

# Sichere Netze, damit die Züge weiterrollen



Die SBB ist gemäss Eisenbahngesetz (EBG) für den Betrieb der Infrastruktur verantwortlich. Zuständig für die Energieversorgung innerhalb der SBB-Infrastruktur ist der Bereich Energie (EN). EN ist verantwortlich für acht Kraftwerke, fünf Frequenzumformer, zwei Netzkupplungen mit der Deutschen Bahn (DB) sowie 63 Unterwerke und 1800 km Übertragungsleitung.

**Am Abend des 22. Juni 2005 ereignete sich bei den SBB eine netzweite Strompanne, die fast den gesamten Zugverkehr der SBB und vieler anderer Bahnen während gut drei Stunden zum Erliegen brachte. Es handelte sich um die bisher grösste Betriebspanne der Schweizer Bahnen. Entsprechend sorgte sie weit über die Landesgrenzen hinaus für Aufsehen.**

Ausgangspunkt der Strompanne am späteren Nachmittag des 22. Juni 2005 waren falsche Angaben in der Anlagendokumentation. Diese falsche Kapazitätsannahme für die Leitung

Amsteg-Rotkreuz führte dazu, dass die gesamten, ansonsten korrekten Planungen auf zu hohen Kapazitätswerten in der Anlagendokumentation basierten und die Instrumente zur Risikominderung ihre Wirkung verfehlten. Im Briefing für die Produktionsplanung wurden aus dem gleichen Grund die Risiken bei verschiedenen Ausfallszenarien nirgends als kritisch beurteilt. Demzufolge unterblieben entsprechende Vorsorgemassnahmen.

## Ausgangslage

Am 22. Juni 2005 waren eine Maschine in Châtelard und zwei Maschinen im Etselwerk

sowie eine im Frequenzumformerwerk Kerzers wegen Reparaturen oder Revisionsarbeiten ausgeschaltet. Alle anderen Produktionsanlagen waren verfügbar.

Von den Übertragungsleitungen waren abgesehen von der Leitung Amsteg/Wassen-Steinen (wegen Bauarbeiten am Nachmittag des 22. Juni) und Bussigny-Genève-Rigot (wegen eines defekten Kabels) alle eingeschaltet.

Die besondere Lage im Kanton Uri bestand darin, dass am Nachmittag des 22. Juni 2005 direkt unter der Leitung Amsteg/Wassen-Steinen Rammarbeiten an einer Baustel-

le durchgeführt werden mussten. Um die Bauarbeiter nicht zu gefährden, musste die Leitung ausgeschaltet werden. Damit stand aus dem Gotthardgebiet in das Mittelland nur noch die Leitung von Amsteg nach Rotkreuz mit einer Übertragungskapazität gemäss damaliger Dokumentation von 240 MW zur Verfügung. Später stellte sich diese Annahme als Irrtum heraus. Was war vorausgegangen?

Wie üblich, hatte auch am 22. Juni ein morgendliches Tages-Briefing zur Lagebeurteilung stattgefunden. Dabei stellte das Team explizit fest, dass die Situation zwischen 13.00 und 18.00 Uhr kritisch werden könnte.

## Als Folge einer massiven Überflutung durch Alarmmeldungen ging die Übersicht verloren.

Nach der Überprüfung der Unterlagen wurden die Risiken als beherrschbar eingeschätzt. Folgende Überlegungen führten zu diesem Schluss:

- Erstens verfügte die verbleibende Übertragungsleitung über eine Kapazität von 240 MW, was bei einer vorgesehenen Übertragungsleistung von 170 MW aus dem Raum Gotthard in das Mittelland eine Reserve von 70 MW ergab.
- Zweitens wurde von der Netzführung angeordnet und mit dem Bauunternehmer vereinbart, dass die Baustelle bei Bedarf innert 20 Minuten geräumt und die ausgeschaltete Leitung Amsteg/Wassen–Steinen wieder zugeschaltet werden konnte.

Unter diesen Bedingungen wurde im Briefing entschieden, die Energieprogramme wie geplant umzusetzen.

Die erwähnte Kapazitätsannahme für die Strecke Amsteg–Rotkreuz war falsch, denn es traf nur für die Leitung selbst zu, die Trenner in der Schaltanlage in Rotkreuz waren jedoch lediglich für eine Leistung von 211,2 MW

ausgelegt und somit das schwächste Glied der Übertragungskette. In den Energieprogrammen wurden damit 70 MW als Reserve vorgesehen. In Tat und Wahrheit betrug diese jedoch nur 40 MW.

