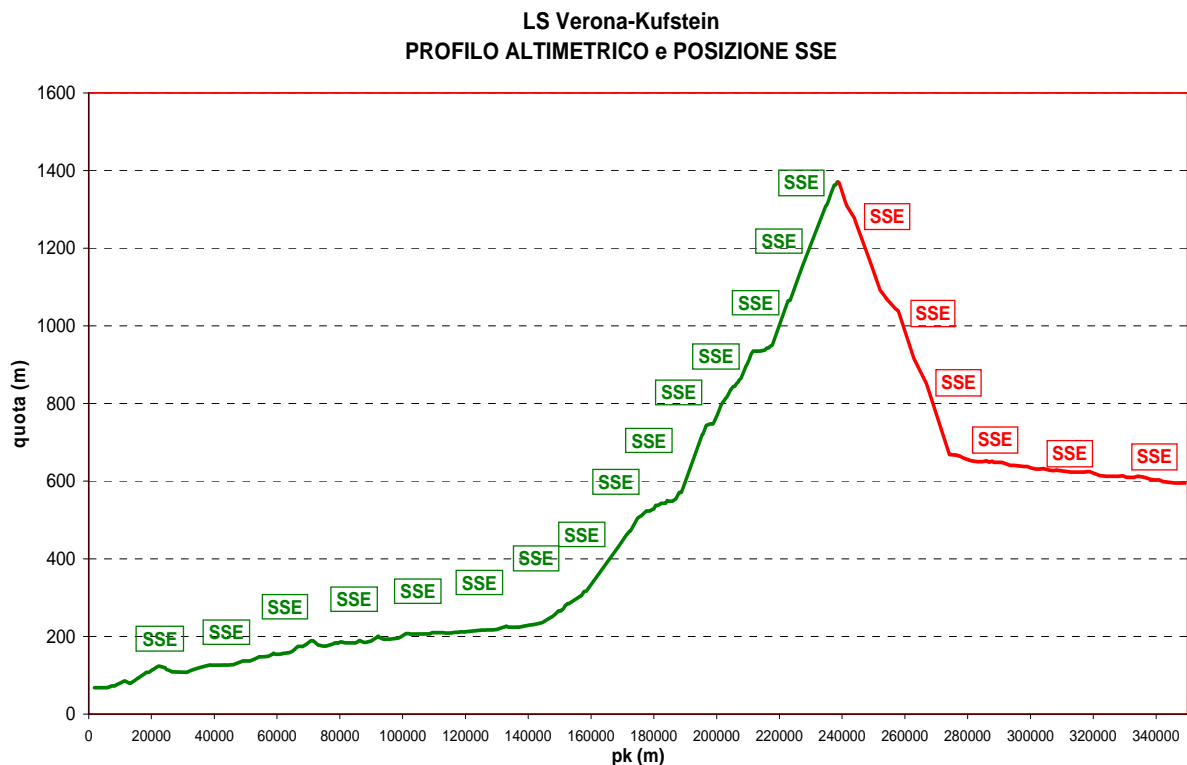
## 5. DATI DI INPUT

### 5.1. Höhen- und Lageprofil der Trassen

### 5.1. Tracciati planoaltimetrici

#### 5.1.1. Alte Strecke

#### 5.1.1. Linea Storica



Die Daten zur Trasse der alten Strecke sind zuverlässig, da sie technischen Plänen einer bestehenden Strecke entnommen und auch für deren Betrieb verwendet wurden.

I dati sul tracciato della linea storica sono del tutto attendibili essendo tratti da elaborati tecnici di una linea esistente e trattandosi di dati utilizzati anche per l'esercizio della linea:

#### 5.1.2. Neue Strecke

Die Trasse und der Höhen- und Lageverlauf der neuen HL-Strecke werden mit verschiedenen Präzisions- und Zuverlässigkeitsgraden festgelegt,

#### 5.1.2. Nuova Linea

Il tracciato e l'andamento planoaltimetrico della nuova linea AC è definito con diversi gradi di precisione ed attendibilità, nel successivo schematico

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

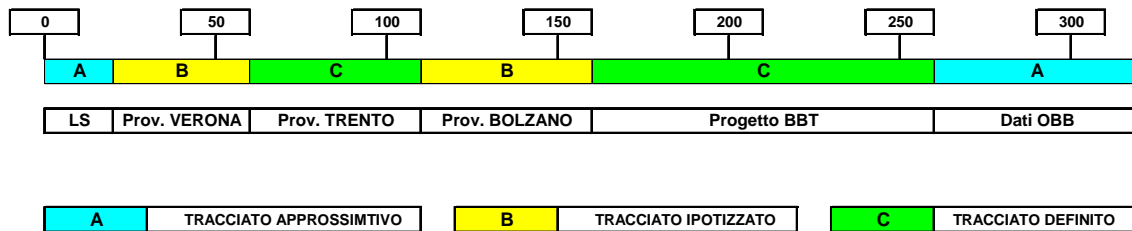
Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

wie es das nächste Schaubild zusammenfassend darstellt. Anschließend werden die Datenquellen bzw. die bei fehlenden Daten geschätzten Approximationen angeführt.

ciò è illustrato sinteticamente, e nel seguito sono illustrate le fonti origine dei dati e le approssimazioni fatte in mancanza di dati.



**Strecke Provinz Verona.** Den Bezug bildet das von Italferr im Jahr 2003 erarbeitete Projekt.

**Tratta provincia di Verona.** Il riferimento è il progetto elaborato da Italferr nel 2003.

Die ersten 17 km (bis Pescantina) wurden als Umbau auf Doppelspur betrachtet und führen somit dieselben höhe- und lagetechnischen Merkmale der bestehenden Trasse. Berücksichtigt wurde, dass in der eventuellen Arbeitsausführungsphase sicherlich jene Situationen korrigiert werden, die Geschwindigkeitsbeschränkungen mit sich bringen; aus diesem Grund wurden für die neue Strecke Höchstgeschwindigkeiten von 160 km/h angenommen.

I primi 17 km (fino a Pescantina) sono stati considerati come raddoppio in sede e quindi con le stesse caratteristiche plano altimetriche del tracciato esistente. Si è considerato che in fase di eventuale esecuzione dei lavori verranno sicuramente corrette le situazioni che comportano vincoli di velocità per cui nella tratta di nuova realizzazione si sono considerate velocità massime di 160 km/h.

**Strecke Provinz Verona** (Pescantina – Grenze Provinz Trient)

**Tratta provincia di Verona** (Pescantina – Confine provincia di Trento)

Die Trasse in diesem Abschnitt ist nicht festgelegt; es kann auch nicht das Italferr-Projekt 2003 hinzugezogen werden, da dieses in der gesamten Provinz Trient und in einem Teil der Provinz Verona eine Entwicklung rechtsseitig der Etsch vorsah. Diese Lösung war mit dem Projekt der Provinz Trient aus dem Jahr 2008, das die Weiterführung des zwischen den beiden Provinzen liegenden Fittanze-Tunnels für rund 2,2 km in der Provinz Verona vorsieht, aufgegeben worden.

Il tracciato in questa sezione è indefinito, né può essere preso in considerazione il progetto Italferr 2003 in quanto questo era previsto con sviluppo, per l'intera provincia di Trento e parte di quella di Verona, in destra Adige, soluzione abbandonata dal progetto della provincia di Trento nel 2008 secondo il quale è previsto che la galleria Fittanze, a cavallo tra le due province, prosegua all'interno della Provincia di Verona per circa 2,2 km.

Die Trassenhypothesen sehen also eine im Tunnel verlaufende Route bis zum Ende des Fittanze-Tunnels vor; von dort bis Pescantina wird eine weitere Tunneltrasse der Länge gleich dem geographischen Abstand zwischen den beiden Ortschaften mit konstanter Steigung gemäß Differenz der Höhe ü.d.M. zwischen den beiden Ortschaften angenommen.

Nelle ipotesi di tracciato si è pertanto assunto un percorso in galleria fino al termine della galleria Fittanze, e da qui a Pescantina si è ipotizzato un tracciato in galleria con lunghezza pari alla distanza geografica tra le due località assumendo una pendenza costante pari dedotta dalla differenza di quota s.l.m. delle due località:

**Provinz Trient:** Das Höhen- und Lageprofil der Trasse wird präzise vom Projekt 2008 mit Entwicklung linksseitig der Etsch festgelegt: Vom Ende des Fittanze-Tunnels in der Ortschaft

**Provincia di Trento:** il tracciato plano altimetrico è definito con precisione dal progetto del 2008 in sinistra Adige: Dal termine della galleria Fittanze, in località Serravalle, fino al confine con la provincia di

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Serravalle bis zur Grenze der Provinz Bozen verläuft die neue Strecke - mit Ausnahme weniger und kurzer Abschnitte, die jedenfalls in den Trasseneigenschaften berücksichtigt wurden - vollständig im Tunnel.

Der letzte Abschnitt im Freien befindet sich in der Ortschaft San Michele all'Adige, wo der Corona-Tunnel beginnt, der für rund 4,2 km in die Provinz Bozen eindringt.

**Provinz Bozen:** Vom Ende des Corona-Tunnels bis Waidbruck wurde die Trasse des Italferr-Projektes 2003 übernommen, aus dem auch der Höhen- und Lageverlauf sowie die Unterbringung der Strecke im Tunnel abgeleitet wurden.

**BBT-Projekt:** Von Waidbruck bis AHRENTAL ist die Trasse unter jedem Gesichtspunkt präzise festgelegt.

**Abschnitt in Österreich:** Von Ahrental bis zum Ende der Umfahrung Innsbruck wurde die Trasse von der bestehenden Strecke abgeleitet und ist somit präzise festgelegt; vom Ende der Umfahrung Innsbruck bis Kufstein wurde sie den ÖBB-Prospekten entnommen und enthält Approximationen für Abschnitte im Freien und Abschnitte im Tunnel.

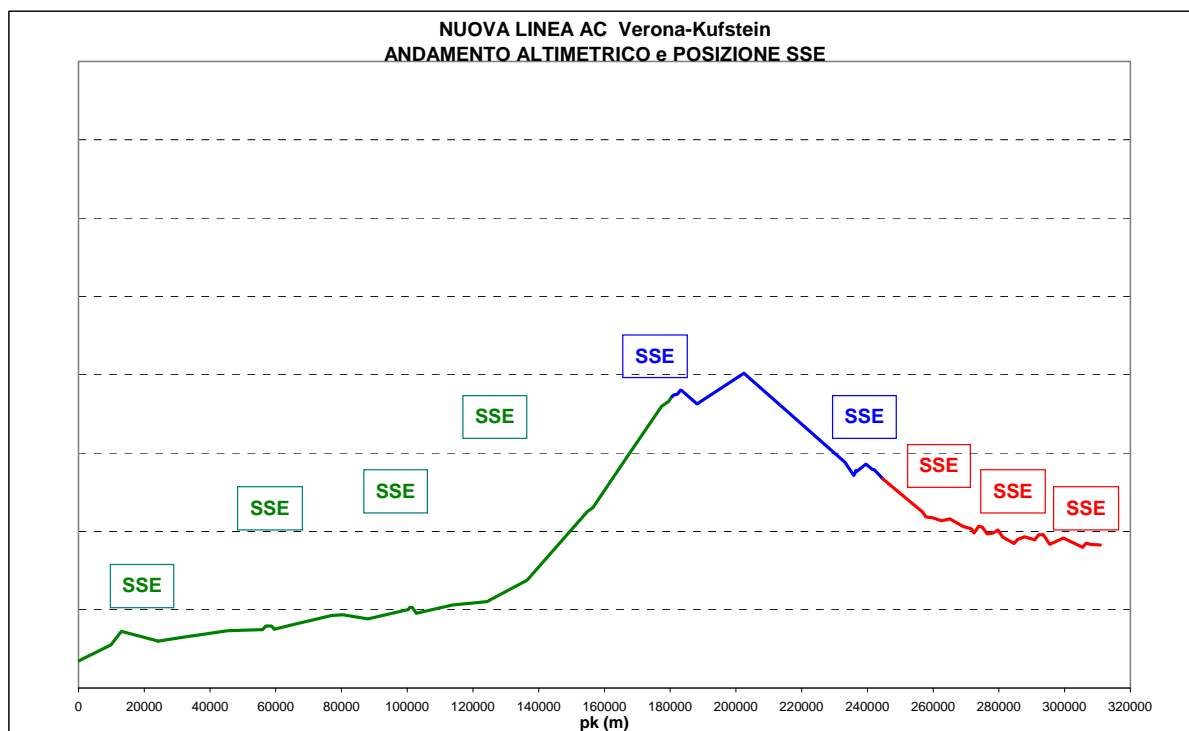
Bolzano, tranne pochi tratti di lunghezza limitata e che comunque sono stati presi in considerazione nelle caratteristiche del tracciato, la nuova linea corre interamente in galleria.

L'ultimo tratto all'aperto è ubicato in località San Michele all'Adige ove inizia la galleria Corona che penetra in provincia di Bolzano per circa 4,2 Km.

**Provincia di Bolzano:** Dal termine della galleria Corona fino a Ponte Gardena, si è ipotizzato che il tracciato sia quello del progetto Italferr 2003 deducendo da questo l'andamento piano altimetrico e la collocazione della linea in galleria.

**Progetto BBT:** da Ponte Gardena fino ad AHRENTAL il tracciato è definito con precisione sotto tutti i punti di vista.

**Tratto in Austria:** da Ahrental a fine circonvallazione Innsbruck il tracciato è dedotto dalla linea esistente e quindi preciso da fine circonvallazione di Innsbruck a Kufstein è dedotto dai prospetti ÖBB con approssimazione su tratti all'aperto e tratti in galleria.



Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## **5.2. Die Bahnstromarchitektur**

### **5.2.1. Die alte Strecke**

Die alte Strecke wird über die 22 nachstehend aufgelisteten Unterwerke der beiden nationalen Bahnstromsysteme, nämlich 3 kV GS in Italien und 15 kV 16 2/3 Hz in Österreich, mit Bahnstrom versorgt.

## **5.2. L'architettura Elettrica**

### **5.2.1. La linea storica**

L'alimentazione della Trazione Elettrica della linea storica è strutturata sui due sistemi di Trazione Elettrica nazionali, il 3 kV c.c. in Italia e il 15 kV 16-2/3 Hz in Austria, che forniscono energia attraverso le 22 SSE di seguito elencate.

Bereich: Umweltplanung



Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

		SSE / Unterwerk	Progressiva / Projektkilometer	SISTEMA TE / TE-SYSTEM
<b>ITALIA / ITALIEN</b> 	1	SSE di / UW Verona S.L	km 4	<b>3 kV cc / GS</b>
	2	Domegliara	km 22+894	
	3	Peri	km 40+465	
	4	Ala	km 55+177	
	5	Villalagarina	km 73+785	
	6	Trento / Trient	km 93+149	
	7	Salorno / Salurn	km 118+840	
	8	Ora / Auer	km 134+566	
	9	Bolzano / Bozen	km 147+500	
	10	Sciliar / Schlern	km 161+340	
	11	Chiusa / Klausen	km 178+200	
	12	Varna / Vahrn	km 192+024	
	13	Le Cave / Grasstein	km 206+016	
	14	Vipiteno / Sterzing	km 216+584	
	15	Fleres / Pflersch	km 227+246	
	16	Terme di Brennero / Brennerbad	km 234+973	
<b>AUSTRIA / ÖSTERREICH</b> 	1	Gries	km 241+382	<b>15 kV, 16 2/3 Hz</b>
	2	Matrei	km 255+482	
	3	Unterberg	km 266+682	
	4	Fritzens	km 289+582	
	5	Münster (dopo il / nach 2015)	km 311+782	
	6	Wörgl	km 333+082	

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione



Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

### 5.2.2. Neue HL-Strecke

Die neue Strecke wird mit zwei verschiedenen Bahnstromsystemen elektrifiziert: 25 kV (in der Version 2x25) zwischen Verona und Innsbruck, und 15 kV 16 2/3 Hz von Innsbruck bis Kufstein. Die Energie wird von insgesamt 13 Unterwerken bereit gestellt, die wie in der nachstehenden Tabelle angeführt verteilt sind.

### 5.2.2. Nuova linea AC

La nuova linea sarà elettrificata con due diversi sistemi di Trazione. Il 25 kV (nella versione 2x25), tra Verona e Innsbruck, e il 15 kV 16 2/3 Hz, da Innsbruck a Kufstein. L'energia è complessivamente fornita da 13 SSE dislocate secondo quanto indicato nella seguente tabella.

		SSE / Unterwerk	Progressiva / Projektkilometer	SISTEMA TE / TE-SYSTEM
 <b>ITALIA / ITALIEN</b>	1	SSE di / UW Verona S.L	km 3+377	<b>3 kV cc / GS</b>
	2	Pescantina 3 kV (1)	km 17+000	
	1	Pescantina 25 kV (1)	km 17+000	<b>25 kV 50 Hz</b>
	2	SERRAVALLE	km 62+000	
	3	S.MICHELE	km 107+000	
	4	CARDANO / KARDAUN	km 145+000	
5	FORTEZZA / FRANZENSFESTE	km 182+000		
 <b>AUSTRIA / ÖSTERREICH</b>	6	AHRENTAL	km 234+000	<b>15 kV, 16 <sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz</b>
	1	UNTERBERG	km 234+000	
	2	FRITZENS	km 255+000	
	3	MÜNSTER (dal / ab 2015)	km 278+000	
	4	WÖRGL	km 300+000	
	5	Kufstein (1)	km 314+000	
(1) SSE IPOTIZZATA che non trova riscontro su elaborati di alcun progetto / HYPOTHETISCHES UNTERWERK, das in keinem Projektplan aufscheint				

**Abschnitt 3 kV GS:** Der anfängliche Abschnitt von Verona bis Pescantina wird aufgrund der bekannten Probleme der elektromagnetischen Verträglichkeit in den Annäherungsabschnitten zum 25-kV-System

**Tratto 3 kV cc:** Il tratto iniziale da Verona a Pescantina è ipotizzato con elettrificazione a 3 kV per i noti problemi di compatibilità elettromagnetica nei tratti in affiancamento con il 25 kV; per la funzionalità

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

hypothetisch mit 3 kV elektrifiziert; für den Bahnstrombetrieb wurde ein Unterwerk in Pescantina angenommen, das in keinem Projektplan aufscheint, aber in der Zone errichtet werden muss, sollte sich diese Bahnstromarchitektur in den zukünftigen Projektphasen durchsetzen.

**Abschnitt 25 kV WS:** Von Pescantina bis Ahrental wird mit 25 kV – 50 Hz in der Version 2x25 kV und 3 Parallelschaltstellen zwischen den beiden Unterwerken elektrifiziert.

Die Unterwerke entsprechen jenen des BBT-Projektes (Ahrental, Franzensfeste und Kardaun) und des Projektes der Provinz Trient (San Michele und Serravalle). Für den Bahnstrombetrieb wurde auch für das 25-kV-System ein Unterwerk in Pescantina angenommen.

**Abschnitt 15 kV WS:** In Österreich stimmen die Unterwerke für die 15-kV-Elektrifizierung mit jenen der alten Strecke überein, wurden aber neu kilometriert.

Da in den Endabschnitten der mit 15 kV elektrifizierten Strecke Ausladungen vorkommen, wurden ein Beitrag des Unterwerks Unterberg für den Betrieb in der Umfahrung bis Fritzens und - zur Berücksichtigung des Zustroms des Netzknotens von Kufstein - ein virtuelles Unterwerk in Kufstein angenommen.

Die Ergebnisse der Studie werden durch diese Hypothese absolut nicht beeinträchtigt, vor allem aufgrund der Hochleistungen des 15-kV-Systems.

### 5.3. Der Verkehr

Das BBT-Betriebsprogramm sieht den Einsatz sowohl der neuen als auch der alten Strecke vor; in der Endkonfiguration des Projektes verkehren 400 Züge, davon 264 durch den Basistunnel, 136 auf der alten Strecke.

del sistema è stata ipotizzata una SSE a Pescantina, che non trova riscontro in alcun elaborato di progetto, ma che se l'architettura di sistema nelle future fasi progettuali dovesse consolidarsi, sarà inevitabile costruire nella zona.

**Tratto 25 kV ca:** da Pescantina a Ahrental l'elettrificazione è a 25 kV – 50 Hz, nella versione 2x25 kV, con l'interposizione di 3 posti di parallelo tra due SSE.

Le SSE sono quelle previste dal progetto BBT (Ahrental, Fortezza e Cardano) e dal progetto della provincia di Trento (San Michele e Serravalle). Per la funzionalità del sistema anche per il 25 kV è stata ipotizzata una SSE a Pescantina.

**Tratto 15 kV ca:** in Austria, per il 15 kV, le SSE sono coincidenti con quelle della linea storica, ricollocate in termini di progressive.

Poiché nei tratti terminali della linea elettrificata a 15 kV sono presenti tratti a sbalzo si è ipotizzato che la SSE di Unterberg dia il proprio contributo per la circolazione nella circonvallazione fino a Fritzens e per tener conto dell'apporto del nodo elettrico di Kufstein si è ipotizzata una SSE virtuale a Kufstein.

