
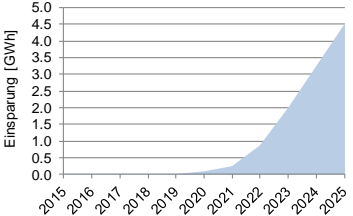


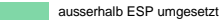


|  |   |                                 |
|--|---|---------------------------------|
| Im Stromrichter werden die bisherigen GTO-Schaltelemente mit den moderneren und energieeffizienteren IGBT-Modulen ersetzt. |   | Systemverantwortung: L. Bilgery |
| Dokumente: Potenzial   Modellierung  | <b>Stossrichtung:</b> Energieeffiziente Komponenten  | Kontakt ESP: U. Kramer          |

|  |  |
|--|--|
| <h3>Ausgangslage und IST-Zustand <span style="float: right;">1</span></h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Heutige Lokomotiven und Triebzüge basieren auf der sogenannten Drehstrom-Technik: Via Transformator und Gleichrichter wird ein DC-Zwischenkreis durch die Fahrleitung gespiesen. Mit der Energie aus dem Zwischenkreis werden die Drehstrom-Fahrmotoren durch eine stufenlosen Regulierung von Spannung und Frequenz angesteuert.</li> <li>➔ Diese Steuerung passiert im Stromrichter, die leistungselektronischen Bauteile schalten aus dem Gleichstrom des Zwischenkreises den gewünschten Wechselstrom. Bei Fahrzeuge mit Baujahr vor 2000 wurden GTO-Thyristoren im Stromrichter verwendet.</li> </ul> | <h3>Randbedingungen &amp; Einschränkungen <span style="float: right;">4</span></h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Als Annahmen für die Modellierung der Einsparungen und der Wirtschaftlichkeit dienen die Angaben der Re460: Gemäss KL-Vorlage geht man von einem Stromrichterpreis von xyz CHF pro Stück aus, skaliert auf ein MW Traktionsleistung ergibt dies xyz CHF / MW. Die Einsparungen werden mit 6% angenommen.</li> <li>➔ Die Umrüstung der übrigen Flotten bedingt neben den reinen Materialkosten auch Engineeringkosten</li> <li>➔ Die Verbesserungen im Obsoleszenzmanagement und allfällig höhere Verfügbarkeiten sind in der Wirtschaftlichkeitsrechnung nicht berücksichtigt.</li> </ul> |
| <h3>Energieoptimales Szenario <span style="float: right;">2</span></h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Durch Fortschritte in der Leistungselektronik kamen die energieeffizienteren IGBT-Module für den Stromrichter ab dem Jahr 2000 auf den Markt. Neuere Fahrzeuge wie beispielsweise FLIRT oder DTZ sind daher bereits mit IGBT-Stromrichtern bestückt.</li> <li>➔ IGBT-Schaltmodule weisen gegenüber GTO-Module etwas kleinere Schaltwiderstände auf. Die Berechnungen von verschiedenen Herstellern weisen deshalb Einsparungen von 4% bis 8% auf (unter sonst identischen Bedingungen und gleichen Fahrprofilen).</li> </ul>  | <h3>Potenzialschätzung +/-50% <span style="float: right;">5</span></h3> <p>➔ <b>technisches Potenzial:</b><br/>8.9 - 10.9 GWh</p> <p>➔ <b>wirtschaftliches Potenzial:</b><br/>-</p> <p>bereits erfasst: -<br/>davon neu: -</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Modellierung Energie:</b> mittlere Genauigkeit</p> <p><b>Kostenschätzung:</b> mittlere Genauigkeit</p> <p><b>Innovation:</b> hoch</p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>  |
| <h3>Potenzial auf Flotten <span style="float: right;">3</span></h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ Modernere Fahrzeuge mit Baujahr ab 2000 sind bereits mit IGBT-Modulen ausgerüstet, die Re460-Lokomotiven werden im Rahmen ihres R3-Refits mit IGBT-Stromrichtern ausgerüstet.</li> <li>➔ Die Umrichter der Fahrzeuge ICN und der Re450 basieren noch auf GTO-Technologie. Ein Umrüstung wäre technisch zwar machbar, ein Ersatz rein aus Energieeffizienzgründen aber nicht wirtschaftlich.</li> </ul>  | <h3>Bild</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Die bisherigen GTO-Schaltelemente des Stromrichters werden durch IGBT-Module (Insulated Gate Bipolar Transistor, Abbildung links) ersetzt.</p>  |

|       |       |       |     |         |        |    |       |       |             |     |       |     |        |      |     |     |
|-------|-------|-------|-----|---------|--------|----|-------|-------|-------------|-----|-------|-----|--------|------|-----|-----|
| Re460 | Re450 | Re420 | ICN | ETR 610 | IC2000 | EC | IC Bt | EW IV | Regio-Dosto | DTZ | FLIRT | GTW | Domino | DPZ+ | NDW | HVZ |
|-------|-------|-------|-----|---------|--------|----|-------|-------|-------------|-----|-------|-----|--------|------|-----|-----|

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|  techn. Potenzial |  wirtschaft. Potenzial |  bereits in ESP erfasst |  ausserhalb ESP umgesetzt |  kein Potential berücksichtigt |
|---|---|--|--|--|