### Zeitliche Abfolge der Strompanne am 22. Juni 2005

Die Störung selbst wurde um 17.08 Uhr durch eine kurzzeitige Überlastung auf der Leitung Amsteg–Rotkreuz ausgelöst. Sie hatte aufgrund der wegen Bauarbeiten abgeschalteten Leitung Amsteg/Wassen–Steinen als einzige Verbindung den Energieaustausch zwischen der Gotthardregion und den ande-

ren Landesteilen ermöglicht. Das Tessin wies zu diesem Zeitpunkt aufgrund der Energierückspeisung durch talwärts fahrende Züge teilweise negative Lasten auf. Eine dieser sogenannten Rekuperationsstromspitzen reichte zusammen mit den tiefer als erwartet eingestellten Schutzwerten der Leitung Amsteg–Rotkreuz aus, dass die noch in Betrieb stehende Leitung wegen Überlast automatisch ausgeschaltet wurde.

Nach dem automatischen Ausschalten der Leitung Amsteg–Rotkreuz zerfiel das SBB-

Übertragungsnetz in zwei Teile: Uri/Tessin einerseits sowie Deutsch- und Westschweiz andererseits. Im Süden war plötzlich zu viel Leistung vorhanden (siehe Kasten 2). Die Drehzahl der Kraftwerkmaschinen schnellte als Folge der plötzlichen Überproduktion von rund 200 MW über die maximal erlaubte Drehzahl hoch und führte innerhalb von acht Sekunden zu Schutzabschaltungen und damit zum Ausfall der Kraftwerke Ritom und Göschenen sowie des Frequenzumformers in Giubiasco. Die Energieversorgung im Raum Uri/Tessin brach zusammen.

Das plötzliche Abschalten der Übertragungsleitung Amsteg–Rotkreuz hatte zunächst scheinbar keine unmittelbaren Auswirkungen auf den Bahnbetrieb in der Deutsch- und Westschweiz. Die nördlich der Trennstelle fehlende Leistung von rund 200 MW wurde durch den automatischen Leistungsbezug ab dem Netz der Deutschen Bahn und durch das ebenfalls automatische Hochfahren der Produktion der SBB-Kraftwerke Châtelard, Vernayaz und Etzel wettgemacht. Im Bemühen, den Betrieb im Süden wieder hochzufahren, wurden die entsprechenden Alarmmeldungen im Norden nicht wahrgenommen, die darauf hinwiesen, dass die Netzkupplungen für den Energiebezug ab der Nachbarbahn überlastet waren. Um 17.35 Uhr kam es zur Überstromauslösung bei den Netzkupplungen zur Deutschen Bahn, die Maschinen und Frequenzumformer in der Deutsch- und Westschweiz schalteten wegen Überlast bzw. zu hoher Temperaturen automatisch ab. Dies

#### Kein Sicherheitsrisiko, aber grosser Schaden

Ein Sicherheitsrisiko oder eine Gefahr für Reisende und Mitarbeitende bestand zu keinem Zeitpunkt der Panne. Die betrieblichen Auswirkungen hingegen waren gross: Die Strompanne brachte rund 2000 Züge zum Stehen. 200 000 Reisende waren vom Unterbruch direkt betroffen. Der finanzielle Schaden – Ertragsausfälle, Kundenentschädigungen und Mehraufwände – beträgt für die SBB insgesamt rund fünf Millionen Franken. Nicht beziffern lässt sich indes der entstandene Imageverlust, der durch das Ereignis für das Unternehmen entstanden ist.

## Das Grossereignis war die Folge einer Kette von kleinen Störungen.

führte auch im Norden zum Netzzusammenbruch.

Ab 18.45 Uhr konnten die SBB mit dem Wiederaufbau des Energieversorgungsnetzes beginnen. Um aus einem klar definierten Zustand das Netz rasch wieder aufbauen zu können, musste zuerst überall die Last abgetrennt werden. Das Zusammenschalten der Teilnetze und sukzessive Zuschalten der Speisepunkte dauerte rund 90 Minuten, sodass die ersten Personenzüge kurz nach 20.00 Uhr wieder fahren konnten. Ab 21.15 Uhr war das gesamte Hochspannungsnetz über Transformatoren wieder mit dem Fahrleitungsnetz verbunden, damit wieder voll einsatzfähig und stabil in Betrieb. Ab 21.30 Uhr verkehrten die Personenzüge wieder netzweit und auch die ersten Güterzüge konnten weiterfahren.

### Die drei Ursachen der Strompanne

**Erste Ursache** für die Strompanne waren die falschen Anlagedaten zur Transportkapazität der Übertragungsleitung von Amsteg nach Rotkreuz.