Tale ipotesi non inficia assolutamente i risultati dello studio, soprattutto per l'alta performance del sistema a 15 kV.

### 5.3. Il Traffico

Il programma di esercizio previsto da BBT prevede l'utilizzo sia della nuova che della vecchia linea; all'orizzonte finale del progetto è prevista la circolazione di 400 treni dei quali 264 attraverso il tunnel di base e 136 sulla linea storica.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Asse ferroviario Monaco-Verona - configurazione finale

	tipo di treni					linea storica						linea nuova						tratta complessiva								
	tipo	v max (Km/h)	lungh. (m)	tonn lorde	tonn nette	N-S			S-N			N-S			S-N			N-S			S-N					
						giorno	notte	totale	giorno	notte	totale	giorno	notte	totale	giorno	notte	totale	giorno	notte	totale	giorno	notte	totale			
passengeri	ICE1	200	200	435				0		0			5		5	5		5		5	5	5	10	0	10	
	ICE2	200	400	870				0		0			2		2	2		2		2	2	2	4	0	4	
	ICE3	200	237	642				0		0			6		6			6		6	6	6	0	0	6	
	ICE4	200	264	642				0		0					0	6		6		6	6	6	0	0	6	
	EC1	160	264	515				0		0			8		8			8		8	8	8	0	0	8	
	EC2	160	264	515				0		0					0	8		8		8	8	8	0	0	8	
	EN1	160	264	515				2		2					0			0		0	2	2	0	0	2	
	EN2	160	264	515						0		2	2			0			0		0	2	0	2	2	
	IC1	160	158	288				2		2					0			0		0	2	2	0	0	2	
	IC2	160	158	288						0		2	2			0			0		0	2	2	0	2	
	IC3	160	370	629				2		1		3				0			0		0	3	0	2	1	3
	IC4	160	370	629						0		2	1			0			0		0	3	2	1	3	
								<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	
	R1	120	140	282				16		3		19				0			0		19	0	16	3	19	
	R2	120	140	282								16	3			0			0		0	19	16	3	19	
								<b>16</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>38</b>	
							<b>20</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>82</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>94</b>		
merci	RoLa1	100		1250	333				0		0			9	6	15			0	15	0	9	6	15		
	RoLa2	100		1250	222				0		0				9	6	15			0	15	0	9	6	15	
								<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>30</b>		
	EG1	160		500	250				0		0			1	3	4			0	4	0	1	3	4		
	EG2	160		500	200				0		0				0	1	2	3		0	3	1	2	3		
	SG1	120		600	432				0		0			2	4	6			0	6	0	2	4	6		
	SG2	120		600	342				0		0				0	2	3	5		0	5	2	3	5		
	SG3	100		1300	936				0		0			4	6	10			0	10	0	4	6	10		
	SG4	100		1300	741				0		0				0	3	4	7		0	7	3	4	7		
	DG1	100		550	396			10		10		0				0		0		10	0	10	0	10		
	DG2	100		500	342					0		8	8			0		0		0	8	8	0	8		
	DG3	100		2500	1800					0		0			3	5	8			0	8	0	3	5	8	
	DG4	100		2100	1197					0		0				0	2	2	4		0	4	2	2	4	
	FG1	100		1700	1224					0		0			5	6	11			0	11	0	5	6	11	
	FG2	100		1800	1026					0		0				0	4	8	12		0	12	4	8	12	
								<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>88</b>		
	SG5	120		800	576					0		0			2	3	5			0	5	0	2	3	5	
	SG6	120		750	428					0		0				0	2	2	4		0	4	2	2	4	
	DG5	100		1100	792					0		0			2	4	6			0	6	0	2	4	6	
	DG6	100		1000	570					0		0				0	2	3	5		0	5	2	3	5	
	DG7	100		1500	1080					0		0			6	7	13			0	13	0	6	7	13	
	DG8	100		1400	798					0		0				0	4	8	12		0	12	4	8	12	
	FG3	100		1650	1188					0		0			6	5	11			0	11	0	6	5	11	
	FG4	100		1650	941					0		0				0	4	11	15		0	15	4	11	15	
	FG5	100		1750	1260					0		0			12	15	27			0	27	0	12	15	27	
	FG6	100		1750	998					0		0				0	10	14	24		0	24	10	14	24	
FG7	100		950	684			33		33		0				0		0		0	33	0	33	0	33		
FG8	100		1000	570					0		22	22			0		0		0	0	22	22	0	22		
							<b>33</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>34</b>	<b>62</b>	<b>22</b>	<b>38</b>	<b>60</b>	<b>95</b>	<b>82</b>	<b>105</b>	<b>72</b>	<b>177</b>			
FG10	120		800	0			2		2		7	7			0		0		0	2	7	9	0	9		
LZ	120		252	0					0		2	2			0		0		0	0	2	2	0	2		
							<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>11</b>			
							<b>45</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>52</b>	<b>64</b>	<b>116</b>	<b>43</b>	<b>63</b>	<b>106</b>	<b>161</b>	<b>145</b>	<b>179</b>	<b>127</b>	<b>306</b>			
totale treni							<b>65</b>	<b>6</b>	<b>71</b>	<b>59</b>	<b>6</b>	<b>65</b>	<b>73</b>	<b>64</b>	<b>137</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>127</b>	<b>208</b>	<b>192</b>	<b>261</b>	<b>139</b>	<b>400</b>			
							<b>136</b>					<b>136</b>	<b>73</b>	<b>64</b>	<b>137</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>127</b>						<b>264</b>		

Aus dieser Tabelle können die Netto- und Bruttotonnen der pro Tag in beiden Fahrrichtungen transportierten Güter errechnet werden, die alsdann für die Parametrierung des Verkehrsaufkommens bei den Bahnstromsimulationen verwendet werden.

Dalla suddetta tabella è possibile determinare le tonnellate nette e lorde delle merci trasportate al giorno nelle due direzioni, dato che verrà utilizzato per parametrizzare il traffico ai fini delle simulazioni elettriche.



Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 6. DIE STUDIE

Wie aus der Tabelle des vorhergehenden Absatzes hervorgeht, fächert sich das im BBT-Projekt angenommene Verkehrsaufkommen unter verschiedenen Gesichtspunkten:

- **Personenverkehr:** Hochgeschwindigkeits-, Regional-, Fernverkehr - mit jeweils verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten.
- **Güterverkehr:** Normale, schwere und sehr schwere Güter - mit drei Höchstgeschwindigkeitsstufen von 160, 120 und 100 km/h.

Es gibt keine Unterlagen oder Studien für die gesamte Route von Kufstein nach Verona, die für jeden Zug die Vorfahrtshalte oder andere Diensthalte (zum Beispiel zur Ankopplung der Vorspannlokomotive), die Übergänge zwischen HL- und alter Strecke über Überleitstellen oder den Start-Zielort jeden Zugs und insbesondere der Regionalzüge angeben.

Dies ist zu erwarten, wenn man berücksichtigt, dass das Projekt noch weit entfernt von seiner Endkonfiguration ist, und dass die Gesamttrasse zum derzeitigen Projektstand noch nicht genau festgelegt ist, sondern in einigen Abschnitten sogar noch große Unsicherheitsmargen aufweist.

Demnach ist eine vertiefte Studie an einem Betriebsprogramm, das einem realen Betriebsmodell gleichstellbar ist, nicht möglich und wäre zu den Zwecken der vorliegenden Studie sogar überflüssig. Die angewendete und in der Folge erläuterte Methodik lässt parametrische Daten erzielen, mit denen der gesamte mechanische und elektrische Energiebedarf in allen möglichen Szenarien bewertet werden kann.

Anhand dieser parametrischen Bewertungen können außerdem alle erdenkbaren Szenarien untersucht werden.

## 6. LO STUDIO

Come risulta dalla tabella del paragrafo precedente il traffico ipotizzato da BBT è diversificato sotto diversi punti di vista, in particolare:

- **Viaggiatori:** Alta Velocità, Regionali, Lunga percorrenza - ciascuna tipologia con differenti velocità
- **Merci:** Normali, Pesanti e Molto Pesanti - con tre livelli di velocità massima 160, 120 e 100 km/h.

Non esistono elaborati o studi per l'intero percorso da Kufstein a Verona che indichino, per ciascun treno le fermate per precedenza o per altre operazioni di esercizio (ad esempio inserimento della locomotiva di rinforzo), passaggi tra linea AC e Linea Storica attraverso le interconnessioni, Origine-Destinazione di ciascun treno e dei Regionali in particolare .

Tutto ciò è scontato ove si consideri che l'orizzonte finale del progetto è lontano e allo stato attuale del progetto il tracciato complessivo non è esattamente definito ed anzi in alcune sezioni presenta larghi margini di incertezza.

Tutto ciò comporta che di fatto uno studio approfondito su un programma di esercizio assimilabile ad un reale modello di esercizio non è possibile e d'altra parte sarebbe superfluo ai fini del presente studio. Infatti con la metodologia adottata e di seguito illustrata è possibile disporre di dati parametrici che consentono di valutare i fabbisogni complessivi di energia sia meccanica che elettrica necessari in tutti gli scenari possibili.

Tra l'altro dalle valutazioni parametriche è possibile investigare tutti gli scenari immaginabili.

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 7. STUDIENMETHODIK

Die Studie wickelt sich in zwei Phasen ab:

- Bewertung des Energiebedarfs am Stromabnehmer für jede Zuggattung zur Deckung der gesamten Route von Verona nach Kufstein und umgekehrt.
- Bewertung der von den öffentlichen Netzen aufgenommenen elektrischen Energie in einem Verkehrsszenarium, das die BBT-Verkehrsprognose zu erfüllen imstande ist.

### 7.1. Energie am Stromabnehmer

Anhand des im Absatz 4.1 beschriebenen Betriebssimulators für jede vom BBT-Projekt vorgesehene Zuggattung wird die „Train Performance“ auf der gesamten Route sowohl für die alte Strecke als auch für die neue HL-Strecke ermittelt.

Die jeweiligen Tabellen liefern die zur Deckung der gesamten Route am Stromabnehmer nötige Energie sowie die Fahrzeiten.

Die „Train Performance“ wird auf der Grundlage von Zugfahrten ohne Halte bestimmt.

Für einen Vergleich wurden einige Simulationen mit Halten auf der alten Strecke durchgeführt; im parametrischen Vergleich mit der Route ohne Halte ergaben diese einen höheren Energieverbrauch am Stromabnehmer.

Der Simulator lässt bewerten, ob ein Zug mit den angenommenen Eigenschaften (Einzel-, Doppel- oder Dreifachtraktion) imstande ist, die Strecke zurückzulegen: Es ergab sich, dass einige Züge die HL-Strecke mit Einzeltraktion zurückzulegen imstande sind, aber auf der alten Strecke einer Doppeltraktion bedürfen.

### 7.2. Von den Unterwerken aufgenommene elektrische Energie

Anhand des im Absatz 4.2 beschriebenen Bahnstromsimulators wird die vom öffentlichen Netz über die verschiedenen Unterwerke aufgenommene

## 7. METODOLOGIA DELLO STUDIO

Lo studio è impostato su due fasi:

- valutazione dell'energia al pantografo necessaria a ciascun tipo di treno per coprire l'intero percorso da Verona a Kufstein e viceversa.
- valutazione dell'energia elettrica assorbita dalle reti pubbliche in uno scenario di traffico che soddisfi la previsione di traffico del BBT.

### 7.1. Energia al pantografo

Attraverso il simulatore di marcia descritto al paragrafo 4.1 per ciascuna tipologia di treni previsti da BBT viene elaborata la Train Performance sull'intero percorso sia per la linea Storica che per la nuova Linea AC.

I relativi tabulati forniscono l'energia al pantografo per coprire l'intero percorso; lo stesso tabulato fornisce anche il tempo di percorrenza.

La train performance è determinata sulla base di corse treno senza fermate.

A titolo comparativo sono state eseguite alcune simulazioni prevedendo fermate sulla linea storica, che parametricamente, rispetto al percorso senza fermate, hanno dato un maggior consumo di energia al pantografo.

Il simulatore consente di valutare se il treno con le caratteristiche ipotizzate (semplice, doppia o tripla trazione) è in grado di percorrere la linea: è risultato che alcuni convogli riescono a percorrere in semplice trazione la linea AC ma necessitano della doppia trazione sulla Linea Storica.

### 7.2. Energia elettrica assorbita dalle SSE

Attraverso il modello elettrico descritto al paragrafo 4.2 viene determinata la potenza assorbita dalla rete pubblica dalle diverse SSE in finestre temporali

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Leistung in festlegbaren Zeitfenstern, die jedoch für alle Unterwerke identisch sind, ermittelt.

Damit kann bewertet werden, ob das installierte oder für die Strecke vorgesehene Bahnstromsystem imstande ist, der Verkehrsbelastungsprognose standzuhalten oder ob Performanceverluste vorliegen.

Wie vorauszusehen ist das 3-kV-GS-System auf der alten Strecke in seinen Leistungen stark eingeschränkt, insbesondere im Abschnitt Bozen-Brenner, wo das System in den gegebenen Hypothesen der Leistungsanforderung von Zügen mit Dreifachtraktion nicht standhält.

Unter anderem unterlag der Bezugzug in diversen Situationen „Performanceverlusten“ aufgrund des übermäßigen Spannungsabfalls am Stromabnehmer, was jedoch die Ergebnisse der Studie, so wie sie ausgelegt war, nicht beeinträchtigt.

predefinibili, ma uguali e contemporanee per tutte le SSE.

Attraverso il modello si riesce a valutare se il sistema di Trazione Elettrica installato o previsto per la linea è in grado di sostenere o meno il traffico ipotizzato o se si verificano perdite di performance.

Risulta ad esempio, come prevedibile, la forte limitazione del 3 kV cc sulla linea storica, in particolare nel tratto Bolzano-Brennero, dove il sistema va facilmente in crisi e, con le ipotesi fatte, non è in grado di sopportare convogli in tripla trazione.

Tra l'altro in diverse situazioni il treno preso a riferimento ha avuto "perdite di Performance" per l'eccessivo abbassamento della tensione al pantografo, ma tale elemento non incide sui risultati dello studio per come è stato impostato.

## **8. DIE ERGEBNISSE**

### **8.1. Energie am Stromabnehmer für einzelnen Zug**

Die nachstehende Tabelle liefert für jede berücksichtigte Zugattung den Energiebedarf am Stromabnehmer.

## **8. I RISULTATI**

### **8.1. Energia al pantografo per singolo treno**

La Tabella sottostante fornisce i fabbisogni di energia al pantografo per ciascun tipo di treno considerato

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

ENERGIA NECESSARIA A CIASCUNA TIPOLOGIA DI TRENI PER COPRIRE L'INTERO PERCORSO										
tipo	v max (Km/h)	tonn lorde	tonn nette	Consumo LS		Consumo AC		% AC/LS		
				PARI	DISPARI	PARI	DISPARI	PARI	DISPARI	
<b>passengeri</b>	ICE1	200	435		5553	4557	4913	3993	88,47%	87,62%
	ICE2	200	870		9830	7855	9167	7326	93,26%	93,27%
	ICE3	200	642		7811	6297	7174	5771	91,84%	91,65%
	ICE4	200	642		7811	6297	7174	5771	91,84%	91,65%
	EC1	160	515		6346	5166	4622	3677	72,83%	71,18%
	EC2	160	515		6346	5166	4622	3677	72,83%	71,18%
	EN1	160	515		6346	5166	4622	3677	72,83%	71,18%
	EN2	160	515		6346	5166	4622	3677	72,83%	71,18%
	IC1	160	288		4099	3437	2953	2401	72,04%	69,86%
	IC2	160	288		4099	3437	2953	2401	72,04%	69,86%
	IC3	160	629		7479	6033	5522	4320	73,83%	71,61%
	IC4	160	629		7479	6033	5522	4320	73,83%	71,61%
	R1	120	282		4040	3391	2909	2367	72,00%	69,80%
	R2	120	282		4040	3391	2909	2367	72,00%	69,80%
<b>merci</b>	RoLa1	100	1250	333	15773	12181	14168	11480	89,82%	94,25%
	RoLa2	100	1250	222	15773	12181	14168	11480	89,82%	94,25%
	EG1	160	500	250	7365	5784	6583	5400	89,38%	93,36%
	EG2	160	500	200	7365	5784	6583	5400	89,38%	93,36%
	SG1	120	600	432	7953	6235	7126	5832	89,60%	93,54%
	SG2	120	600	342	7953	6235	7126	5832	89,60%	93,54%
	SG3	100	1300	936	16364	12639	14698	11910	89,82%	94,23%
	SG4	100	1300	741	16364	12639	14698	11910	89,82%	94,23%
	DG1	100	550	396	7365	5784	6583	5400	89,38%	93,36%
	DG2	100	600	342	7365	5784	6583	5400	89,38%	93,36%
	DG3	100	2500	1800	30146	23336	27689	22328	91,85%	95,68%
	DG4	100	2100	1197	25922	19978	23361	18869	90,12%	94,45%
	FG1	100	1700	1224	20653	16047	19021	15380	92,10%	95,84%
	FG2	100	1800	1026	21677	16819	20094	16245	92,70%	96,59%
	SG5	120	800	576	10197	7989	9289	7567	91,10%	94,72%
	SG6	120	750	428	10197	7989	9289	7567	91,10%	94,72%
	DG5	100	1100	792	13986	10813	12538	10171	89,65%	94,06%
	DG6	100	1000	570	12784	9904	11464	9303	89,67%	93,93%
	DG7	100	1500	1080	18581	14404	16870	13639	90,79%	94,69%
	DG8	100	1400	798	17501	13536	15776	12774	90,14%	94,37%
	FG3	100	1650	1188	20161	15646	18488	14951	91,70%	95,56%
	FG4	100	1650	941	20161	15646	18488	14951	91,70%	95,56%
FG5	100	1750	1260	21175	16415	19572	15813	92,43%	96,33%	
FG6	100	1750	998	21175	16415	19572	15813	92,43%	96,33%	
FG7	100	950	684	12784	9904	11464	9303	89,67%	93,93%	
FG8	100	1000	570	12784	9904	11464	9303	89,67%	93,93%	
FG10	120	800	0	10197	7989	9289	7567	91,10%	94,72%	
LZ	120	252	0	4233	3493	4071	3479	96,17%	99,60%	

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Aus der Tabelle geht der geringere Bedarf an mechanischer Energie für die neue Strecke im Vergleich zur alten hervor. Die Differenz zeigt sich deutlicher in der Fahrtrichtung der Gleis 2 Züge, was sich durch eine Analyse des synthetischen Profils der Strecke erklärt.

Die Fahrtrichtung der Gleis 2 Züge weist einen ungünstigen Höhenunterschied von über 1.000 m (~ 1.100) für rund 100 km auf italienischer Seite auf, während für die Gleis 1 Züge der Höhenunterschied rund 700 m für 50 km beträgt.

Wenngleich die Gefälle in absoluten Werten vergleichbar sind, ist jedoch auf italienischer Seite die Annäherung an die Grenze sehr viel anspruchsvoller und länger für Gleis 2, günstiger dagegen für die Gleis 1 Züge, welche längere Coasting-Fahrtstrecken haben.

Diese Aspekte gehen aus den im Laufe der Studie erstellten Diagrammen mit den von den Zügen jeder Gattung aufgenommenen Leistungen hervor.

Dalle tabella risulta la minor richiesta di energia meccanica tra nuova e vecchia linea. La differenza è più sensibile nel senso dei treni Pari e ciò si spiega analizzando il profilo sintetico della linea.

Nel senso dei treni pari si ha un dislivello sfavorevole di oltre 1.000 metri (~ 1.100) in circa 100 km sul versante italiano, mentre per i treni dispari il dislivello è di circa 700 metri su 50 km.

Seppure le pendenze in valore assoluto sono comparabili, di fatto sul versante Italiano l'approccio al valico è molto più impegnativo e di lunga durata nel senso pari e, di contro, risulta favorevole per i treni dispari che hanno maggiori tratti di marcia in coasting.

Tali aspetti risultano evidenti dai grafici delle potenze assorbite dai treni di qualunque tipo elaborati nel corso dello studio.

## 8.2. Energie am Stromabnehmer für an einem Tag vorgesehene Züge

Mit den Werten der von jedem Zug auf der gesamten Route aufgenommenen Energie wurde ausgehend vom Betriebsprogramm die Energieaufnahme in den verschiedenen möglichen Szenarien berechnet.

- Verkehrsaufteilung gemäß BBT
- Güterverkehr und HG zur Gänze auf der neuen Strecke
- Verkehr zur Gänze auf der alten Strecke

Die Ergebnisse sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst:

## 8.2. Energia al pantografo per treni previsti in un giorno

Disponendo dell'energia assorbita da ciascun treno sull'intero percorso, dal programma di esercizio si è determinata l'energia assorbita nei diversi possibili scenari.

