

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 108 (1990)  
**Heft:** 50

**Artikel:** Zur Entwicklung des Taktfahrplans in der Schweiz  
**Autor:** Stähli, Samuel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77586>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Zur Entwicklung des Taktfahrplans in der Schweiz

Warum gerade ein Beitrag zur Fahrplanentwicklung? Die überwiegende Zahl der Veröffentlichungen über das

VON SAMUEL STÄHLI †,  
BERN

Eisenbahnwesen befasst sich mit den Produktionsmitteln, ganz besonders mit den Triebfahrzeugen. So wird etwa dem physikalisch-technischen Wirkungsgrad einer Lokomotive seit Jahrzehnten grösste Aufmerksamkeit geschenkt, wogegen die Untersuchungen zur Hebung ihres «betrieblichen Wirkungsgrades», also ihrer Betriebsproduktivität, vergleichsweise spärlich sind, obwohl dieser zweite Wirkungsgrad von weit grösserer finanzieller Tragweite als der erste ist.

Woher mag diese ungleiche Behandlung rühren? Liegt es daran, dass der Wirkungsgrad einer Maschine zur Grundausbildung der damit befassten Ingenieure gehört, wogegen das Fahrplanwesen – trotz seiner zentralen Bedeutung für ein öffentliches Verkehrsmittel – in keinem dem Autor bekannten Lehrplan erscheint? Es mag an dieser Art der Ausbildung liegen, wenn vielerorts der Fahrplan, dieses Kernstück des Angebots, welches die Eisenbahn ihren vorhandenen und potentiellen Fahrgästen macht, seit langer Zeit, von Jahr zu Jahr mit geringen Änderungen einfach fortgeschrieben wird, ohne dass man die Gewissheit hat, mit diesem Vorgehen den wachsenden Ansprüchen des Publikums gerecht zu werden.

## Angebot - Produktionsplan - Produktionsmittel

Der Fahrplan – was ist das? Hier seien einige Definitionen versucht:

- Der Fahrplan ist ein charakteristisches Merkmal jedes öffentlichen Verkehrsmittels; das individuelle Verkehrsmittel dagegen fährt nicht nach Plan.
- Der Fahrplan ist das Kernstück des Angebots eines öffentlichen Verkehrsmittels.
- Der Fahrplan beschreibt die Bewegung der Fahrzeuge im Raum-Zeit-System.

Es liegt nahe, zwischen Angebot, Produktionsmitteln und Produktionsplan eine Wechselwirkung zu erkennen und diese Elemente in einer Dreiecksbeziehung zueinander darzustellen.

Ein Beispiel für die Wechselwirkung: Setzt man neue Produktionsmittel in Form schnellerer Lokomotiven ein, so ändert sich als Folge davon das Angebot.

Zweites Beispiel: Verändert man den Produktionsplan derart, dass er eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Fahrzeuge ermöglicht, so entsteht daraus eine Fahrplanverdichtung bzw. eine Angebotsverbesserung.

Drittes Beispiel: Das sehr attraktive Angebot von BAHN 2000 entsteht durch den Einsatz neuer Produktionsmittel gemäss einem neuen Produktionsplan.

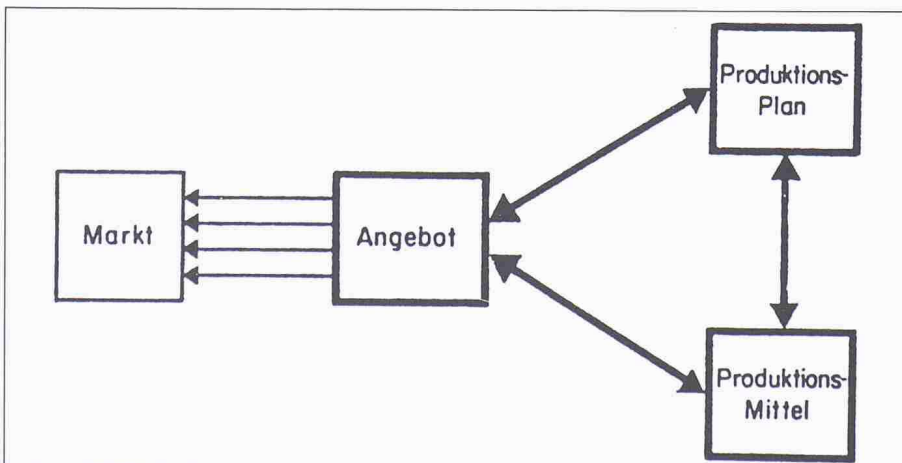


Bild 1. Wechselwirkung zwischen Angebot, Produktionsmitteln und Produktionsplan. Produktionsplan und -mittel sind bestimmend für die Kosten. Das Angebot beeinflusst die Erträge massgeblich, wenn auch nicht allein

## Gesetzmässigkeiten der Taktfahrpläne

### Allgemeines

Merkmal jedes Taktfahrplans ist die stündlich gleiche Wiederholung des Fahrplans im Unterschied zu den sogenannten gewachsenen Fahrplänen mit einer Zyklusdauer von 24 Stunden.