**Zweite Ursache** war die fehlende Übersicht und die Unmöglichkeit einer raschen und richtigen Lagebeurteilung als Folge einer Überflutung durch die Alarmmeldungen. In den ersten 60 Minuten löste die Störung rund 18 000 Alarmmeldungen aus, davon 3400 kritische. Die akute Gefährdung des nördlichen Netzteils wurde nicht erkannt. Hätten die Mitarbeiter in der zentralen Leitstelle (ZLS) unmittelbar nach Beginn der Störung den Ernst der Lage in der Deutsch- und Westschweiz erkannt, dann hätten sie genügend Möglichkeiten und Zeit gehabt (rund 20 Minuten), um den Zusammenbruch des Netzes in der Deutsch- und Westschweiz zu verhindern. In den Frequenzumformerwerken Rapperswil, Kerzers und Massaboden hätte der Leistungsfluss der drei laufenden Maschinen, die allesamt Energie vom Bahnstrom- in das 50-Hz-Netz transportierten, innert Sekunden umgedreht werden können. Im Frequenzumformer Seebach arbeitete eine Maschine im Teillastbetrieb. Diese hätte

### Rekuperation durch elektrisch bremsende Lokomotiven

Moderne Lokomotiven wandeln einen Grossteil der kinetischen Energie, die beim Bremsen frei gesetzt wird, wieder in elektrische Energie um und speisen diese in das Fahrleitungsnetz zurück. Wenn gleichzeitig mehrere Züge Energie rekuperieren, kann dies lokal und in Einzelfällen sogar grossräumig im Netz zu einer negativen Last führen. Dies bedeutet, dass die Energieproduktion der bremsenden Züge grösser ist als der Energieverbrauch der übrigen auf dem Netz fahrenden Züge. Dies kann bei einem Inselbetrieb zu erheblichen Problemen im Stromsystem führen und für die Stabilität des Netzbetriebs bedrohliche Ausmasse annehmen.

Die Rekuperation erschwert die Energieeinsatzplanung, da sie, wie der Leistungsbezug der Triebfahrzeuge selbst, als stochastische Grösse behandelt werden muss. Dadurch steigen die Anforderungen an die Netzführung. Durch den Effekt der negativen Lasten unterscheidet sich das Bahnstromnetz wesentlich vom 50-Hz-Landesversorgungsnetz. Eine Verbrauchsstruktur mit wenigen, sehr leistungsstarken und überdies noch beweglichen Verbrauchern, die innerhalb von Sekundenbruchteilen vom Strombezüger zum -erzeuger werden können, kennt man dort nicht.

die ZLS ebenfalls rasch auf Vollast einstellen können. Mit diesen Sofortmassnahmen wäre es möglich gewesen, die Last in der Netzinsel in der Deutsch- und in der Westschweiz auf einen Schlag um 61 MW zu reduzieren und die Produktion um 122 MW zu erhöhen. Das Lastverhältnis hätte sich so insgesamt um 183 MW verändert. Zusammen mit den beiden Kupplungen zur Deutschen Bahn mit einer Leistung von je 75 MW hätte dies bei Weitem ausgereicht, den Ausfall der Produktion aus dem Gotthardgebiet zu kompensieren und die Deutsch- und Westschweiz nachhaltig zu stabilisieren.

**Dritte Ursache** war die fehlende Antizipation eines solchen Grossereignisses als Folge einer Kettenreaktion von Kleinstörungen. Die Möglichkeit einer schweizweiten Bahnstrompanne wurde vor dem 22. Juni 2005 nie als Risiko in Betracht gezogen. Damit fehlten beim Ereigniseintritt auch die entsprechenden Dispositive zum Verhindern oder Eingrenzen der Störung. Der Wiederaufbau des Energienetzes und die Wiederaufnahme des ordentlichen Bahnbetriebs liessen sich dank den im Zusammenhang mit der Einführung von Bahn 2000 erstellten Unterlagen rasch bewältigen. ■

### Deutsche Beratungsfirma untersucht Strompanne

Der Verwaltungsrat der SBB AG hat die in Stuttgart domizilierte «Fichtner Consulting & IT» mit dem externen Gutachten zur SBB-Strompanne vom 22. Juni 2005 beauftragt. Das Audit-Unternehmen soll im Sinne einer «second opinion» Fragen zur Energieversorgung der SBB und zum schweizweiten Stromausfall vom letzten Juni klären. Es wurde zudem beauftragt, eine Analyse der Bahnstromanlagen hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit zu erstellen. Zudem soll auch geprüft werden, weshalb ein solcher Ereignisfall nicht mit den bestehenden Risikomanagement-Instrumenten antizipiert werden konnte. Schliesslich erwartet der Verwaltungsrat der SBB vom Gutachten Aufschluss über die Frage der konkreten Verantwortlichkeiten für die Strompanne vom 22. Juni 2005.