- Ripartizione del traffico secondo BBT
- Traffico merci e AV tutto su nuova linea
- Traffico tutto su Linea Storica

I risultati sono sintetizzati nella sottostante tabella:

<b>Fabbisogno Energia al Pantografo al giorno (kWh) / Energiebedarf am Stromabnehmer pro Tag (kWh)</b>	
<b>CASO 1</b> (Traffico secondo Programma BBT) <b>FALL 1</b> (Verkehr gemäß BBT-Programm)	<b>4.561.531</b>
<b>CASO 2</b> (Traffico tutto su linea AC) <b>FALL 2</b> (Verkehr zur Gänze auf HL-Strecke)	<b>4.432.293</b>
<b>CASO 3</b> (worst case) <b>FALL 3</b> (Worst case)	<b>4.845.540</b>

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 9. AUFGENOMMENE ELEKTRISCHE ENERGIE

Die Berechnung der von den Unterwerken aufgenommenen elektrischen Energie fällt in Abhängigkeit der hypothetischen Gegebenheiten unterschiedlich zulässig aus.

Der Wirkungsgrad ist stark beeinflusst vom Abstand der Züge: je höher die Frequenz, desto niedriger der Wirkungsgrad.

Diese Behauptung gilt für alle Bahnstromsysteme.

Im spezifischen Fall der Achse Verona-Kufstein fällt der elektrische Wirkungsgrad im Vergleich zwischen der neuen und alten Strecke deutlich anders aus: während auf der neuen Strecke mit Ausnahme des anfänglichen Abschnittes auf Verona-Seite die beiden vorgesehenen Bahnstromsysteme, 15 kV und 25 kV, hoch performant sind und eine sehr hohe Übertragungsleistung haben, ist auf italienischer Seite der alten Strecke das 3-kV-System nicht nur weniger leistungsfähig, sondern kennzeichnet sich auch durch deutlich niedrigere Übertragungsleistungen.

Für die vorgesehene große Verkehrsbelastung gibt die technische Fachliteratur die folgenden Wirkungsgrade an:

<b>3 kV c.c. / GS</b>	<b>91%</b>
<b>25 kV – 50 Hz e / und 15 kV 16 2/3 Hz</b>	<b>99%</b>

Diese Werte finden, wie in der Folge dieses Dokuments zu sehen ist, auch in der vorliegenden Studie Bestätigung.

Immer in Bezug auf die italienische Seite der alten Strecke ist zu berücksichtigen, dass ein Vergleich in Bezug auf die von den Unterwerken bei derselben Verkehrsbelastung aufgenommene elektrische Energie nicht angestellt werden kann, da (abgesehen von den Grenzen der Trasse) der Verkehr einiger besonders schwerer Güterzüge, die eine Dreifachtraktion erfordern, von einem 3-kV-GS-System nicht tragbar ist, so wie das System auch bei

## 9. ENERGIA ELETTRICA ASSORBITA

La definizione dell'energia elettrica assorbita dalle SSE è una valutazione che presenta attendibilità diversa a seconda delle ipotesi al contorno.

Il rendimento è fortemente influenzato dal distanziamento dei treni, più la frequenza è alta più il rendimento è basso.

Tale asserzione è valida per tutti i sistemi elettrici.

Nel caso specifico della direttrice Verona-Kufstein, il rendimento elettrico tra nuova e vecchia linea è sensibilmente diverso: infatti mentre sulla nuova linea ad eccezione del tratto iniziale lato Verona, i due sistemi di trazione previsti, il 15 kV e il 25 kV, oltre ad essere altamente performanti presentano rendimento di trasmissione altissimo, sul versante italiano della linea storica è presente il 3 kV che oltre ad essere meno performante, presenta rendimenti di trasmissione notevolmente più bassi.

Per traffico intenso quale è quello previsto, la letteratura tecnica indica i seguenti valori di rendimento:

Come si può leggere nel seguito del documento tali valori hanno trovato riscontro anche nel presente studio.

Sempre relativamente al versante italiano della linea storica c'è da tener presente che una comparazione dal punto di vista dell'energia elettrica assorbita dalle SSE con la stessa identica tipologia di traffico non è perseguibile in quanto, a prescindere dai vincoli di tracciato, la circolazione di alcuni treni merci particolarmente pesanti e che richiedono la tripla trazione non è sostenibile da sistema a 3 kV cc, così come il sistema va in crisi in presenza di traffico con

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Verkehr mit reduziertem Raumabstand - was vor allem in den Abschnitten mit Geschwindigkeitsbeschränkungen sehr wahrscheinlich ist - in Krise gerät.

distanziamento spaziale ridotto, evento molto probabile specie nei tratti con limiti di velocità.

Die Menge der von den Unterwerken aufgenommenen elektrischen Energie kann jedoch berechnet werden, indem der Stromverbrauch der Bahnstromarchitektur der beiden Strecken ermittelt wird.

Alla quantità di energia elettrica assorbita dalle SSE è comunque possibile risalire determinando il consumo elettrico delle architetture di sistema delle due linee.

Der elektrische Wirkungsgrad wurde im Hinblick auf eine Zugfolge berechnet, welche der Situation in der Endkonfiguration des Projektes gleichgestellt werden kann und trotz aller nicht festgelegten Aspekte des Projektes Gültigkeit hat.

Il rendimento elettrico è stato determinato individuando una sequenza di treni che potesse rappresentare in modo verosimile quella che sarà la situazione all'orizzonte finale del progetto e valida anche con tutti i limiti di indeterminazione del progetto.

Diese Zugfolge wurde anhand der Analyse des Betriebsprogramms sowie der Prognose der transportierten Brutto- und Nettogüter ermittelt:

Tale sequenza di treni è stata individuata attraverso l'analisi del programma di esercizio e della previsione di merci trasportate sia Lorde che Nette che risultano essere:

Previsione di Trasporto (ton) / Transportprognosen (Tonnen)				
TRASPORTO / TRANSPORT	Binario Dispari / Gleis 1		Binario Pari / Gleis 2	
	LORDE / BRUTTO	NETTE / NETTO	LORDE / BRUTTO	NETTE / NETTO
PASSEGG / PERSONEN	20.738		20.738	
MERCI / GÜTER	210.000	141.103	186.804	95.408
<b>TOTALE INSGESAM</b>	<b>230.738</b>	<b>141.103</b>	<b>207.542</b>	<b>95.408</b>

Für jede Zuggattung wurde der spezifische Verbrauch berechnet (kWh/Zug\*km, kWh/BruttoTonnen\*km und kWh/NettoTonnen\*km für jeden Zug und für jedes Gleis der beiden Strecken).

Per ciascuna tipologia di treni si sono valutati i consumi specifici (kWh/tr\*km, kWh/ton<sub>Lorde</sub>\*km e kWh/ton<sub>Nette</sub>\*km per ciascun treno e per ciascun binario delle due linee).

Anhand der Analyse dieser Parameter wurde unter den vorgesehenen Zügen ein charakteristischer Zug ermittelt, der in einer angemessenen auf den ganzen Tag verteilten Zugfolge ein Gütervolumen gleich dem prognostizierten zu transportieren imstande ist.

Dall'analisi di tali parametri è stato individuato un treno, tra quelli previsti, significativo e tale che prevedendone una sequenza, opportunamente cadenzata nell'arco della giornata si trasporti un volume di merci uguale a quello previsto.

Beim ermittelten Zug handelt es sich um einen FG2 (1800<sub>Brutto</sub> Tonnen und 1026<sub>Netto</sub> Tonnen), der mit 140 Zügen/Tag die Prognose erfüllt.

Il treno preso in considerazione è del tipo FG2, (1800 ton<sub>Lorde</sub> e 1026 ton<sub>Nette</sub>) che con 140 treni/giorno soddisfa la previsione.

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Als dann wurde das Verhalten dieser Zuggattung in einer Verkehrsfolge alle 7,5 Minuten und mit Einbringung eines stündlich verkehrenden ICE-Zuges untersucht.

Die Simulation wurde zur Erzielung des vollen Fahrbetriebs auf eine Zeitspanne von rund 8 Stunden ausgedehnt, um aussagekräftige Daten für die Festlegung des Wirkungsgrads der Bahnstromarchitekturen der alten Strecke und der neuen HG-Strecke zu extrapolieren, mit dem Ergebnis:

Si è studiato quindi il comportamento di questo tipo di treno fatto circolare in sequenza ad intervalli di 7,5 minuti ed inserendo un treno tipo ICE ogni ora.

La simulazione è stata estesa ad un arco temporale di circa 8 ore, in modo tale che si raggiungesse il regime e quindi estrapolare dati significativi per individuare il rendimento delle architetture di sistema della linea storica e della nuova linea AV, ed è risultato.

<b>Rendimento Elettrico</b> <b>Elektrischer Wirkungsgrad</b>	
LINEA STORICA / ALTE STRECKE	<b>92%</b>
LINEA AC / HL-STRECKE	<b>98,5%</b>

## **10. LEISTUNGEN AM STROMABNEHMER ENTLANG DER STRECKE**

Zur Rechtfertigung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Studie werden richtungsweisend die Diagramme der Leistungsaufnahmen des Zugs FG2, 1800 t, V max=100 km/h für beide Gleise auf den beiden Strecken mit Doppeltraktion abgebildet.

Für die anderen Zuggattungen verlaufen die Leistungsaufnahmen ähnlich, natürlich mit anderen Höchstwerten.

## **10. POTENZE AL PANTOGRAFO LUNGO LA LINEA**

Al fine di giustificare i risultati e le conclusioni dello studio si riportano, a titolo indicativo, i grafici dell'assorbimento in potenza del treno FG2 da 1800 t., V max=100 km/h, per entrambe i binari, sulle due linee con doppia trazione.

Per le altre tipologie di convogli l'andamento degli assorbimenti è simile, ovviamente con diversi valori massimi.



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

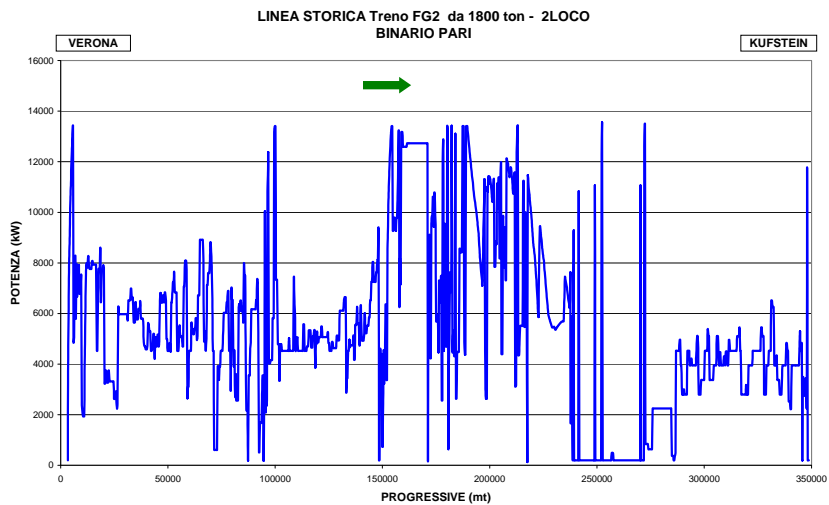
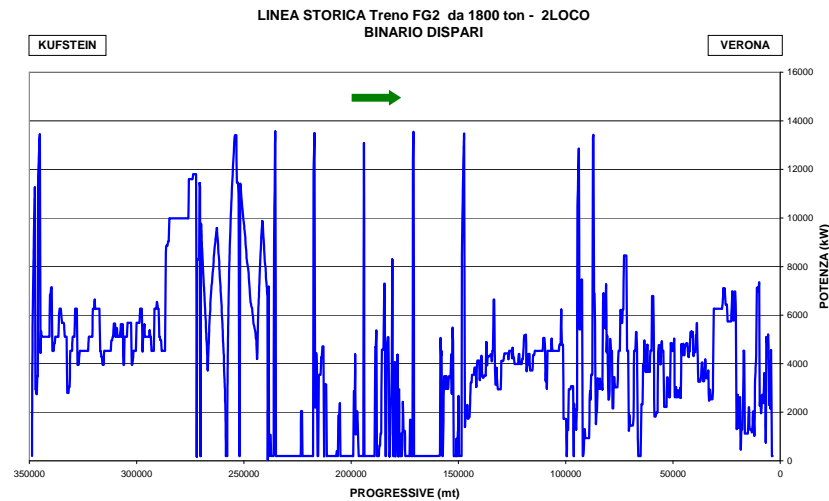
Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 10.1. Alte Strecke

## 10.1. Linea storica



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

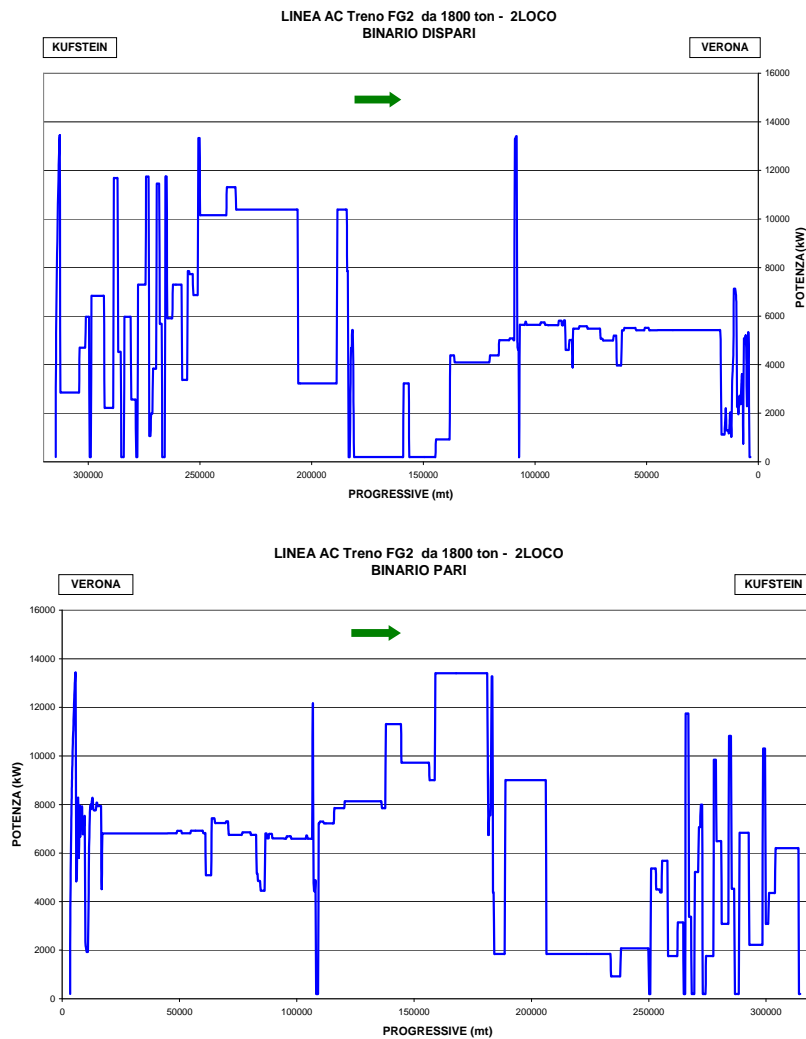
Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 10.2. Neue Strecke

## 10.2. Nuova Linea



Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## **11. SPANNUNGEN AM STROMABNEHMER AUF DER ALTEN STRECKE**

Zur Veranschaulichung des an mehreren Stellen des Textes angesprochenen Performanceverlustes des 3-kV-Systems werden die Diagramme der Spannungen am Stromabnehmer des Zugs FG2 mit Doppeltraktion entlang der alten und neuen Strecke abgebildet.

Für eine verständlichere Lektüre sind die verschiedenen Versorgungsabschnitte getrennt dargestellt.

Die 15-kV- und 25-kV-Systeme sind zur Gänze performant; ihre Spannung sinkt nie unter den Wert, unter dem die Lokomotiven ihre Leistung verringern.

Für das 3-kV-System der alten Strecke sind hingegen die „Betriebsschwierigkeiten“ offensichtlich; auch sobald die Spannung unter den Wert von 2.800 Volt sinkt, Grenzwert, unter dem die Lokomotive die Leistung verringert, kommt es zu einer Absenkung der Geschwindigkeit. Dies führt zu einer starken Verkehrsbeeinträchtigung, die sich auszudehnen neigt:

## **11. TENSIONI AL PANTOGRAFO SU LINEA STORICA**

Per dare evidenza a quanto asserito in più parti del testo circa la perdita di performance del sistema a 3 kV si riportano i grafici delle tensioni al pantografo del treno FG2 in doppia trazione lungo la linea storica e lungo la nuova linea.

Per comodità di lettura sono riportate separatamente le diverse sezioni di alimentazione.

Per quanto riguarda il 15 kV e il 25 kV il sistema è del tutto performante non scendendo mai la tensione al di sotto del valore per la quale le locomotive riducono la prestazione.

Per il 3 kV della linea storica, invece, risulta evidente la "sofferenza di marcia" così come le volte in cui la tensione scende al disotto di 2.800 volt corrispondenti al limite al di sotto del quale la locomotiva riduce le prestazioni, principalmente riduce la velocità. Ciò vuol dire in termini di circolazione una forte perturbazione che tende ad amplificarsi:

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

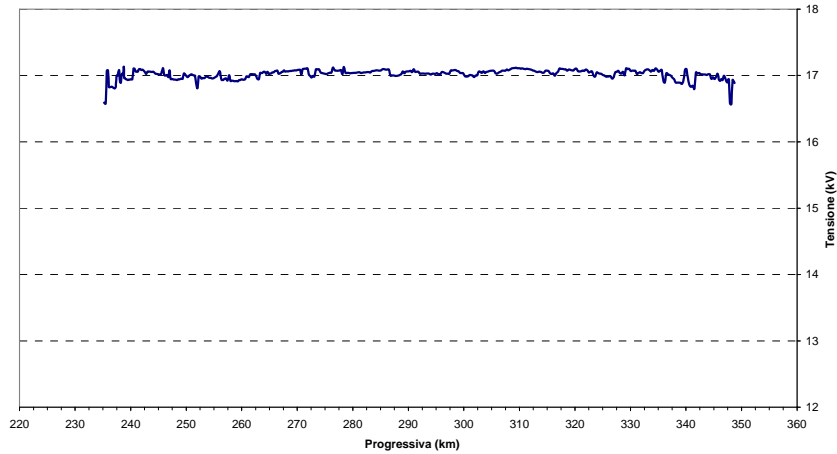
Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

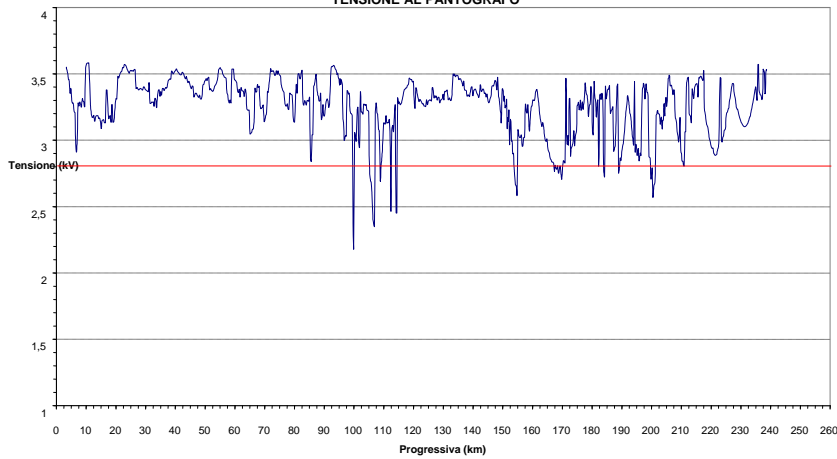
Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

**LINEA STORICA TRATTO 15 kV - BINARIO PARI**  
Treno FG2 da 1800 ton - 2LOCO  
TENSIONE AL PANTOGRAFO



**LINEA STORICA TRATTO 3 kV - BINARIO PARI**  
Treno FG2 da 1800 ton - 2LOCO  
TENSIONE AL PANTOGRAFO





Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Die in dieser Tabelle enthaltenen Daten stellen einen der Bezüge für die Analyse der Daten zu den Zwecken der Studie und zur Ausarbeitung der beiden nächsten Tabellen (Worst case und Verkehr zur Gänze auf HL) dar.

I dati contenuti in questa tabella costituiscono uno dei riferimenti per analizzare i dati ai fini dello studio e per l'elaborazione delle due tabelle successive (Worst-Case e Traffico tutto su AC)i

## **12.2. Energie am Stromabnehmer im WORST CASE**

Sollte die neue Strecke nicht gebaut werden und sollte ein Verkehrsaufkommen gleich der vom BBT-Betriebsprogramm angenommenen Belastung bewältigt werden müssen, müssten alle vorgesehenen Züge über die alte Strecke geleitet werden.