Bei geringerer Verkehrsdichte ist statt des Stunden- auch der Zweistundentakt denkbar, nicht jedoch im Nahverkehr, wo dieses lange Intervall völlig unattraktiv wäre. Hier muss man bei den Produktionsmitteln ansetzen, nämlich durch die Verwendung kleiner Transportgefässe (vgl. Kästchen).

### Symmetrie

Unter den Voraussetzungen

- gleichviele Züge in beiden Richtungen
- gleiche Fahr- und Umsteigezeiten in beiden Richtungen sowie
- einheitliche Fahrordnungen (Zeit-Wege-Linien) der Züge gleicher Gattung

ergibt sich ein vollkommen symmetrischer Fahrplan. Zur Verdeutlichung diene Bild 2; dem darin wiedergegebenen Beispiel liegt ein einstündiger Zyklus zu Grunde, d.h. nach einer Stunde beginnt sich der Fahrplan zu wiederholen. (Bei den herkömmlichen, gewachsenen Fahrplänen dauert ein Zyklus 24 Stunden.)

### Beispiel zur Fahrplansymmetrie

Der Schnellzug von E nach F hält zur Minute 08 in X. Zur Minute 05 ist der Zug von Y nach X eingetroffen; die Übergangszeit zwischen den beiden beträgt 3 Minuten. Der Gegenzug von F nach E bediene X zur Minute 12. Beträgt die Übergangszeit zum Zug nach Y ebenfalls 3 Minuten, so muss letzterer den Bahnhof X um 15 in Richtung Y verlassen. Die Symmetrie zur Minute 10 ist augenfällig.

Die beiden Züge zwischen X und Y kreuzen sich in der zeitlichen Mitte zwischen der Abfahrt des einen von X (15) und der Ankunft des Gegenzuges in X (05 der nächsten Stunde), also zur Minute 40. Der Fahrplan ist offensichtlich auch zur Minute 40 symmetrisch. Diese zweite Symmetriezeit liegt um die halbe Zyklusdauer oder um 30 Minuten von der ersten (10) entfernt.

Der zeitliche Abstand zwischen zwei Symmetrieachsen ist immer gleich dem halben Intervall, also



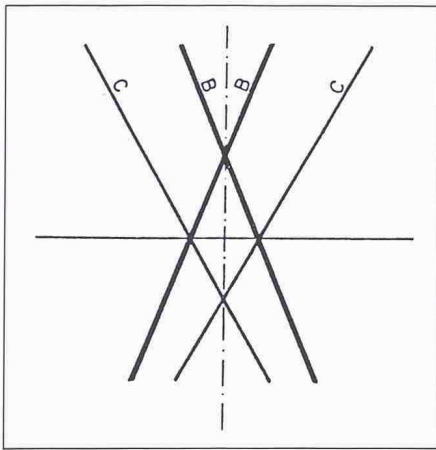


Bild 6. Alle Züge einer Strecke fahren im Takt

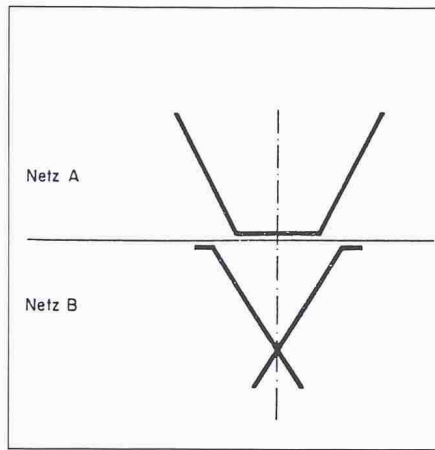


Bild 7. Eine gleiche Symmetriezeit ist eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung zur Abstimmung der Netze A und B

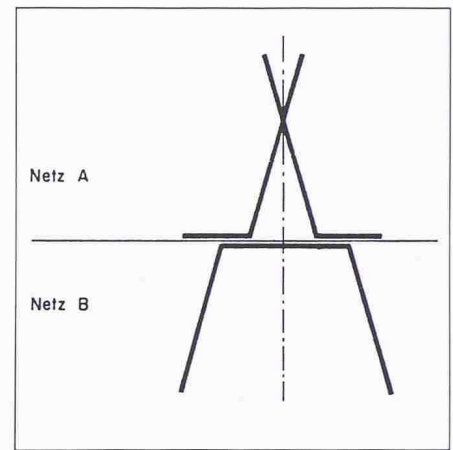


Bild 8. Die Zusatzbedingung lautet: Verschieben der Zugbegegnung längs der Symmetrieachse bzw. Verändern der Wendezeit, bis im Grenzbahnhof X gute Übergänge zwischen den Zügen Y-X und X-Z entstehen

die Erstellung integraler Taktfahrpläne.