Der Energiebedarf für jede Zuggattung ist in der nachstehenden Tabelle enthalten, aus welcher der Gesamtenergiebedarf der Züge am Stromabnehmer hervorgeht:

**kWh 4.845.540**

Angesichts des elektrischen Wirkungsgrads des Bahnstromsystems der gesamten Strecke gleich **92%** (Prg. 7.2) würde die Energieentnahme aus dem öffentlichen Netz folgenden Wert betragen:

**kWh 5.266.891**

## **12.2. Energia al pantografo nel WORST CASE**

Qualora la nuova linea non dovesse essere realizzata e ci si trovasse in presenza di una domanda di trasporto pari a quella ipotizzata dal programma di esercizio BBT, tutti i treni previsti dovrebbero essere istradati sulla linea storica.

La situazione dei fabbisogni energetici per ciascun tipo di treno è riportata nella Tabella seguente dalla quale si evince che il fabbisogno complessivo di Energia al pantografo dei treni è pari a

**kWh 4.845.540**

Considerato il rendimento elettrico del sistema di Trazione dell'intera linea, pari al **92 %** (prg. 7.2) risulterebbe un fabbisogno di energia dalla rete pubblica pari a:

**kWh 5.266.891**

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Programma esercizio BBT: FABBISOGNO POTENZA AL PANTOGRAFO PER CIASCUN TIPO DI TRENO AL GIORNO								
TRAFFICO INTERAMENTE SU LINEA STORICA								
tipo di treni				WORST CASE				
				PARI		DISPARI		
tipo	v max (Km/h)	tonn lorde	tonn nette	n° treni	consumo giorno	n° treni	consumo giorno (kWh)	
passaggi	ICE1	200	435		5	27765	5	22785
	ICE2	200	870		2	19660	2	15710
	ICE3	200	642		0	0	6	37782
	ICE4	200	642		6	46866	0	0
	EC1	160	515		0	0	8	41328
	EC2	160	515		8	50768	0	0
	EN1	160	515		0	0	2	10332
	EN2	160	515		2	12692	0	0
	IC1	160	288		0	0	2	6874
	IC2	160	288		2	8198	0	0
	IC3	160	629		0	0	3	18099
	IC4	160	629		3	22437	0	0
	SubTotale	CONSUMO			28	188.386	28	152.910
	R1	120	282		0	0	19	64429
R2	120	282		19	76760	0	0	
SubTotale	CONSUMO			19	76.760	19	64.429	
Totale Viagg.				47	265.146	47	217.339	
RoLa1	100	1250	333	0	0	15	182715	
RoLa2	100	1250	222	15	236595	0	0	
SubTotale	CONSUMO			15	236.595	15	182.715	
merci	EG1	160	500	250	0	0	4	23136
	EG2	160	500	200	3	22095	0	0
	SG1	120	600	432	0	0	6	37410
	SG2	120	600	342	5	39765	0	0
	SG3	100	1300	936	0	0	10	126390
	SG4	100	1300	741	7	114548	0	0
	DG1	100	550	396	0	0	10	57840
	DG2	100	600	342	8	58920	0	0
	DG3	100	2500	1800	0	0	8	186688
	DG4	100	2100	1197	4	103688	0	0
	FG1	100	1700	1224	0	0	11	176517
	FG2	100	1800	1026	12	260124	0	0
	SubTotale	CONSUMO			39	599.140	49	607.981
	SG5	120	800	576	0	0	5	39945
	SG6	120	750	428	4	40788	0	0
	DG5	100	1100	792	0	0	6	64878
	DG6	100	1000	570	5	63920	0	0
	DG7	100	1500	1080	0	0	13	187252
	DG8	100	1400	798	12	210012	0	0
	FG3	100	1650	1188	0	0	11	172106
	FG4	100	1650	941	15	302415	0	0
	FG5	100	1750	1260	0	0	27	443205
	FG6	100	1750	998	24	508200	0	0
	FG7	100	950	684	0	0	33	326832
FG8	100	1000	570	22	281248	0	0	
SubTotale	CONSUMO			82	1.406.583	95	1.234.218	
FG10	120	800	0	7	71379	2	15978	
LZ	120	252	0	2	8466	0	0	
SubTotale	CONSUMO			9	79.845	2	15.978	
Totale Merci				145	2.322.163	161	2.040.892	
Totale Treni				192	2.587.309	208	2.258.231	
<b>400</b>				<b>Totale Consumo (kWh)</b>		<b>4.845.540</b>		

### 12.3. Energie am Stromabnehmer mit Verkehr zur Gänze auf HL-Strecke

In der Hypothese, den gesamten Güterverkehr sowie den Personenfernverkehr über die neue Strecke zu leiten und auf der alten Strecke nur die Regionalzüge zu belassen, ergibt sich aus der Tabelle mit dem Energiebedarf für jede Zuggattung der folgende Gesamtenergiebedarf der Züge am Stromabnehmer:

### 12.3. Energia al pantografo con tutto il traffico sulla linea AC

Nell'ipotesi, invece, che tutto il traffico merci e viaggiatori lunga distanza fosse istradato sulla nuova linea e lasciando i soli regionali sulla linea Storica, i fabbisogni energetici per ciascun tipo di treno è riportata nella Tabella seguente dalla quale si evince che il fabbisogno complessivo di Energia al

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

pantografo dei treni è pari a

**kWh 4.432.293,**

**kWh 4.432.293**

was unter Berücksichtigung des Wirkungsgrads des Bahnstromsystems der HL-Strecke (98,5%) zur folgenden Stromentnahme führt:

che tenendo conto di rendimento del sistema di Trazione elettrica della linea AC (98,5 %) comporta un prelievo di energia elettrica pari a

**kWh 4.499.790**

**kWh 4.499.790**

Programma esercizio BBT: FABBISOGNO POTENZA AL PANTOGRAFO PER CIASCUN TIPO DI TRENO AL GIORNO							
TRAFFICO INTERAMENTE SU LINEA AC							
tipo di treni				tratta complessiva			
				PARI		DISPARI	
tipo	v max (Km/h)	tonn lorde	tonn nette	n° treni	consumo giorno	n° treni	consumo giorno
passengeri	ICE1	200	435	5	24565	5	19965
	ICE2	200	870	2	18334	2	14652
	ICE3	200	642	0	0	6	34626
	ICE4	200	642	6	43044	0	0
	EC1	160	515	0	0	8	29416
	EC2	160	515	8	36976	0	0
	EN1	160	515	0	0	2	7354
	EN2	160	515	2	9244	0	0
	IC1	160	288	0	0	2	4802
	IC2	160	288	2	5906	0	0
	IC3	160	629	0	0	3	12960
	IC4	160	629	3	16566	0	0
	SubTotale	CONSUMO		28	154.635	28	123.775
	R1	120	282	0	0	19	44973
	R2	120	282	19	55271	0	0
	SubTotale	CONSUMO		19	55.271	19	44.973
Totale Viagg.	CONSUMO		47		47		
merc	RoLa1	100	1250	0	0	15	172200
	RoLa2	100	1250	15	212520	0	0
	SubTotale	CONSUMO		15	212.520	15	172.200
	EG1	160	500	0	0	4	21600
	EG2	160	500	3	19749	0	0
	SG1	120	600	0	0	6	34992
	SG2	120	600	5	35630	0	0
	SG3	100	1300	0	0	10	119100
	SG4	100	1300	7	102886	0	0
	DG1	100	550	0	0	10	54000
	DG2	100	600	8	52664	0	0
	DG3	100	2500	0	0	8	178624
	DG4	100	2100	4	93444	0	0
	FG1	100	1700	0	0	11	169180
	FG2	100	1800	12	241128	0	0
	SubTotale	CONSUMO		39	545.501	49	577.496
	SG5	120	800	0	0	5	37835
	SG6	120	750	4	37156	0	0
	DG5	100	1100	0	0	6	61026
	DG6	100	1000	5	57320	0	0
	DG7	100	1500	0	0	13	177307
	DG8	100	1400	12	189312	0	0
	FG3	100	1650	0	0	11	164461
	FG4	100	1650	15	277320	0	0
	FG5	100	1750	0	0	27	426951
	FG6	100	1750	24	469728	0	0
	FG7	100	950	0	0	33	306999
	FG8	100	1000	22	252208	0	0
	SubTotale	CONSUMO		82	1.283.044	95	1.174.579
	FG10	120	800	7	65023	2	15134
	LZ	120	252	2	8142	0	0
	SubTotale	CONSUMO		9	73.165	2	15.134
Totale Merc	CONSUMO		145	2.041.065	161	1.924.275	
Totale Treni	CONSUMO		192	2.324.136	208	2.108.157	
<b>400</b>			<b>Totale Consumo (kWh)</b>		<b>4.432.293</b>		



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

#### 12.4. Vergleich der Ergebnisse - Minderer Energiebedarf

Die zu vergleichenden Ergebnisse werden den vorhergehenden Tabellen entnommen und sind in den nachstehenden Tabellen zusammengefasst, wobei die Größen in **kWh** ausgedrückt sind.

#### 12.4. Comparazione dei risultati – Minor fabbisogno di Energia

Dalle tabelle precedenti si evincono i risultati per la comparazione, sintetizzati nelle seguenti tabelle ove le grandezze indicano i **kWh**.

<b>Caso 1: Traffico Secondo Programma BBT</b>			
	<b>Traffico LS</b>	<b>Traffico AC</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Energia al Pantografo</b>	<b>1.040.484</b>	<b>3.521.047</b>	<b>4.561.531</b>
<b>Rendimento</b>	<b>92,00%</b>	<b>98,50%</b>	
<b>Energia Elettrica</b>	<b>1.130.961</b>	<b>3.574.667</b>	<b>4.705.628</b>

<b>SINTESI DEI TRE CASI (kWh/giorno)</b>			
	<b>Caso 1</b>	<b>Worst Case</b>	<b>Tutto AC</b>
<b>Energia al Pantografo</b>	<b>4.561.531</b>	<b>4.845.540</b>	<b>4.432.293</b>
<b>Rendimento</b>	<b>97,06% (1)</b>	<b>92,00%</b>	<b>98,50%</b>
<b>Energia Elettrica</b>	<b>4.705.628</b>	<b>5.266.891</b>	<b>4.499.790</b>
<small>(1) dedotto a posteriori</small>			

Der mindere Verbrauch, der in den untersuchten Fällen erzielt werden kann, ist in der Folge in einem Vergleich mit dem Worst Case dargestellt.

In conclusione i minori consumi conseguibili nei casi esaminati sono di seguito riportati comparandoli con il Worst Case.

<b>MINOR CONSUMO (kWh/giorno)</b>				
	<b>Energia al Pantografo</b>		<b>Energia Elettrica</b>	
	<b>DELTA</b>	<b>%</b>	<b>DELTA</b>	<b>%</b>
<b>Programma BBT/ WORST CASE</b>	<b>284.009</b>	<b>5,86%</b>	<b>561.263</b>	<b>10,66%</b>
<b>Tutto AC / WORST CASE</b>	<b>413.247</b>	<b>7,85%</b>	<b>767.101</b>	<b>14,56%</b>

Für die Errechnung der produzierten elektrischen Energie müssen die Verluste vor den Gleisanlagen berücksichtigt werden, und zwar zwischen den Unterwerken und den Kraftwerken: Diese Verluste werden konventionell auf 4% geschätzt. In Prozentanteilen ist der mindere Verbrauch derselbe, in absoluten Werten jedoch, an denen die CO<sub>2</sub>-Emissionen bewertet werden, erhöhen sie das DELTA zusätzlich.

Volendo risalire all'Energia elettrica prodotta, occorre tener conto delle perdite a monte degli impianti ferroviari e cioè tra SSE centrali di produzione: convenzionalmente tali perdite vengono stimate in 4%. In termini percentuali i minor consumi sono gli stessi, mentre in valore assoluto, che è il dato su cui valutare le emissioni di CO<sub>2</sub>, esse incrementano ulteriormente il DELTA.

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

MINOR Produzione di Energia Elettrica (kWh/giorno)	
	DELTA
Programma BBT/ WORST CASE	584.649
Tutto AC / WORST CASE	799.064

### 13. ANALYSE DES ÄQUIVALENTEN VERKEHRS MITTEL STANDARD-ZUG

Die bis zu diesem Punkt vorgenommene Analyse basiert auf dem BBT-Betriebsprogramm in der Annahme, dass dieses vollständig Anwendung finde; das Programm baut auf zahlreichen Zuggattungen auf, die sich in Gewicht, Zusammensetzung und Fahrgeschwindigkeit unterscheiden.

Aus der Analyse der im BBT-Programm enthaltenen Daten gehen einige Sonderaspekte hervor:

- Der Güterverkehr, ausgedrückt in transportierten Nettotonnen, ist zwischen Nord und Süd unausgeglichen, und zwar zugunsten der Richtung Nord-Süd (60% - Gleis 1 Züge).
- Die Nettomenge der mit einem Zug in Süd-Nord-Richtung transportierbaren Güter ist niedriger als die Menge, die in die umgekehrte Richtung verlagert werden kann: Das erklärt sich durch die die längeren Abschnitte mit stärkeren Steigungen auf Italien-Seite, was insbesondere auf der alten Strecke die Doppeltraktion für fast alle Züge erfordert. Die Menge der gemäß BBT-Programm transportierten Güter gliedert sich in:
  - 56% Richtung Nord-Süd (Gleis 1 Züge)
  - 44% Richtung Süd-Nord (Gleis 2 Züge)

Die in den vorhergehenden Absätzen dargelegte Hypothese des Worst Case, welcher den Verkehr aller für die neue Strecke vorgesehenen Züge auf der alten Strecke vorsieht, ist rein theoretisch und kann in Wirklichkeit aus zwei wesentlichen Gründen nicht eintreten:

- Die Anlagentechnologie der alten Strecke ist absolut nicht imstande, die angenommene Verkehrsbelastung und die berücksichtigten Güterzugattungen (sehr schwere Güterzüge) zu bewältigen.
- Die höhen- und lagetechnischen Merkmale der alten Strecke würden den Betrieb einiger der

### 13. ANALISI TRAFFICO EQUIVALENTE MEDIANTE TRENO TIPO

L'analisi fin qui condotta si è basata sul programma di Esercizio BBT nell'ipotesi che esso trovi completa attuazione; il programma è strutturato su numerosi treni di tipologia diversa in termini di peso, di composizione e velocità.

Dall'analisi dei dati contenuti nel programma BBT si evidenziano alcuni aspetti particolari:

- Il traffico merci, in termini di tonnellate trasportate, tra nord e sud è squilibrato a favore del nord verso sud (60% - treni dispari)
- La quantità di merci nette trasportabili con un treno nella direzione Sud-Nord è inferiore a quella movimentabile nella direzione opposta: ciò si spiega con la maggiore lunghezza dei tratti con acclività accentuata lato Italia che, sulla linea storica in particolare, richiede la doppia trazione per quasi tutti i convogli: La quantità di merci trasportate secondo il programma BBT si ripartiscono in
  - 56 % Direzione Nord-Sud (Treni DISPARI)
  - 44 % Direzione Sud-Nord (Treni PARI)

Lo studio illustrato nei paragrafi precedenti, nell'ipotesi del Worst case che prevede di istradare sulla linea storica tutti i convogli previsti per la nuova linea, presenta un aspetto del tutto teorico e nella realtà non realizzabile per due ragioni fondamentali

- La tecnologia impiantistica della Linea Storica non è assolutamente in grado di sostenere l'intensità di traffico ipotizzata e la tipologia di treni merci considerate (treni molto pesanti).
- Le caratteristiche planoaltimetriche della linea storica non consentirebbero comunque la circolazione di alcuni dei treni ipotizzati, in

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

angenommenen Züge nicht ermöglichen, insbesondere der sehr schweren Züge, für welche aus mechanischer Sicht auf der alten Strecke die Dreifachtraktion erforderlich wäre.

particolare quelli molto pesanti per i quali, dal punto di vista meccanico, sulla linea storica sarebbe necessaria la tripla trazione.

Die durchgeführte Studie stellt trotz all ihrer Grenzen jedoch einen Bezugspunkt dar.

Lo studio condotto, con tutti i suoi limiti, costituisce comunque un punto di riferimento.

Für eine ebenso repräsentative und auf jedes Szenarium ausdehnbare Analyse wurde eine Untersuchung auf der Grundlage der transportierten Gütermenge vorgenommen.

Per disporre di una analisi altrettanto rappresentativa ed estendibile a qualunque scenario si è quindi impostata una analisi basata sulla quantità di merci trasportate.

Hierzu gibt es eine von Prograns im Jahr 2007 im BBT-Auftrag durchgeführte Studie, die das Güterverkehrsaufkommen in  $\text{Netto-Tonnen}$  pro Jahr, aufgeteilt zwischen Straße und Schiene, für verschiedene mögliche Szenarien ermittelt hat.

Esiste a proposito uno studio, commissionato da BBT a Prograns nel 2007, che ha individuato il volume di traffico merci in  $\text{Tonn}_{\text{nette}}$ /anno, ripartendolo tra strada e rotaia, per diversi possibili scenari.

In diesem Teil der Untersuchung der verschiedenen Prograns-Szenarien werden das „**Minimum**“ und der „**Konsens**“ berücksichtigt; die Untersuchungsmethodik des Schienenverkehrs lässt sich jedoch auf einfache Weise auch auf jedes andere Gütertransportaufkommen anwenden.

Nella presente parte dello studio dei diversi scenari dello Studio Prograns vengono presi in considerazione il "**minimo**" e il "**consenso**", ma la metodologia dello studio, relativamente al traffico ferroviario è facilmente estendibile a qualunque altro volume di merci trasportate che si volesse prendere in considerazione.

### 13.1. Hypothesen der Untersuchung

### 13.1. Ipotesi dello studio

Die Untersuchung basiert auf dem Einsatz eines Zugs desselben Bruttogewichtes, der, bezogen auf sein Gesamtgewicht, sowohl auf der alten Strecke als auch auf der neuen Strecke verkehren kann.

Lo studio è basato sull'impiego di un treno dello stesso peso lordo e tale da poter circolare in termini di peso complessivo sia sulla linea storica che sulla nuova linea.

Dieser Zug wird als **Standard-Zug** bezeichnet und hat ein Bruttogewicht von 1.200 Tonnen.

Tale treno, convenzionalmente, è indicato come **treno tipo** ed ha un peso lordo di 1.200 tonn.

Der Unterschied im Fahrbetrieb zwischen den beiden Strecken besteht im Bedarf der Doppeltraktion auf der alten Strecke und der Einzeltraktion auf der neuen Strecke.

La diversità di regime di circolazione tra le due linee sta nella necessità della doppia trazione sulla linea storica e semplice sulla nuova linea.

Die **Anhängelast** differiert in den beiden Fällen also um das Gewicht einer Lokomotive (90 Tonnen): Auf der alten Strecke liegt eine Anhängelast von 1.020 Tonnen vor, auf der HL-Strecke von 1.110 Tonnen.

La **massa rimorchiata** nei due casi differisce, pertanto, del peso di una locomotiva (90 tonn.): sulla linea storica si ha una massa rimorchiata di 1.020 tonn. a fronte delle 1.110 tonn del treno sulla linea AC.

Für die Ermittlung der Korrelation zwischen der transportierten Nettomenge und der Bruttolast wurden die Daten des BBT-Programms hinzugezogen, aus denen hervorgeht, dass - abzüglich des Gewichts der Lokomotive - das Netto-/Brutto-Verhältnis 65% beträgt.

Per individuare la correlazione tra merci nette trasportata e massa lorda si è fatto ricorso ai dati del programma BBT dal quale si evince che, defalcata l'incidenza del peso della locomotiva, mediamente il rapporto netto/lordo è pari al 65%.

Bei einem Füllgrad unter 1 wurde für die

Avendo voluto considerare un coefficiente di

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Untersuchung ein Netto-/Tara-Verhältnis in Höhe von 59% für die Anhängelast angenommen.

riempimento inferiore ad 1, ai fini dello studio si è preso in considerazione il 59% come rapporto netto/tara per la massa rimorchiata.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

I risultati di queste considerazioni sono riassunti nella seguente tabella:

<b>CARATTERISTICHE DEL TRENO TIPO PER LE DUE LINEE</b>					
<b>MERKMALE DES STANDARD-ZUGS FÜR BEIDE STRECKEN</b>					
<i>Treno per Linea / Zug für Strecke</i>	<i>N° LOCO / Anz. LOK</i>	<i>v max (Km/h)</i>	<i>Tonn Treno Completo / Tonnen voller Zug</i>	<i>Tonn LORDE Trainate / Angehängte Bruttotonnen</i>	<i>Tonn NETTE Trasportate / Transportierte Nettotonnen</i>
<b>TP LS / AS</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>1.200</b>	<b>1.020</b>	<b>597</b>
<b>TP AC / HL</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>1.200</b>	<b>1.110</b>	<b>664</b>

Aus diesen Daten kann die Anzahl der nötigen Züge für den Transport des in den berücksichtigten Szenarien vorgesehenen Güteraufkommens errechnet werden.

Da questi dati è possibile determinare il numero di treni necessario per trasportare il volume di merci previsto negli scenari considerati.

Zur Berücksichtigung des unterschiedlichen Verbrauchs zwischen Gleis 2 und Gleis 1 wurden die Züge auf beide Fahrtrichtungen verteilt, wobei als Bezug das BBT-Programm genommen wurde, aus dem hervorgeht, dass 44% aus Gleis 2 Zügen und 56% aus Gleis 1 Zügen bestehen.

Per tener conto del diverso consumo tra binario pari e binario dispari, i convogli sono stati ripartiti sulle due direzioni prendendo a riferimento il programma BBT dal quale risulta che il 44% è composto da treni pari e il 56% da treni dispari

Anhand des Simulationsmodells wurde der Energiebedarf am Stromabnehmer für die gesamte Route in beiden Fahrtrichtungen auf der alten und neuen Strecke bestimmt.

Attraverso il modello di simulazione si è provveduto a determinare il fabbisogno di energia al pantografo per l'itinerario completo nelle due direzioni per percorrenza sulla linea storica e sulla nuova linea.

Die nachfolgende Tabelle enthält zusammenfassend die Ergebnisse der Betriebssimulation, für welche die anschließenden Diagramme die Leistungsaufnahme entlang der Route darstellen.

La tabella sottostante riporta i risultati sintetici della simulazione di marcia della quale i grafici successivi rappresentano l'assorbimento in potenza lungo il percorso.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

FABBISOGNO ENERGIA AL PANTOGRAFO PER I DUE TRENI TIPO SULLE DUE LINEE (kWh) ENERGIEBEDARF AM STROMABNEHMER FÜR BEIDE STANDARD-ZÜGE AUF BEIDEN STRECKEN (kWh)								
Tipo / Zug	v max (Km/h)	LINEA STORICA / ALTE STRECKE		LINEA AC / HL-STRECKE		Tonn Treno Completo / Tonnen voller Zug	Tonn LORDE Trainate / Angehängte Bruttotonnen	Tonn NETTE Trasportate / Transportierte Nettotonnen
		PARI / GLEIS 2	DISPARI / GLEIS 1	PARI / GLEIS 2	DISPARI / GLEIS 1			
TP LS / AS	100	15.190	11.728			1.200	1.020	597
TP AC / HL	100			13.251	10.979	1.200	1.110	664

Aus den Ergebnissen der Betriebssimulationen wird der Wert der spezifischen Energien des Gütertransportes berechnet, bezogen auf:

Dai risultati delle simulazioni di marcia è possibile determinare il valore delle Energie specifiche caratterizzanti il trasporto merci quali

- kWh/ Tonnen
- kWh / BruttoTonnen\*km
- kWh / NettoTonnen\*km
- kwh/ ton
- kwh / ton<sub>Lorde</sub>\*km
- kwh / ton<sub>Nette</sub>\*km

ENERGIE SPECIFICHE TRENO TIPO LINEA STORICA												km	345
Consumo Treno Tipo kWh		Tonn Lorde	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI				
PARI	DISPARI				kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub>	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub> *km	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub>	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub> *km	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	
15190	11728	1200	1020	597	9,773	19,645	0,028	0,057	12,658	25,444	0,037	0,074	

ENERGIE SPECIFICHE TRENO TIPO LINEA AC												km	311
Consumo Treno Tipo kWh		Tonn lorde	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI				
PARI	DISPARI				kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub>	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub> *km	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub>	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub> *km	kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	
13251	10979	1200	1110	664	9,149	16,535	0,029	0,053	11,043	19,956	0,036	0,064	

Anhand des Parameters **kwh / NettoTonnen\*km** kann der Energiebedarf jeder Zuggattung bestimmt werden, die den Parametern des Standard-Zugs entspricht, während mit dem Parameter **kwh/ Tonnen** die Energieeinsparung zwischen HL-Strecke und alter Strecke prozentmäßig verglichen werden kann.

Attraverso il parametro **kwh / ton<sub>Nette</sub>\*km** è possibile definire il fabbisogno di Energia di un qualunque tipo di treno che rispetti i parametri del Treno Tipo, mentre con il parametro **kwh/ ton** è possibile comparare percentualmente il risparmio di energia tra il transito sulla linea AC e quello sulla linea Storica.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Parameter **kwh/BruttoTonnen\*km** und **kwh/NettoTonnen\*km** richtungsweisend und nützlich für die Bestimmung des Energiebedarfs für den Verkehr auf der Bezugsstrecke sind: Diese Parameter eignen sich nicht für einen Vergleich, da sie sich auf zwei verschiedene Strecken beziehen, wenngleich diese

E' da tener presente che i parametri **kwh/ton<sub>Lorde</sub>\*km** e **kwh/ton<sub>Nette</sub>\*km** sono indicativi e utili per la determinazione del Fabbisogno di Energia riferito al transito sulla linea a riferimento: tali parametri non si prestano a confronto poiché fanno riferimento a due linee diverse, anche se congiungenti le stesse località.

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

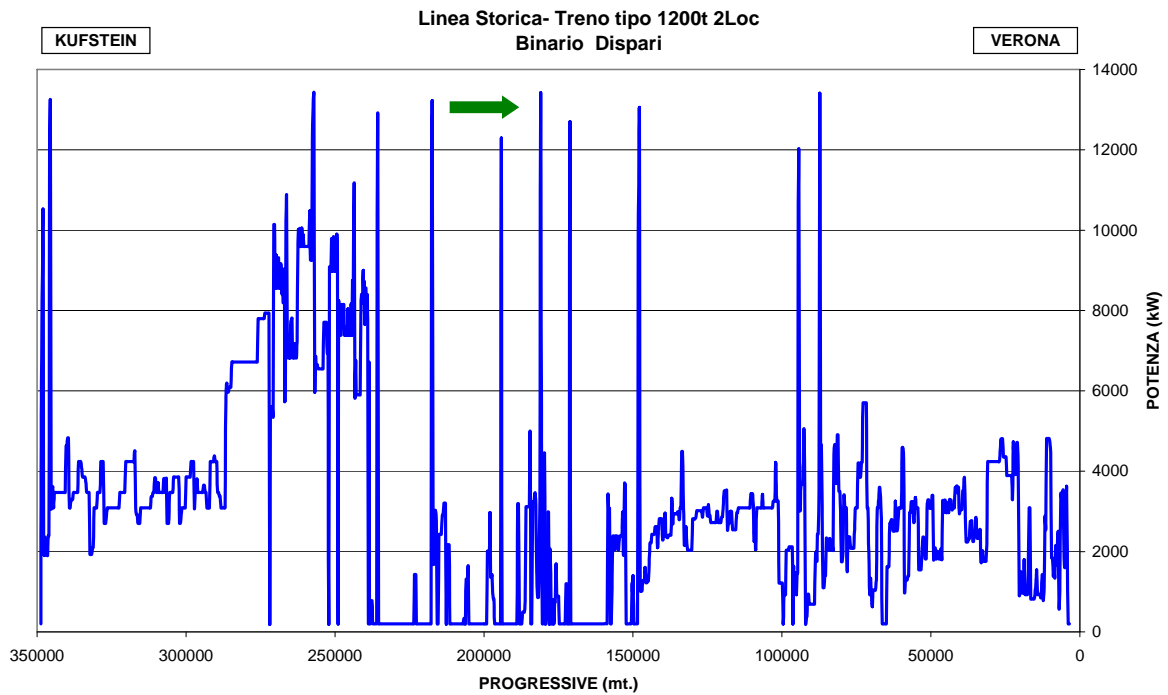
Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

dieselben Ortschaften verbinden.

Richtungsweisend werden die Diagramme der Leistungen am Stromabnehmer, die der Standard-Zug auf beiden Strecken für beide Fahrrichtungen benötigt, dargestellt.

A titolo indicativo si riportano i grafici delle potenze al pantografo richieste dal Treno Tipo sulle due linee per entrambe i sensi di marcia.



Bereich: Umweltplanung

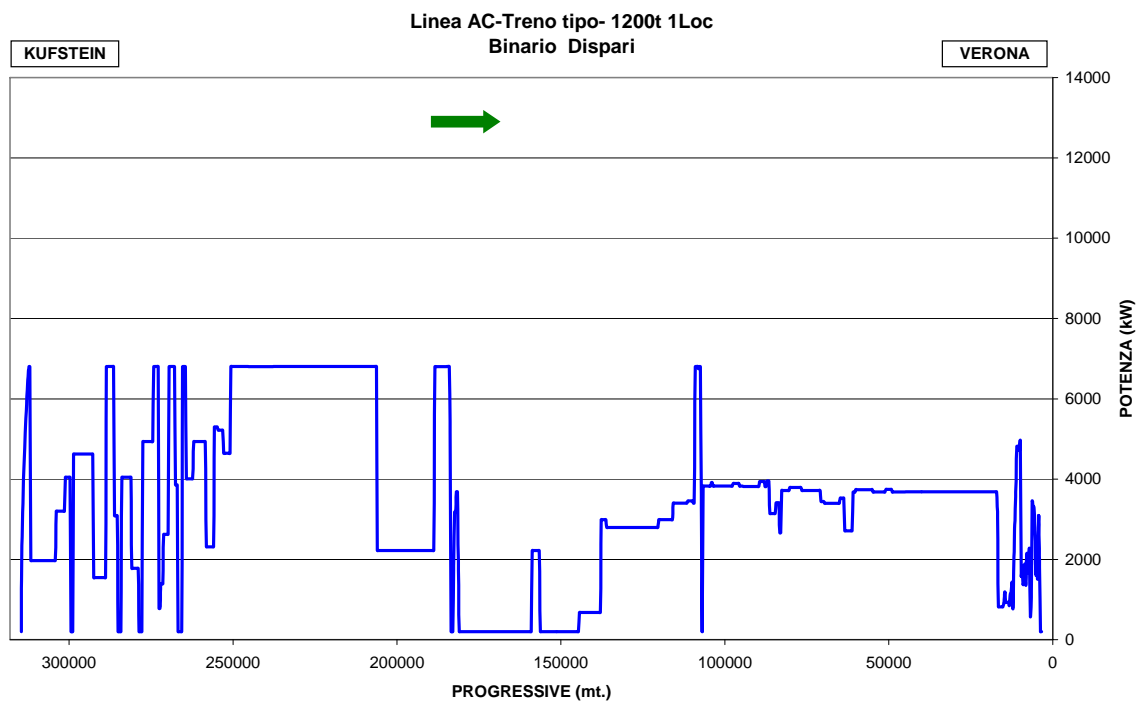
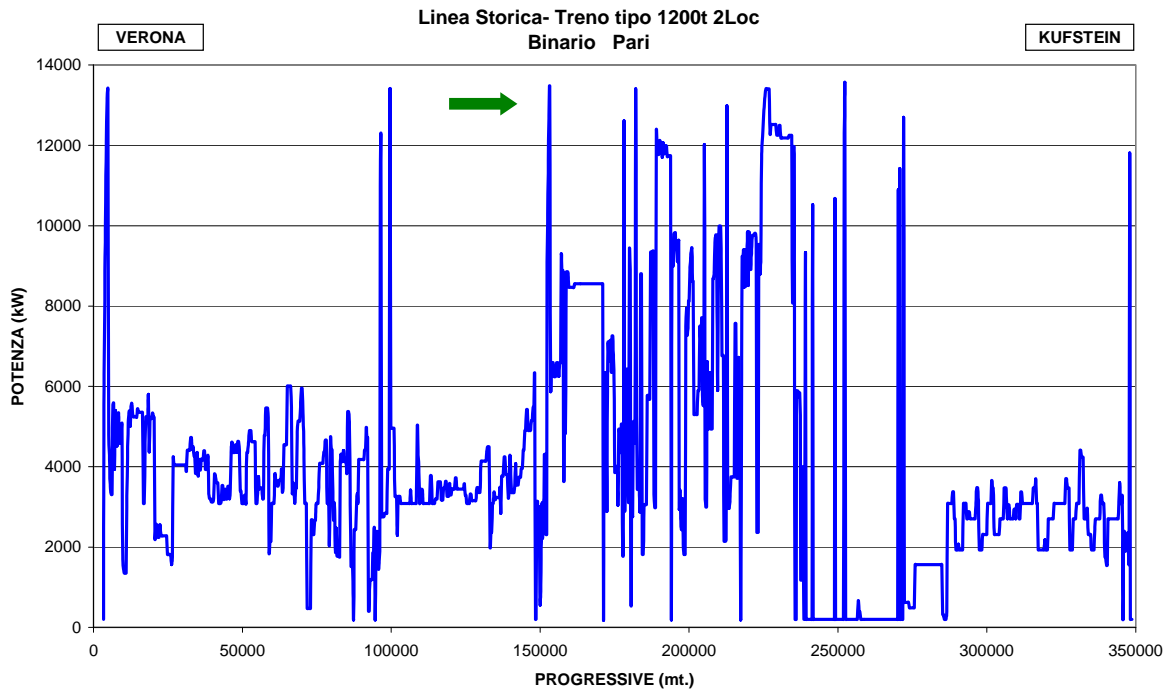
Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità



Bereich: Umweltplanung

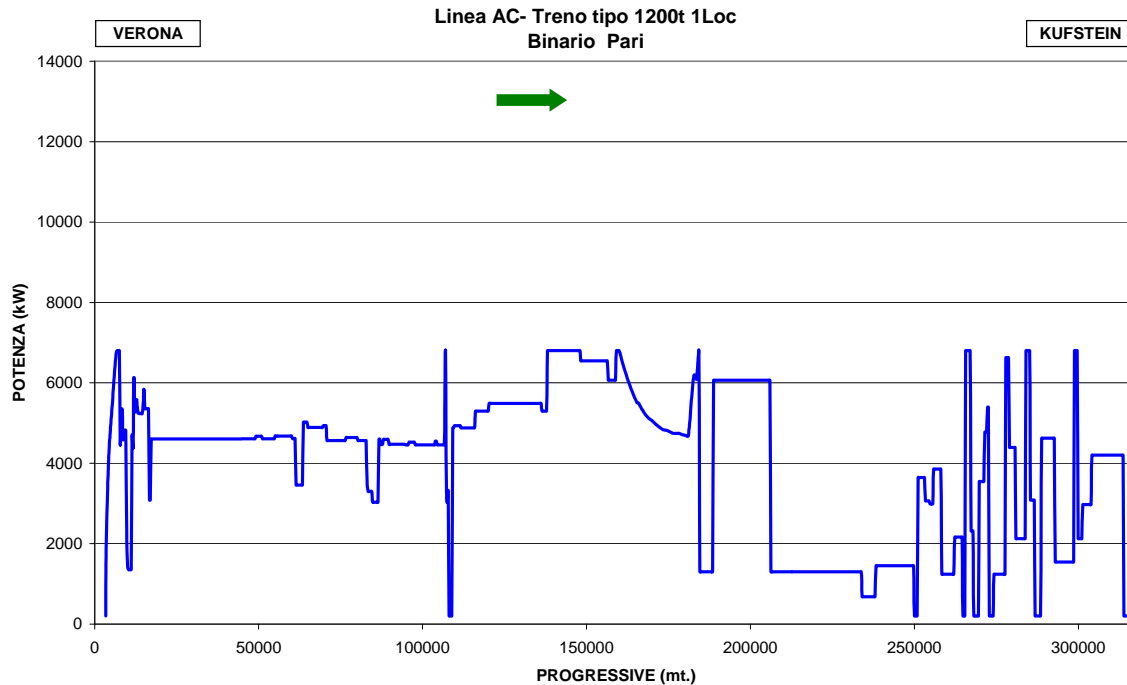
Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità



## 13.2. Energiebedarf

## 13.2. Fabbisogno energia

### 13.2.1. Szenarium Güterminimum

### 13.2.1. Scenario Minimo Merci

Das von der PROGTRANS-Studie für dieses Szenarium vorgesehene Gütertransportaufkommen ist:

Il volumi di merci trasportate previsto dallo studio PROGTRANS per questo scenario è:

**19,5 Millionen Netto Tonnen/Jahr**

**19,5 milioni di ton<sub>nette</sub>/anno**

Dieses Szenarium bezieht sich auf die Hypothese der nicht realisierten HL-Strecke und somit des zur Gänze auf der alten Strecke verlaufenden Verkehrs.

Questo scenario è basato sulla ipotesi che la linea AC non venga realizzata e quindi tutto il traffico è stradato sulla linea storica.

Das vorgesehene Güteraufkommen (19,5 Millionen Netto Tonnen/Jahr) ist mit **32.750** Standard-Zügen AS (1.200 Brutto Tonnen, Doppeltraktion) transportierbar.

Il volume di merci previsto (19,5 milioni di ton<sub>nette</sub>/anno) è trasportabile con **32.750** Treni Tipo LS (1.200 Tonn<sub>Lorde</sub>, Doppia Trazione)

Gemäß den Kriterien der Verkehrsaufteilung auf beide Achsen, wie vorhin dargelegt, verkehren in einem Jahr 18.250 Gleis 1 Züge und 14.500 Gleis 2 Züge.

Secondo i criteri di ripartizione del traffico sulle due direttrici, precedentemente illustrati, in un anno 18.250 sono i Treni Dispari e 14.500 i treni Pari.

Im Falle des auf 250 Tage/Jahr aufgeteilten Verkehrs betragen die Daten an einem Tag:

Ipotizzando il traffico ripartito su 250 giorni/anno, in una giornata si ha:



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Scenario Minimo: 19,5 milioni di Tonn/anno su Linea Storica											km				345
Treno	v max (Km/h)	Consumo LS		Tonn lorde	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI				
		PARI	DISPARI				n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	
TP LS	100	15.190	11.728	1.200	1.020	597	73	87.600	43.581	856.144	58	69.600	34.626	881.020	
totale merci giorno							LORDE	157.200	NETTE	78.207					
totale merci anno								39.300.000		19.551.750					
ENERGIA AL PANTOGRAFO GIORNO						kWh	1.737.164								
ENERGIA AL PANTOGRAFO ANNO						kWh	434.291.000				ENERGIA SPEC		kWh/tonn	22,2124	
							ENERGIA SPEC a km		kWh/tonn*km	0,0644					
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA						DISPARI	19.6449	kWh/tonn	0,0569	kWh/tonn*km					
						PARI	25,4439	kWh/tonn	0,0738	kWh/tonn*km					
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE						0,92									
ENERGIA ELETTRICA GIORNO						kWh	1.888.222								
ENERGIA ELETTRICA ANNO						kWh	472.055.435				ENERGIA ELETTRICA SPEC		kWh/tonn	24,1439	
							ENERGIA ELETTR. SPEC a km		kWh/tonn*km	0,0700					

### 13.2.2. Szenarium Personenminimum

Im Minimumszenarium wurde eine Entwicklung des Personenverkehrs gemäß BBT-Programm angenommen, also mit Verkehr aller vom Programm vorgesehenen Züge auf der alten Strecke.

Die Situation des Verbrauchs und der spezifischen Energie, bezogen auf den Zug\*km, ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

### 13.2.2. Scenario Minimo Viaggiatori

Nello scenario minimo si è supposto che lo sviluppo del traffico viaggiatori sia rispondente al programma BBT, per cui tutti i Treni previsti dal programma sono considerati stradati sulla Linea Storica.

La situazione dei consumi e dell'Energia specifica rapportata al Treno\*km è riportata nella seguente Tabella.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Scenario Minimo: Treni viaggiatori da programma BBT TUTTO su LS					km	345		
Treno	v max (Km/h)	Consumo LS		Tonn lorde	DISPARI		PARI	
		PARI	DISPARI		n° treni	consumo giorno	n° treni	consumo giorno
ICE1	200	5553	4557	435	5	22785	5	27765
ICE2	200	9830	7855	870	2	15710	2	19660
ICE3	200	7811	6297	642	6	37782	0	0
ICE4	200	7811	6297	642	0	0	6	46866
EC1	160	6346	5166	515	8	41328	0	0
EC2	160	6346	5166	515	0	0	8	50768
EN1	160	6346	5166	515	2	10332	0	0
EN2	160	6346	5166	515	0	0	2	12692
IC1	160	4099	3437	288	2	6874	0	0
IC2	160	4099	3437	288	0	0	2	8198
IC3	160	7479	6033	629	3	18099	0	0
IC4	160	7479	6033	629	0	0	3	22437
R1	120	4040	3391	282	19	64429	0	0
R2	120	4040	3391	282	0	0	19	76760
<b>Totale Viaggiatori</b>					<b>47</b>	<b>217339</b>	<b>47</b>	<b>265146</b>

ENERGIA GIORNO	kWh	482.485	x	360	giorni anno
ENERGIA ANNO	kWh	173.694.600	ENERGIA SPEC	kWh/treno	5.132,82
			ENERGIA SPEC a km	kWh/treno*km	14,8777

ENERGIA MECCANICA SPECIFICA	DISPARI	4.624,23	kWh/treno	13,4036	kWh/treno*km
	PARI	5.641,40	kWh/treno	16,3519	kWh/tonn*km

RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE	0,92
------------------------------------	------

ENERGIA ELETTRICA GIORNO	kWh	524.440
ENERGIA ELETTRICA ANNO	kWh	188.798.478

ENERGIA ELETTRICA SPEC	kWh/Treno	5.579,15
ENERGIA ELETTR. SPEC a km	kWh/Treno*km	16,17

### 13.2.3. Minimumszenarium - Personen-/Güterverkehr

Die Ergebnisse der beiden Fälle zusammen liefern die Daten über den **Bedarf an mechanischer Energie** und daraus den Bedarf an elektrischer Energie für das Minimumszenarium.

Für die Berechnung der elektrischen Energie wurde ein konstanter Wirkungsgrad des Bahnstromsystems für alle untersuchten Fälle angenommen, wie im Absatz 9 (**Aufgenommene elektrische Energie**) angegeben.

### 13.2.3. Scenario Minimo – Traffico Viaggiatori Merci

L'insieme dei risultati dei due casi fornisce il dato sul **Fabbisogno di Energia** meccanica e da questa quella elettrica per lo scenario minimo.

Per la determinazione dell'energia elettrica si è assunto che il rendimento del sistema elettrico sia costante in tutti i casi esaminati e pari a quanto indicato al paragrafo 9 (**Energia elettrica assorbita**).

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

<b>Scenario Minimo: Traffico Merci (19,5 milioni di Tonn/anno) e Traffico Viaggiatori (94 Treni/giorno) su Linea Storica</b>		
ENERGIA GIORNO	kWh	<b>2.219.649</b>
ENERGIA ANNO	kWh	<b>607.985.600</b>
<b>RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE</b>		<b>0,92</b>
ENERGIA ELETTRICA GIORNO	kWh	<b>2.412.662</b>
ENERGIA ELETTRICA ANNO	kWh	<b>660.853.913</b>

Aus diesem Szenarium kann der Energiebedarf für jede weitere Gütertransportzunahme unter Bezugnahme auf die folgenden Parameter bestimmt werden:

- kWh/ Tonnen\*km
- kWh / <sub>Brutto</sub> Tonnen\*km
- kWh / <sub>Netto</sub> Tonnen\*km

für die Güterzüge und

- kWh/ Zug
- kWh/ Zug\*km

für die Personenzüge.

Da questo scenario è possibile determinare il fabbisogno di energia di ogni ulteriore incremento di merci trasportate istradate facendo riferimento ai parametri

- kwh/ ton\*km
- kwh / ton<sub>Lordo</sub>\*km
- kwh / ton<sub>Netto</sub>\*km

per i Treni Merci e a

- kwh/ treno
- kwh/ treno\*km

per i Treni Passeggeri.

### 13.3. Konsensszenarium

Das Konsensszenarium (**36,2 Millionen Tonnen/Jahr**) setzt den viergleisigen Ausbau der gesamten Achse voraus und wird anhand zweier Hypothesen für den Güterverkehr analysiert:

1. Verkehr zur Gänze auf HL-Strecke
2. Verkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm.

#### 13.3.1. Güterverkehr zur Gänze auf HL-Strecke

Im „Konsensszenarium“ ist der Verkehr von 36,2 Millionen Tonnen/Jahr vorgesehen: Dieses Verkehrsaufkommen kann auf der HL-Strecke vollkommen bewältigt werden, weshalb eine erste Analyse, bezogen auf den Verkehr aller Güterzüge auf der neuen Strecke, durchgeführt wurde.

Die Anzahl der nötigen Züge für die Verlagerung der Güter und die Aufteilung zwischen Gleis 2 Züge und Gleis 1 Züge wurden mit den vorher dargelegten Kriterien ermittelt, und zwar:

### 13.3. Scenario Consenso

Lo scenario Consenso (**36,2 milioni di Tonn/anno**) presuppone la realizzazione del quadruplicamento dell'intera direttrice, e viene analizzato facendo due ipotesi per il traffico merci

1. Traffico tutto su Linea AC
2. Traffico ripartito allo stesso modo di quanto previsto nel programma BBT.

#### 13.3.1. Traffico Merci Tutto su linea AC

Nello scenario "Consenso" è prevista la movimentazione di 36,2 milioni di Tonn/anno: tale volume di traffico è perfettamente sostenibile dalla Linea AC, per cui una prima Analisi è stata fatta ipotizzando l'istadamento di tutti i treni merci sulla nuova linea.

Il numero di treni necessari per la movimentazione delle merci, e la ripartizione tra Treni Pari e Treni Dispari è stato individuato con i criteri precedentemente illustrati, in particolare:

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

- Anz. der nötigen Standard-Züge in einem Jahr: 54.500, davon
  - 30.500 Züge Gleis 1 (56%)
  - 24.000 Züge Gleis 2 (44%)

- N° di Treni Tipo necessari in un anno: 54.500 di cui
  - 30.500 Treni Dispari (56 %)
  - 24.000 Treni Pari (44 %)

Die Ergebnisse für einen Verkehrstag, bemessen nach einem 250-Tage-Betrieb, sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst:

I risultati, per una giornata di traffico con l'esercizio strutturato su 250 giornate, sono sintetizzati nella seguente Tabella:

Scenario CONSENSO: 36,2 milioni di Tonn/anno su Linea AC											km		311	
Treno	v max (Km/h)	Consumo AC		Tonn lorde	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI			
		PARI	DISPARI				n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno
TP AC	100	13.251	10.979	1.200	1.110	664	122	146.400	81.008	1.339.438	96	115.200	63.744	1.272.096
totale merci giorno							LORDE	261.600	NETTE	144.752				
totale merci anno								65.400.000		36.188.000				
ENERGIA AL PANTOGRAFO GIORNO				kWh	2.611.534									
ENERGIA AL PANTOGRAFO ANNO				kWh	652.883.500		ENERGIA SPEC	kWh/tonn <sub>NETTA</sub>	18,0414					
							ENERGIA SPEC a km	kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km	0,0580					
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA		DISPARI	16,5346	kWh/tonn	0,0532	kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km								
		PARI	19,9563	kWh/tonn	0,0642	kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km								
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE				0,985										
ENERGIA ELETTRICA GIORNO				kWh	2.651.304									
ENERGIA ELETTRICA ANNO				kWh	662.825.888		ENERGIA ELETTRICA SPEC	kWh/tonn <sub>NETTA</sub>	18,3162					
							ENERGIA ELETTR. SPEC a km	kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km	0,0589					

### 13.3.2. Güterverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm

Diese Hypothese sieht die Aufteilung der transportierten Gütermenge zwischen alter Strecke und HL-Strecke nach dem Aufteilungsprozentsatz des BBT-Programms vor, nach welchem von den 144.752<sub>Netto</sub> Tonnen an einem Tag transportierte Güter 118.697<sub>Netto</sub> Tonnen (82%) auf der HL-Strecke verkehren, und die restlichen 26.055<sub>Netto</sub> Tonnen (18%) auf der alten Strecke. Auf der Grundlage dieser Aufteilung ergibt sich die in den folgenden beiden Tabellen dargestellte Situation.

### 13.3.2. Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT

In questa ipotesi si suppone che la quantità di merci movimentate sia ripartita tra Linea storica e Linea AC nella stessa percentuale di ripartizione prevista dal programma BBT secondo il quale delle 144.752<sub>Netto</sub> Tonn<sub>nette</sub> di merci trasportate in un giorno, 118.697<sub>Netto</sub> Tonn<sub>nette</sub> (82%) sono istradate sulla Linea AC e le rimanenti 26.055<sub>Netto</sub> Tonn<sub>nette</sub> (18%) sulla Linea storica. Sulla base di questa ripartizione si ha la situazione rappresentata nelle due tabelle seguenti.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

SCENARIO CONSENSO: Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT tra Linea AC e Linea Storica							
Traffico su LINEA STORICA							
Treno	v max (Km/h)	Consumo LS		Tonn lordo	LORDE Trainate	Tonn nette	km 345
		PARI	DISPARI				
TP LS	100	15.190	11.728	1.200	1.020	597	
DISPARI				PARI			
n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno
25	30.000	14.925	293.200	19	22.800	11.343	288.610
25	30.000	14.925	293.200	19	22.800	11.343	288.610
totale merci giorno su LS			LORDE	52.800	NETTE	26.268	
totale merci anno su LS				13.200.000		6.567.000	
En.Pantog. Giorno su LS		kWh		581.810			
En.Pantog. Anno su LS		kWh		145.452.500			
ENERGIA SPEC		kWh/tonn		22,1490			
ENERGIA SPEC a km		kWh/tonn*km		0,0642			
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA		DISPARI		19,645		kWh/tonn 0,0569 kWh/tonn*km	
		PARI		25,4438861		kWh/tonn 0,0738 kWh/tonn*km	
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE				0,92			
ENERGIA ELETTRICA GIORNO				632.402 kWh			
ENERGIA ELETTRICA ANNO				158.100.543 kWh			
ENERGIA ELETTRICA SPEC				24,0750 kWh/Tonn <sup>NETTE</sup>			
ENERGIA ELETTRICA SPEC x km				0,06978 kWh/tonn*km			

SCENARIO CONSENSO: Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT tra Linea AC e Linea Storica							
Traffico su LINEA AC							
Treno	v max (Km/h)	Consumo AC		Tonn lordo	LORDE Trainate	Tonn nette	km 311
		PARI	DISPARI				
TP AC	100	13.251	10.979	1.200	1.110	664	
DISPARI				PARI			
n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno
100	120.000	66.400	1.097.900	79	94.800	52.456	1.046.829
100	120.000	66.400	1.097.900	79	94.800	52.456	1.046.829
totale merci giorno su AC			LORDE	214.800	NETTE	118.856	
totale merci anno su AC				53.700.000		29.714.000	
En.Pantog. Giorno su LS		kWh		2.144.729			
En.Pantog. Anno su LS		kWh		536.182.250			
ENERGIA SPEC		kWh/tonn		18,0448			
ENERGIA SPEC a km		kWh/tonn*km		0,0580			
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA		DISPARI		16,535		kWh/tonn 0,0532 kWh/tonn*km	
		PARI		19,9563253		kWh/tonn 0,0642 kWh/tonn*km	
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE				0,985			
ENERGIA ELETTRICA GIORNO				2.177.390 kWh			
ENERGIA ELETTRICA ANNO				544.347.462 kWh			
ENERGIA ELETTRICA SPEC				18,3196 kWh/Tonn <sup>NETTE</sup>			
ENERGIA ELETTRICA SPEC x km				0,05891 kWh/tonn*km			

### 13.3.3. Personenverkehrs aufteilung gemäß BBT-Programm

Für den Personenverkehr wurde eine vollständige Anwendung des BBT-Programms angenommen und bewertet, mit 42 auf der HL-Strecke und 52 auf der alten Strecke verkehrenden Zügen.

Die auf der alten Strecke verkehrenden Züge umfassen die Regionalzüge, welche sicherlich nicht die gesamte Route zurücklegen; es wurde aber angenommen, dass die von den verschiedenen

### 13.3.3. Traffico Passeggeri ripartito secondo programma BBT

Per quanto attiene il traffico viaggiatori si è supposto e valutato che trovi piena attuazione il Programma BBT, con l'istadamento di 42 treni sulla Linea AC e 52 sulla Linea Storica.

Tra i treni istradati sulla Linea Storica sono compresi i regionali che sicuramente non coprono l'intero itinerario, ma si è supposto che l'insieme di percorrenza dei diversi Treni Regionali, nell'ambito

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Regionalzügen insgesamt zurückgelegten Fahrten in den Einzugsbecken der Achse der Anzahl der Regionalzüge auf der gesamten Route gleichkommen.

Die Ergebnisse der Untersuchung, bezogen auf den Tages- und Jahresbedarf für einen 360-Tage-Betrieb, sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

dei bacini di utenza che caratterizzano la direttrice, equivalgano al numero di treni regionali considerati sull'intero itinerario.

I risultati dello Studio in termini di fabbisogno giornaliero e annuale per l'esercizio strutturato su 360 giornate sono sintetizzati nella seguente Tabella:

SCENARIO CONSENSO: Traffico Viaggiatori come da Programma BBT														
tipo	v max (Km/h)	PARI	DISPARI	PARI	DISPARI	tonn lorde	LINEA STORICA		km 345		NUOVA LINEA		km 311	
		Consumo LS (kWh)		Consumo AC (kWh)			DISPARI		PARI		DISPARI		PARI	
		n° treni	Consumo giorno (kWh)	n° treni	Consumo giorno (kWh)		n° treni	Consumo giorno (kWh)	n° treni	Consumo giorno (kWh)				
ICE1	200	5553	4557	4913	3993	435	0	-	0	-	5	19.965	5	24.565
ICE2	200	9830	7855	9167	7326	870	0	-	0	-	2	14.652	2	18.334
ICE3	200	7811	6297	7174	5771	642	0	-	0	-	6	34.626	0	-
ICE4	200	7811	6297	7174	5771	642	0	-	0	-	0	-	6	43.044
EC1	160	6346	5166	4622	3677	515	0	-	0	-	8	29.416	0	-
EC2	160	6346	5166	4622	3677	515	0	-	0	-	0	-	8	36.976
EN1	160	6346	5166	4622	3677	515	2	10.332	0	-	0	-	0	-
EN2	160	6346	5166	4622	3677	515	0	-	2	12.692	0	-	0	-
IC1	160	4099	3437	2953	2401	288	2	6.874	0	-	0	-	0	-
IC2	160	4099	3437	2953	2401	288	0	-	2	8.198	0	-	0	-
IC3	160	7479	6033	5522	4320	629	3	18.099	0	-	0	-	0	-
IC4	160	7479	6033	5522	4320	629	0	-	3	22.437	0	-	0	-
R1	120	4040	3391	2909	2367	282	19	64.429	0	-	0	-	0	-
R2	120	4040	3391	2909	2367	282	0	-	19	76.760	0	-	0	-
<b>Totale Viaggiatori</b>							<b>26</b>	<b>99.734</b>	<b>26</b>	<b>120.087</b>	<b>21</b>	<b>98.659</b>	<b>21</b>	<b>122.919</b>

		LS	AC		
ENERGIA GIORNO	kWh	219.821	221.578	x	360 giorni anno
ENERGIA ANNO	kWh	79.135.560	79.768.080		
<b>RENDIMENTO DEL SISTEMA DI</b>		<b>0,92</b>	<b>0,985</b>		
ENERGIA ELETTRICA GI	kWh	238.935,87	224.952,28		
ENERGIA ELETTRICA AN	kWh	86.016.913,04	80.982.822,34		
		LS	AC		
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA (TRENO)	kWh/treno	DISPARI 3.835,92	4.698,05		
		PARI 4.618,73	5.853,29		
		LS	AC		
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA (TRENO x km)	kWh/treno x km	DISPARI 11,119	15,106		
		PARI 13,388	18,821		
		LS	AC		
ENERGIA ELETTRICA SPECIFICA (TRENO)	kWh/treno	DISPARI 4.169,48	4.769,59		
		PARI 5.020,36	5.942,42		
		LS	AC		
ENERGIA ELETTRICA SPECIFICA (TRENO x km)	kWh/treno x km	DISPARI 12,085	15,336		
		PARI 14,552	19,107		

Die Energievorteile für den Personenverkehr werden verglichen, indem die Daten der obigen Tabelle jenen der Tabelle des Absatzes **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, gegenüber gestellt werden, da sich diese auf dieselben Züge beziehen. Aus diesem Vergleich geht hervor, dass unter Anwendung der neuen HL-Strecke die Energieeinsparung **über 11% (11,55%)** ausmacht.

La comparazione dei vantaggi energetici per il traffico viaggiatori va eseguita confrontando i dati della sovrastante tabella con gli analoghi della tabella del paragrafo **13.2.2**, essendo riferiti agli stessi treni. Da tale confronto risulta che, con l'utilizzo della Nuova Linea AC, il risparmio energetico è di **oltre 11% (11,55%)**.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 14. VERGLEICH DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ein Vergleich der Ergebnisse in den durchgeführten Bewertungen und Berechnungen, bezogen auf den Standard-Zug, kann nicht vorgenommen werden, indem die verschiedenen untersuchten Fälle einander gegenüber gestellt werden, wie es im ersten Teil der Studie der Fall war, wo der Energiebedarf für zwar unterschiedliche infrastrukturelle Szenarien, jedoch mit derselben Anzahl von Zügen, nämlich der vom BBT-Programm vorgesehenen, ermittelt wurde.

In diesem Fall stützt die Vergleichsmethodik auf den für den Güterverkehr typischen Größen, nämlich:

- kWh/ <sub>Brutto</sub>Tonne
- kWh / <sub>Netto</sub>Tonne
- kWh / <sub>Netto</sub>Tonne\*km

Fasst man die Schlussfolgerungen der untersuchten Fälle für diese Größen zusammen, ergibt sich:

## 14. COMPARAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

La comparazione dei risultati nelle valutazioni fatte prevedendo l'impiego del Treno Tipo non può essere fatta confrontando i diversi casi esaminati, come avvenuto nella prima parte dello Studio ove venivano determinati i fabbisogni di energia per scenari infrastrutturali diversi ma tutti basati sullo stesso numero di Treni, quello del Programma BBT.

In questo caso il metodo di confronto è basato sulle grandezze caratteristiche del trasporto Merci, e cioè

- kWh/ ton<sub>Lorda</sub>
- kWh / ton<sub>Netta</sub>
- kWh / ton<sub>Netta</sub>\*km

Riepilogando le conclusioni dei casi esaminati per tali grandezze si ha

TABELLA COMPARATIVA	Linea Storica	Nuova Linea AC	RISPARMIO
<b>DIREZIONE NORD-SUD (TRENI DISPARI)</b>			
kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub>	9,773	9,149	6,39%
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	19,645	16,535	15,83%
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	0,057	0,053	6,63%
<b>DIREZIONE SUD-NORD (TRENI PARI)</b>			
kWh/ Tonn <sub>Lorda</sub>	12,658	11,043	12,76%
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	25,444	19,956	21,57%
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	0,074	0,064	12,99%
<b>COMPLESSIVA</b>			
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	22,210	18,041	<b>18,77%</b>
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	0,064	0,058	9,94%
<b>ELETTRICA COMPLESSIVA</b>			
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub>	24,144	18,316	<b>24,14%</b>
kWh/ Tonn <sub>Netta</sub> *km	0,070	0,059	15,86%

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

Das wichtigste Ergebnis bezieht sich auf den Parameter **kWh / Netto Tonne**, aus dessen Analyse hervorgeht, dass der Verkehr einer Tonne Güter auf der HL-Strecke im Vergleich zur alten Strecke eine Energieeinsparung von **über 24%** erzielen lässt.

Il dato più significativo è rappresentato dal parametro **kwh / ton<sub>Netta</sub>** dalla cui analisi risulta che l'istadamento di una Tonnellata di merci sulla Linea AC rispetto all'istadamento sulla Linea Storica fa conseguire un risparmio energetico di **oltre il 24%**.



Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 15. ANALYSE DES BASISTUNNELS MIT ÄQUIVALENTEM VERKEHR MITTELS STANDARD-ZUG

Zur Vervollständigung der Studie scheint eine Bewertung des Energieverbrauchs und somit der Energieeinsparung in einem Szenarium, das alleinig den Basistunnel vorsieht, für sinnvoll.

Alle Annahmen und Betrachtungen des Absatzes 13 – „Analyse des äquivalenten Verkehrs mittels Standard-Zug“ bleiben aufrecht und werden für die beiden Streckenabschnitte zwischen Franzensfeste und Ende der Umfahrung Innsbruck berücksichtigt.

Kurz zusammengefasst wickelt sich auf der alten Strecke der Güterverkehr mit einem Standard-Zug zu 1.200 <sup>Brutto</sup> Tonnen, angehängt an 2 Lokomotiven, ab, während auf der HL-Strecke der Zug zu 1.200 <sup>Brutto</sup> Tonnen, angehängt an 1 Lokomotive, berücksichtigt wird.

Anhand des Simulationsmodells wurde der Energiebedarf am Stromabnehmer für die Route zwischen dem Bahnhof Franzensfeste und dem Ende der Umfahrung Innsbruck in beiden Fahrrichtungen sowohl auf der alten als auch auf der neuen Strecke bestimmt.

Die nachfolgende Tabelle enthält zusammenfassend die Ergebnisse der Betriebssimulation, für welche die anschließenden Diagramme die Leistungsaufnahme entlang der Route darstellen.

## 15. ANALISI TUNNEL DI BASE CON TRAFFICO EQUIVALENTE MEDIANTE TRENO TIPO

Per completare lo studio si ritiene utile eseguire la valutazione dei fabbisogni energetici, e conseguentemente del risparmio energetico, per uno scenario che prevede la sola presenza del tunnel di base.

Tutte le ipotesi e considerazioni fatte al paragrafo 13 – “Analisi con traffico equivalente mediante treno tipo” restano valide e sono prese in considerazione per i due tronchi di linea tra Fortezza e il Termine della circonvallazione di Innsbruck.

Riepilogando sinteticamente sulla Linea storica il traffico merci è sviluppato con un treno tipo da 1.200 <sup>tonn<sub>Lorde</sub></sup> trainato da 2 locomotive, mentre sulla linea AC si prende in considerazione il treno da 1.200 <sup>tonn<sub>Lorde</sub></sup> Trainato da 1 locomotiva.

Attraverso il modello di simulazione si è provveduto a determinare il fabbisogno di energia al pantografo per l'itinerario compreso tra la Stazione di Fortezza e il termine della Circonvallazione di Innsbruck, nelle due direzioni per percorrenza sia sulla linea storica sia sulla nuova linea.

La tabella sottostante riporta i risultati sintetici della simulazione di marcia della quale i grafici successivi rappresentano l'assorbimento in potenza lungo il percorso.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

FABBISOGNO ENERGIA AL PANTOGRAFO PER I DUE TRENI TIPO SULLE DUE LINEE (kWh) ENERGIEBEDARF AM STROMABNEHMER FÜR BEIDE STANDARD-ZÜGE AUF BEIDEN STRECKEN (kWh)								
Treno per Linea / Zug für Strecke	v max (Km/h)	LINEA STORICA / ALTE STRECKE		LINEA AC / HL-STRECKE		Tonn Treno Completo / Tonnen voller Zug	Tonn LORDE Trainate / Angehängte Bruttotonnen	Tonn NETTE Trasportate / Transportierte Nettotonnen
		PARI / GLEIS 2	DISPARI / GLEIS 1	PARI / GLEIS 2	DISPARI / GLEIS 1			
TP LS / AS	100	4359	5023			1200	1020	597
TP AC / HL	100			2049	4159	1200	1110	664

Aus diesen Daten kann der Wert der spezifischen Energien des Gütertransportes berechnet werden, bezogen auf:

Da tali dati è possibile determinare il valore delle Energie specifiche caratterizzanti il trasporto merci quali

- kWh/ Tonnen
- kWh / BruttoTonnen\*km
- kWh / NettoTonnen\*km

- kwh/ ton
- kwh / tonLorde\*km
- kwh / tonNette\*km

Tabella 1: ENERGIE SPECIFICHE TRENI TIPO / Tabelle 2: SPEZIFISCHE ENERGIEN STANDARD-ZÜGE

ENERGIE SPECIFICHE TRENO TIPO LINEA STORICA										km	89	
Consumo Treno Tipo kWh		Tonn Lorde	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI			
PARI	DISPARI				kWh/ TonnLorde	kWh/ TonnNetta	kWh/ TonnLorde *km	kWh/ TonnNetta *km	kWh/ Tonn Lorde	kWh/ Tonn Netta	kWh/ TonnLorde *km	kWh/ TonnNetta *km
4359	5023	1200	1020	597	4,186	8,414	0,047	0,095	3,633	7,302	0,041	0,082

ENERGIE SPECIFICHE TRENO TIPO LINEA AC										km	72	
Consumo Treno Tipo kWh		Tonn lorde	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI			
PARI	DISPARI				kWh/ TonnLorde	kWh/ TonnNetta	kWh/ TonnLorde *km	kWh/ TonnNetta *km	kWh/ Tonn Lorde	kWh/ Tonn Netta	kWh/ TonnLorde *km	kWh/ TonnNetta *km
2049	4159	1200	1110	664	3,466	6,264	0,048	0,087	1,708	3,086	0,024	0,043

Anhand des Parameters **kwh / NettoTonnen\*km** kann der Energiebedarf jeder Zuggattung bestimmt werden, die den Parametern des Standard-Zugs entspricht, während mit dem Parameter **kwh/ Tonnen** die Energieeinsparung zwischen HL-Strecke und alter Strecke prozentmäßig verglichen werden kann.

Attraverso il parametro **kwh / ton<sub>Nette</sub>\*km** è possibile definire il fabbisogno di Energia di un qualunque tipo di treno che rispetti i parametri del Treno Tipo, mentre con il parametro **kwh/ ton** è possibile comparare percentualmente il risparmio di energia tra il transito sulla linea AC e quello sulla linea Storica.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Parameter **kwh/BruttoTonnen\*km** und **kwh/NettoTonnen\*km**

E' da tener presente che i parametri **kwh/ton<sub>Lorde</sub>\*km** e **kwh/ton<sub>Nette</sub>\*km** sono indicativi e utili per la

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

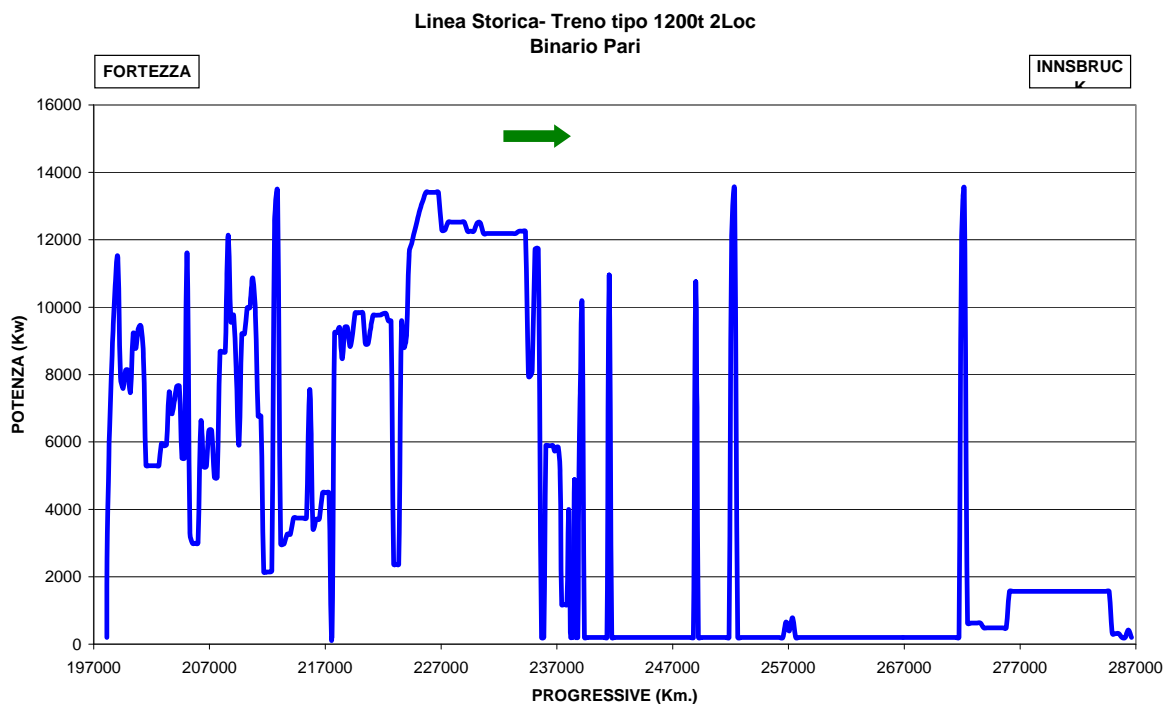
Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

richtungsweisend und nützlich für die Bestimmung des Energiebedarfs für den Verkehr auf der Bezugsstrecke sind: Diese Parameter eignen sich nicht für einen Vergleich, da sie sich auf zwei verschiedene Strecken beziehen, wenngleich diese dieselben Ortschaften verbinden.

Richtungsweisend werden die Diagramme der Leistungen am Stromabnehmer, die der Standard-Zug auf beiden Strecken für beide Fahrtrichtungen benötigt, dargestellt.

determinazione del Fabbisogno di Energia riferito al transito sulla linea a riferimento: tali parametri non si prestano a confronto poiché fanno riferimento a due linee diverse, anche se congiungenti le stesse località.

A titolo indicativo si riportano nel seguito i grafici delle potenze al pantografo richieste dal Treno Tipo sulle due linee per entrambe i sensi di marcia.



Bereich: Umweltplanung

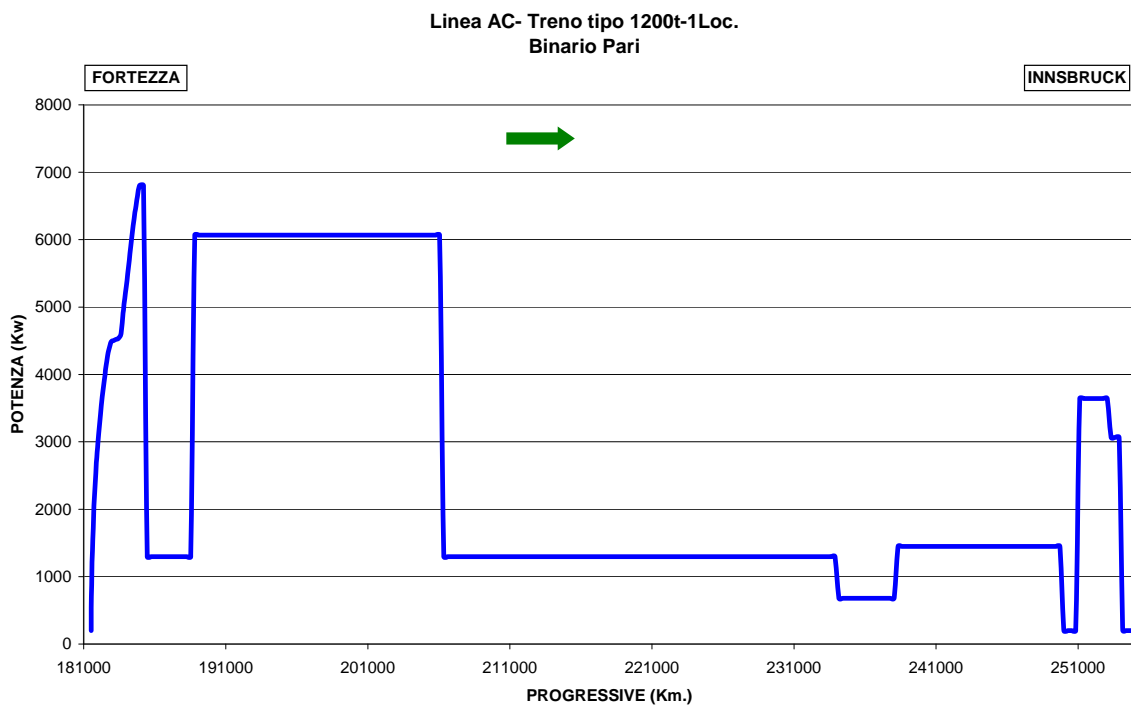
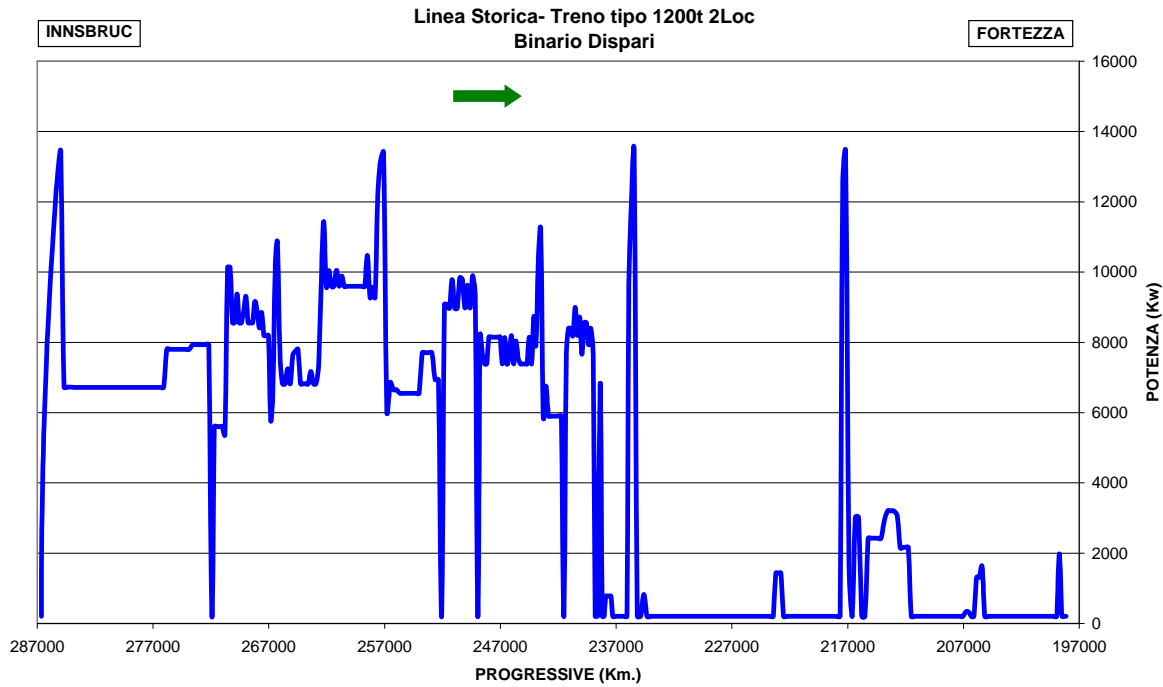
Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità



Bereich: Umweltplanung

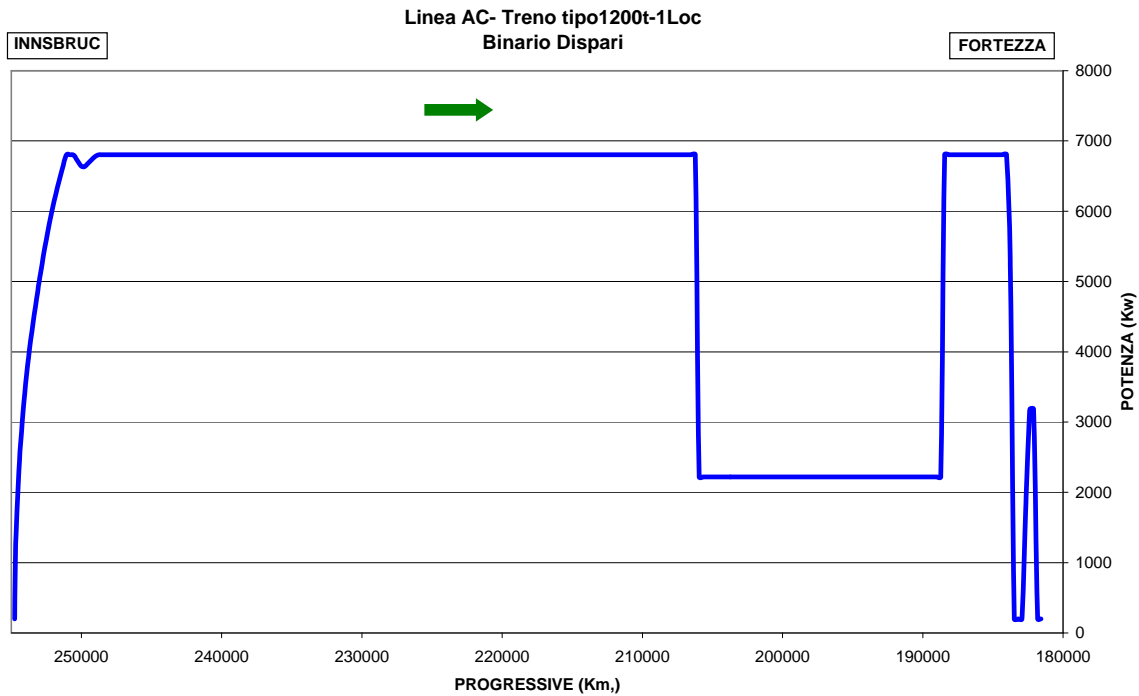
Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità



Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

## 15.1. Energiebedarf

### 15.1.1. Szenarium Güterminimum

Das von der PROGTRANS-Studie für dieses Szenarium vorgesehene Gütertransportaufkommen ist:

19,5 Millionen <sub>Netto</sub> Tonnen/Jahr

Dieses Szenarium bezieht sich auf die Hypothese der nicht realisierten HL-Strecke und somit des zur Gänze auf der alten Strecke verlaufenden Verkehrs.

Das vorgesehene Güteraufkommen (19,5 Millionen <sub>Netto</sub> Tonnen/Jahr) ist mit **32.750** Standard-Zügen AS (1.200 <sub>Brutto</sub> Tonnen, Doppeltraktion) transportierbar.

Gemäß den Kriterien der Verkehrsaufteilung auf beide Achsen, wie vorhin dargelegt, verkehren in einem Jahr 18.250 Gleis 1 Züge und 14.500 Gleis 2 Züge.

Im Falle des auf 250 Tage/Jahr aufgeteilten Verkehrs betragen die Daten an einem Tag:

## 15.1. Fabbisogno energia

### 15.1.1. Scenario Minimo Merci

Il volumi di merci trasportate previsto dallo studio PROGTRANS per questo scenario è:

19,5 milioni di ton<sub>nette</sub>/anno

Questo scenario è basato sulla ipotesi che la linea AC non venga realizzata e quindi tutto il traffico è stradato sulla linea storica.

Il volume di merci previsto (19,5 milioni di ton<sub>nette</sub>/anno) è trasportabile con **32.750** Treni Tipo LS (1.200 Tonn<sub>Lorde</sub>, Doppia Trazione).

Secondo i criteri di ripartizione del traffico sulle due direttrici, precedentemente illustrati, in un anno 18.250 sono i Treni Dispari e 14.500 i treni Pari.

Ipotizzando il traffico ripartito su 250 giorni/anno, in una giornata si ha:

Scenario Minimo: 19,5 milioni di Tonn/anno su Linea Storica per Tratta Fortezza-Innsbruck											km		89			
Treno	v max (Km/h)	Consumo LS		Tonn lorde	LORDE Trainate	DISPARI				PARI						
		PARI	DISPARI			n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno			
TP LS	100	4.359	5.023	1.200	1.020	73	87.600	43.581	366.679	58	69.600	34.626	252.822			
totale merci giorno						LORDE	157.200	NETTE	78.207							
totale merci anno						39.300.000			19.551.750							
ENERGIA AL PANTOGRAFO GIORNO					kWh	619.501										
ENERGIA AL PANTOGRAFO ANNO					kWh	154.875.250			ENERGIA SPEC		kWh/tonn	7,9213				
					ENERGIA SPEC a km									kWh/tonn*km	0,0890	
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA					DISPARI	8,4137	kWh/tonn <sub>NETTE</sub>	0,0945	kWh/tonn*km							
					PARI	7,3015	kWh/tonn <sub>NETTE</sub>	0,0820	kWh/tonn*km							
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE					0,92											
ENERGIA ELETTRICA GIORNO					kWh	673.371										
ENERGIA ELETTRICA ANNO					kWh	168.342.663			ENERGIA ELETTRICA SPEC		kWh/tonn	8,6101				
					ENERGIA ELETTR. SPEC a km									kWh/tonn*km	0,0967	

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

### 15.1.2. Szenarium Personenminimum

Im Minimumszenarium wurde eine Entwicklung des Personenverkehrs gemäß BBT-Programm angenommen, also mit Verkehr aller vom Programm vorgesehenen Züge auf der alten Strecke.

Die Situation des Verbrauchs und der spezifischen Energie, bezogen auf den Zug\*km, ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

### 15.1.2. Scenario Minimo Viaggiatori

Nello scenario minimo si è supposto che lo sviluppo del traffico viaggiatori sia rispondente al programma BBT, per cui tutti i Treni previsti dal programma sono considerati istradati sulla Linea Storica.

La situazione dei consumi e dell'Energia specifica rapportata al Treno\*km è riportata nella seguente Tabella.

**Tabella 3: Treni Viaggiatori da Programma BBT tutti su LS da Fortezza a Innsbruck /  
Tabelle 4: Personenzüge gemäß BBT-Programm zur Gänze auf AS von Franzensfeste bis Innsbruck**

Scenario Minimo: Treni viaggiatori da programma BBT TUTTO su LS					km	89		
Treno	v max (Km/h)	Consumo LS		Tonn lorde	DISPARI		PARI	
		PARI	DISPARI		n° treni	consumo giorno	n° treni	consumo giorno
ICE1	200	1692	1925	435	5	9625	5	8460
ICE2	200	2988	3453	870	2	6906	2	5976
ICE3	200	2313	2654	642	6	15924	0	0
ICE4	200	2313	2654	642	0	0	6	13878
EC1	160	1930	2207	515	8	17656	0	0
EC2	160	1930	2207	515	0	0	8	15440
EN1	160	1930	2207	515	2	4414	0	0
EN2	160	1930	2207	515	0	0	2	3860
IC1	160	1256	1409	288	2	2818	0	0
IC2	160	1256	1409	288	0	0	2	2512
IC3	160	2269	2608	629	3	7824	0	0
IC4	160	2269	2608	629	0	0	3	6807
R1	120	1238	1388	282	19	26372	0	0
R2	120	1238	1388	282	0	0	19	23522
<b>Totale Viaggiatori</b>					<b>47</b>	<b>91539</b>	<b>47</b>	<b>80455</b>
ENERGIA GIORNO		kWh	171.994		x	360		giorni anno
ENERGIA ANNO		kWh	<b>61.917.840</b>		ENERGIA SPEC		kWh/treno	<b>1.829,72</b>
					ENERGIA SPEC a km		kWh/treno*km	<b>20,5587</b>
<b>ENERGIA MECCANICA SPECIFICA</b>			DISPARI	<b>1.947,64</b>	kWh/treno	<b>21,8836</b>	kWh/treno*km	
			PARI	<b>1.711,81</b>	kWh/treno	<b>19,2338</b>	kWh/tonn*km	
<b>RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE</b>					<b>0,92</b>			
ENERGIA ELETTRICA GIORNO		kWh	<b>186.950</b>					
ENERGIA ELETTRICA ANNO		kWh	<b>67.302.000</b>					
ENERGIA ELETTRICA SPEC		kWh/Treno	<b>1.988,83</b>					
ENERGIA ELETTR. SPEC a km		kWh/Treno*km	<b>22,35</b>					

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

### 15.1.3. Minimumszenarium - Personen-/Güterverkehr

Die Ergebnisse der beiden Fälle zusammen liefern die Daten über den **Bedarf an mechanischer Energie** und daraus den Bedarf an elektrischer Energie für das Minimumszenarium.

Für die Berechnung der elektrischen Energie wurde ein konstanter Wirkungsgrad des Bahnstromsystems für alle untersuchten Fälle angenommen, wie im Absatz 9 (**Aufgenommene elektrische Energie**) angegeben.

### 15.1.3. Scenario Minimo – Traffico Viaggiatori Merci

L'insieme dei risultati dei due casi fornisce il dato sul **Fabbisogno di Energia** meccanica e da questa quella elettrica per lo scenario minimo.

Per la determinazione dell'energia elettrica si è assunto che il rendimento del sistema elettrico sia costante in tutti i casi esaminati e pari a quanto indicato al paragrafo 9 (**Energia elettrica assorbita**).

<b>Scenario Minimo: Traffico Merci (19,5 milioni di Tonn/anno) e Traffico Viaggiatori (94 Treni/giorno) su Linea Storica</b>		
ENERGIA GIORNO	kWh	791.495
ENERGIA ANNO	kWh	216.793.090
<b>RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE</b>		<b>0,92</b>
ENERGIA ELETTRICA GIORNO	kWh	860.321
ENERGIA ELETTRICA ANNO	kWh	235.644.663

Aus diesem Szenarium kann der Energiebedarf für jede weitere Gütertransportzunahme unter Bezugnahme auf die folgenden Parameter bestimmt werden:

- kWh/ Tonnen\*km
- kWh / BruttoTonnen\*km
- kWh / NettoTonnen\*km

für die Güterzüge und

- kWh/ Zug
- kWh/ Zug\*km

für die Personenzüge.

### 15.2. Konsensszenarium

Das Konsensszenarium (**36,2 Millionen Tonnen/Jahr**) setzt den viergleisigen Ausbau der gesamten Achse voraus und wird anhand zweier Hypothesen für den Güterverkehr analysiert:

1. Verkehr zur Gänze auf HL-Strecke
2. Verkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm.

Da questo scenario è possibile determinare il fabbisogno di energia di ogni ulteriore incremento di merci trasportate istadate facendo riferimento ai parametri

- kwh/ ton\*km
- kwh / ton<sub>Lorde</sub>\*km
- kwh / ton<sub>Nette</sub>\*km

per i Treni Merci e a

- kwh/ treno
- kwh/ treno\*km

per i Treni Passeggeri.

### 15.2. Scenario Consenso

Lo scenario Consenso (**36,2 milioni di Tonn/anno**) presuppone la realizzazione del quadruplicamento dell'intera direttrice, e viene analizzato facendo due ipotesi per il traffico merci

1. Traffico tutto su Linea AC
2. Traffico ripartito allo stesso modo di quanto



Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

previsto nel programma BBT.

### 15.2.1. Güterverkehr zur Gänze auf HL-Strecke

Im „Konsensszenarium“ ist der Verkehr von 36,2 Millionen Tonnen/Jahr vorgesehen: Dieses Verkehrsaufkommen kann auf der HL-Strecke vollkommen bewältigt werden, weshalb eine erste Analyse, bezogen auf den Verkehr aller Güterzüge auf der neuen Strecke, durchgeführt wurde.

Die Anzahl der nötigen Züge für die Verlagerung der Güter und die Aufteilung zwischen Gleis 2 Züge und Gleis 1 Züge wurden mit den vorher dargelegten Kriterien ermittelt, und zwar:

- Anz. der nötigen Standard-Züge in einem Jahr: 54.500, davon
  - 30.500 Züge Gleis 1 (56%)
  - 24.000 Züge Gleis 2 (44%)

Die Ergebnisse für einen Verkehrstag, bemessen nach einem 250-Tage-Betrieb, sind in der nachstehenden Tabelle zusammengefasst:

### 15.2.1. Traffico Merci Tutto su linea AC

Nello scenario “Consenso” è prevista la movimentazione di 36,2 milioni di Tonn/anno: tale volume di traffico è perfettamente sostenibile dalla Linea AC, per cui una prima Analisi è stata fatta ipotizzando l'istadamento di tutti i treni merci sulla nuova linea.

Il numero di treni necessari per la movimentazione delle merci, e la ripartizione tra Treni Pari e Treni Dispari è stato individuato con i criteri precedentemente illustrati, in particolare:

- N° di Treni Tipo necessari in un anno: 54.500 di cui
  - 30.500 Treni Dispari (56 %)
  - 24.000 Treni Pari (44 %)

I risultati, per una giornata di traffico con l'esercizio strutturato su 250 giornate, sono sintetizzati nella seguente Tabella:

Tabella 5 / Tabelle 3

Scenario CONSENSO: 36,2 milioni di Tonn/anno su Linea AC											km			72	
Treno	v max (km/h)	Consumo AC			Tonn lordo	LORDE Trainate	Tonn nette	DISPARI				PARI			
		PARI	DISPARI					n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno
TP AC	100	2.049	4.159		1.200	1.110	664	122	146.400	81.008	507.398	96	115.200	63.744	196.704
totale merci giorno								LORDE	261.600	NETTE	144.752				
totale merci anno									65.400.000		36.188.000				
ENERGIA AL PANTOGRAFO GIORNO				kWh	704.102										
ENERGIA AL PANTOGRAFO ANNO				kWh	176.025.500			ENERGIA SPEC	kWh/tonn <sub>NETTA</sub>	4,8642					
								ENERGIA SPEC a km	kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km	0,0676					
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA		DISPARI	6,2636		kWh/tonn	0,0870		kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km							
		PARI	3,0858		kWh/tonn	0,0429		kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km							
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE				0,985											
ENERGIA ELETTRICA GIORNO				kWh	714.824										
ENERGIA ELETTRICA ANNO				kWh	178.706.091			ENERGIA ELETTRICA SPEC	kWh/tonn <sub>NETTA</sub>	4,9383					
								ENERGIA ELETTR. SPEC a km	kWh/tonn <sub>NETTA</sub> *km	0,0686					

### 15.2.2. Güterverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm

Diese Hypothese sieht die Aufteilung der transportierten Gütermenge zwischen alter Strecke und HL-Strecke nach dem Aufteilungsprozentsatz des BBT-Programms vor, nach welchem von den

### 15.2.2. Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT

In questa ipotesi si suppone che la quantità di merci movimentate sia ripartita tra Linea storica e Linea AC nella stessa percentuale di ripartizione prevista dal programma BBT secondo il quale delle **144.752**

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

144.752 Netto Tonnen an einem Tag transportierte Güter 118.697 Netto Tonnen (82%) auf der HL-Strecke verkehren, und die restlichen 26.055 Netto Tonnen (18%) auf der alten Strecke. Auf der Grundlage dieser Aufteilung ergibt sich die in den folgenden beiden Tabellen dargestellte Situation.

Tonn<sub>nette</sub> di merci trasportate in un giorno, 118.697 Tonn<sub>nette</sub> (82%) sono istradate sulla Linea AC e le rimanenti 26.055 Tonn<sub>nette</sub> (18%) sulla Linea storica. Sulla base di questa ripartizione si ha la situazione rappresentata nelle due tabelle seguenti.

SCENARIO CONSENSO: Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT tra Linea AC e Linea Storica								
Traffico su LINEA STORICA							km	89
Treno	v max (Km/h)	Consumo LS		Tonn lorde	LORDE Trainate	Tonn nette		
		PARI	DISPARI					
TP LS	100	4.359	5.023	1.200	1.020	597		
DISPARI				PARI				
n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	
25	30.000	14.925	125.575	19	22.800	11.343	82.821	
25	30.000	14.925	125.575	19	22.800	11.343	82.821	
totale merci giorno su LS			LORDE	52.800	NETTE	26.268		
totale merci anno su LS				13.200.000		6.567.000		
En.Pantog. Giorno su LS			kWh	208.396				
En.Pantog. Anno su LS			kWh	52.099.000				
ENERGIA SPEC			kWh/tonn	7.9335				
ENERGIA SPEC a km			kWh/tonn*km	0,0891				
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA				DISPARI	8.414	kWh/tonn	0,0945	kWh/tonn*km
				PARI	7,301507538	kWh/tonn	0,0820	kWh/tonn*km
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE					0,92			
ENERGIA ELETTRICA GIORNO					226.517	kWh		
ENERGIA ELETTRICA ANNO					56.629.348	kWh		
ENERGIA ELETTRICA SPEC					8,6233	kWh/Tonn <sub>NETTE</sub>		
ENERGIA ELETTRICA SPEC x km					0,09689	kWh/tonn*km		

SCENARIO CONSENSO: Traffico Merci Ripartito secondo Programma BBT tra Linea AC e Linea Storica								
Traffico su LINEA AC							km	72
Treno	v max (Km/h)	Consumo AC		Tonn lorde	LORDE Trainate	Tonn nette		
		PARI	DISPARI					
TP AC	100	2.049	4.159	1.200	1.110	664		
DISPARI				PARI				
n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	n° treni	LORDE TRASP	NETTE TRASP	consumo giorno	
100	120.000	66.400	415.900	79	94.800	52.456	161.871	
100	120.000	66.400	415.900	79	94.800	52.456	161.871	
totale merci giorno su AC			LORDE	214.800	NETTE	118.856		
totale merci anno su AC				53.700.000		29.714.000		
En.Pantog. Giorno su LS			kWh	577.771				
En.Pantog. Anno su LS			kWh	144.442.750				
ENERGIA SPEC			kWh/tonn	4.8611				
ENERGIA SPEC a km			kWh/tonn*km	0,0675				
ENERGIA MECCANICA SPECIFICA				DISPARI	6,264	kWh/tonn	0,0870	kWh/tonn*km
				PARI	3,085843373	kWh/tonn	0,0429	kWh/tonn*km
RENDIMENTO DEL SISTEMA DI TRAZIONE					0,985			
ENERGIA ELETTRICA GIORNO					586.570	kWh		
ENERGIA ELETTRICA ANNO					146.642.386	kWh		
ENERGIA ELETTRICA SPEC					4,9351	kWh/Tonn <sub>NETTE</sub>		
ENERGIA ELETTRICA SPEC x km					0,06854	kWh/tonn*km		

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

### 15.2.3. Personenverkehrsaufteilung gemäß BBT-Programm

Für den Personenverkehr wurde eine vollständige Anwendung des BBT-Programms angenommen und bewertet, mit 42 auf der HL-Strecke und 52 auf der alten Strecke verkehrenden Zügen.

Die auf der alten Strecke verkehrenden Züge umfassen die Regionalzüge, welche sicherlich nicht die gesamte Route zurücklegen; es wurde aber angenommen, dass die von den verschiedenen Regionalzügen insgesamt zurückgelegten Fahrten in den Einzugsbecken der Achse der Anzahl der Regionalzüge auf der gesamten Route gleichkommen.

Die Ergebnisse der Untersuchung, bezogen auf den Tages- und Jahresbedarf für einen 360-Tage-Betrieb, sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

### 15.2.3. Traffico Passeggeri ripartito secondo programma BBT

Per quanto attiene il traffico viaggiatori si è supposto e valutato che trovi piena attuazione il Programma BBT, con l'istadamento di 42 treni sulla Linea AC e 52 sulla Linea Storica.

Tra i treni istradati sulla Linea Storica sono compresi i regionali che sicuramente non coprono l'intero itinerario, ma si è supposto che l'insieme di percorrenza dei diversi Treni Regionali, nell'ambito dei bacini di utenza che caratterizzano la direttrice, equivalgano al numero di treni regionali considerati sull'intero itinerario.

I risultati dello Studio in termini di fabbisogno giornaliero e annuale per l'esercizio strutturato su 360 giornate sono sintetizzati nella seguente Tabella:

SCENARIO CONSENSO: Traffico Viaggiatori come da Programma BBT (Fortezza-Innsbruck)														
tipo	v max (Km/h)	PARI	DISPARI	PARI	DISPARI	tonn lorde	LINEA STORICA km 89				NUOVA LINEA km 72			
		Consumo LS (kWh)		Consumo AC (kWh)			DISPARI		PARI		DISPARI		PARI	
		n° treni	Consumo giorno (kWh)	n° treni	Consumo giorno (kWh)		n° treni	Consumo giorno (kWh)	n° treni	Consumo giorno (kWh)	n° treni	Consumo giorno (kWh)		
ICE1	200	1692	1925	968	1713	435	0	0	0	0	5	8565	5	4840
ICE2	200	2988	3453	1771	3258	870	0	0	0	0	2	6516	2	3542
ICE3	200	2313	2654	1353	2451	642	0	0	0	0	6	14706	0	0
ICE4	200	2313	2654	1353	2451	642	0	0	0	0	0	0	6	8118
EC1	160	1930	2207	756	1571	515	0	0	0	0	8	12568	0	0
EC2	160	1930	2207	756	1571	515	0	0	0	0	0	0	8	6048
EN1	160	1930	2207	756	1571	515	2	4414	0	0	0	0	0	0
EN2	160	1930	2207	756	1571	515	0	0	2	3860	0	0	0	0
IC1	160	1256	1409	505	961	288	2	2818	0	0	0	0	0	0
IC2	160	1256	1409	505	961	288	0	0	2	2512	0	0	0	0
IC3	160	2269	2608	882	1878	629	3	7824	0	0	0	0	0	0
IC4	160	2269	2608	882	1878	629	0	0	3	6807	0	0	0	0
R1	120	1238	1388	499	945	282	19	26372	0	0	0	0	0	0
R2	120	1238	1388	499	945	282	0	0	19	23522	0	0	0	0
Totale Viaggiatori							26	41.428	26	36.701	21	42.355	21	22.548

		LS	AC	
ENERGIA GIORNO	kWh	78.129	64.903	x 360 giorni/anno
ENERGIA ANNO	kWh	28.126.440	23.365.080	
ENDIMENTO SISTEMA DI TRAZIONI		0,92	0,985	
EN. ELETTR. GIORNO	kWh	84.923	65.891	
EN. ELETTR. ANNO	kWh	30.572.217	23.720.893	
		LS	AC	
EN. MECCANICA SPECIF. (Treno)	kWh/treno	DISPARI 1,593	2,017	
	kWh/treno	PARI 1,412	1,074	
EN. MECCANICA SPECIF. (Treno*km)	kWh/treno*km	DISPARI 17,90	28,01	
	kWh/treno*km	PARI 15,86	14,91	
EN. ELETTRICA SPECIF. (Treno)	kWh/treno	DISPARI 19,46	28,44	
	kWh/treno	PARI 17,24	15,14	
EN. ELETTRICA SPECIF. (Treno*km)	kWh/treno*km	DISPARI 0,22	0,39	
	kWh/treno*km	PARI 0,19	0,21	

Die Energievorteile für den Personenverkehr werden verglichen, indem die Daten der obigen Tabelle jenen der Tabelle 2 des Absatzes 15.1.2, Szenarium

La comparazione dei vantaggi energetici per il traffico viaggiatori va eseguita confrontando i dati della sovrastante tabella con gli analoghi della tabella 2 del

Bereich: Umweltplanung

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Settore: Progettazione ambientale

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

**Personenminimum**, gegenüber gestellt werden, da sich diese auf dieselben Züge beziehen. Aus diesem Vergleich geht hervor, dass unter Anwendung der neuen HL-Strecke die Energieeinsparung **über 16%** (16,84%) ausmacht.

parag. **15.1.2, Scenario minimo viaggiatori**, essendo riferiti agli stessi treni. Da tale confronto risulta che, con l'utilizzo della Nuova Linea AC, il risparmio energetico è di **oltre 16%** (16,84 %).

## 16. VERGLEICH DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ein Vergleich der Ergebnisse in den durchgeführten Bewertungen und Berechnungen, bezogen auf den Standard-Zug, kann nicht vorgenommen werden, indem die verschiedenen untersuchten Fälle einander gegenüber gestellt werden, wie es im ersten Teil der Studie der Fall war, wo der Energiebedarf für zwar unterschiedliche infrastrukturelle Szenarien, jedoch mit derselben Anzahl von Zügen, nämlich der vom BBT-Programm vorgesehenen, ermittelt wurde.

In diesem Fall stützt die Vergleichsmethodik auf den für den Güterverkehr typischen Größen, nämlich:

- **kWh/ <sub>Brutto</sub>Tonne**
- **kWh / <sub>Netto</sub>Tonne**

Der Parameter **kwh / <sub>Netto</sub>Tonne\*km** ist, wenngleich er für alle untersuchten Fälle berechnet wurde, nicht vergleichbar, weil es sich um einen Vergleich zwischen zwei Strecken unterschiedlicher Länge handelt.

Das grundlegende Element für einen Vergleich liegt also in der Gegenüberstellung des spezifischen Verbrauchs pro mit den beiden Standard-Zügen transportierte Gütertonne, der in den Tabellen des Absatzes 15.15, Tabelle 1: **SPEZIFISCHE ENERGIEN STANDARD-ZÜGE**, enthalten ist und in der folgenden Tabelle zusammengefasst wird.

## 16. COMPARAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

La comparazione dei risultati nelle valutazioni fatte prevedendo l'impiego del Treno Tipo non può essere fatta confrontando i diversi casi esaminati, come avvenuto nella prima parte dello Studio ove venivano determinati i fabbisogni di energia per scenari infrastrutturali diversi ma tutti basati sullo stesso numero di Treni, quello del Programma BBT.

In questo caso il metodo di confronto è basato sulle grandezze caratteristiche del trasporto Merci, e cioè

- **kwh/ ton<sub>Lorda</sub>**
- **kwh / ton<sub>Netta</sub>**

Il parametro **kwh / ton<sub>Netta</sub>\*km**, pur se calcolato per tutti i casi esaminati, non è confrontabile trattandosi del confronto tra due linee di diversa lunghezza.

L'elemento sostanziale per il confronto sta quindi nella comparazione dei Consumi specifici per tonnellata di merci trasportata con i due treni Tipo, indicati nelle Tabelle del paragrafo 15.15: **Tabella 1: ENERGIE SPECIFICHE TRENI TIPO**, sintetizzati nella seguente tabella.

Bereich: Umweltplanung

Settore: Progettazione ambientale

Gegenstand: Bewertung des Energieverbrauchs auf der Brennerstrecke unter Anwendung eines Simulationsmodells

Oggetto: Valutazione dei consumi energetici lungo la linea del Brennero mediante l'uso di un modello di simulazione

Titel: Vergleich des Energieverbrauchs zwischen alter Strecke und Hochleistungsstrecke

Titolo: Comparazione consumi energetici tra linea storica e linea ad alta capacità

**Tabella 6: Energia Specifica nei diversi casi esaminati /  
Tabelle 7: Spezifische Energie in den einzelnen untersuchten Fällen**

**(kWh/tonnNETTE) / (kWh/NETTOTonnen)**

BINARIO	SCENARIO MINIMO	SCENARIO CONSENSO	
	19,5 Mtonn/Anno su LS	36,2 Mtonn/Anno	
		RIPARTITO	SOLO AC
PARI	7,3015	3,8354	3,0858
DISPARI	8,4137	6,6582	6,2636
<b>COMPLESSIVA</b>	<b>7,9213</b>	<b>5,4172</b>	<b>4,8642</b>

Das bedeutendste Ergebnis bezieht sich auf den Parameter **kwh / Netto Tonne**, aus dessen Analyse hervorgeht, dass der Verkehr einer Tonne Güter auf der HL-Strecke im Vergleich zum Verkehr auf der alten Strecke eine Einsparung an mechanischer Energie von über **38%** und eine Einsparung an **elektrischer Energie** von über **40%** erzielen lässt.

Il dato più significativo è rappresentato dal parametro **kwh / tonNetta** dalla cui analisi risulta che l'istadamento di una Tonnellata di merci sulla Linea AC rispetto all'istadamento sulla Linea Storica fa conseguire un risparmio energetico di oltre il **38%**, in energia meccanica, e di oltre il **40%** di **energia elettrica**.