Wenn alle Züge mit Takt fahren, finden sämtliche Begegnungen von Zügen gleicher Gattung (A mit A, B mit B) zu einer Symmetriezeit statt. Die Kreuzungen A mit B und B mit A liegen beide symmetrisch zur Symmetrieachse am selben geografischen Ort.

### Die Koordination benachbarter Netze

Was ist vorzukehren, um bei der Projektierung des Taktfahrplans der einzelnen Netze auf die internationale Transportkette Rücksicht zu nehmen, also optimale Übergangszeiten an den Landesgrenzen zu schaffen?

Das nachstehende Bild 7 zeigt, dass eine gleiche Symmetriezeit in aneinandertossenden Netzen eine zwar notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung zur Schaffung guter Übergänge ist: Es braucht zusätzlich noch die im Bild 8 gezeigte gegenseitige Anpassung der Strecken X-Y und X-Z durch örtliches Verschieben der Begegnungspunkte von Zug und Gegenzug längs der Symmetrieachse.

Wie bereits dargelegt, haben alle Linien eines Netzes dieselbe Symmetriezeit. Diese Aussage ist zu erweitern auf alle Netze eines Kontinents. Ist das Grundintervall nicht auf allen Netzen gleich, so muss eine der Symmetriezeiten allen Netzen gemeinsam sein.

Ein Beispiel: Das Netz A hat Zweistundentakt mit der Symmetrie zur Minute T, das Netz B mit Stundentakt hat die Symmetrie-Minuten T und T plus 30.

Mit der immer rascheren Ausbreitung des Taktfahrplans in Europa stellt sich die vordringliche Aufgabe, die Symmetriezeit T möglichst bald gesamthaft festzulegen, damit in einem zweiten Schritt auf jeweils bilateraler Ebene die Abstimmung für die einzelnen Grenzübergänge erfolgen kann. Die UIC benötigt also nicht nur einen europäischen Infrastruktur-Leitplan, sondern auch eine Festlegung der europäischen Symmetriezeiten.

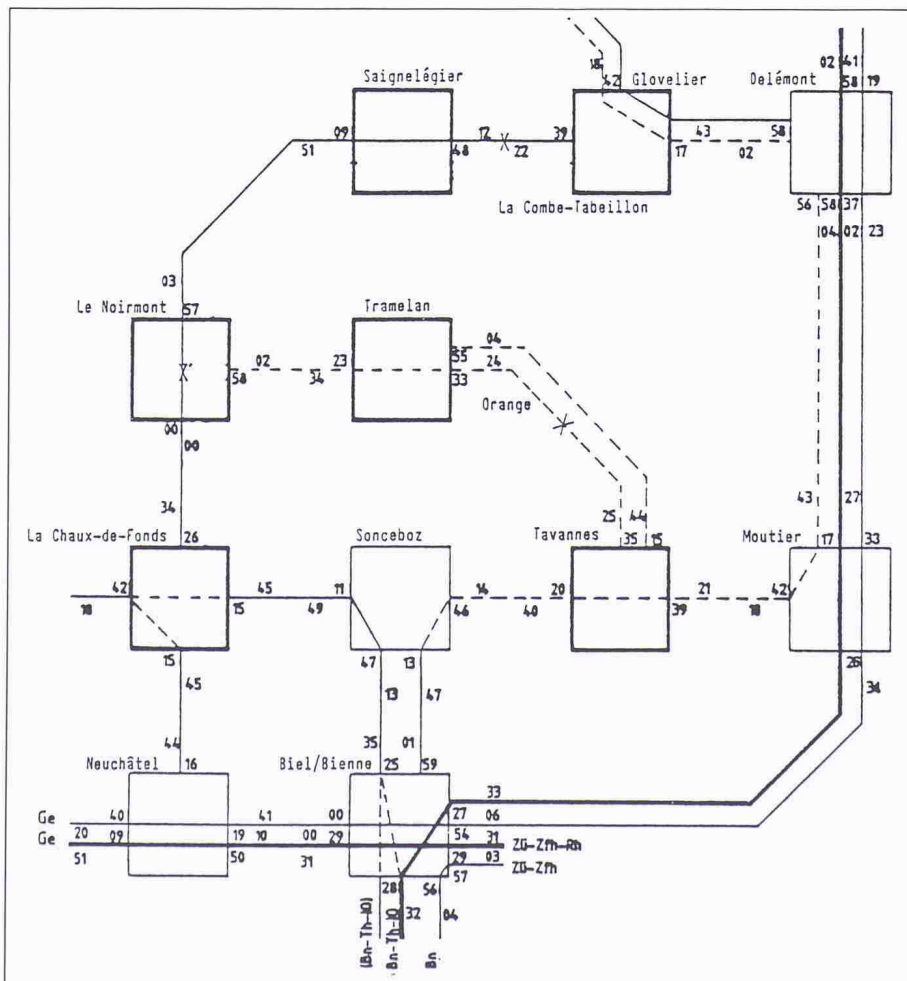


Bild 9. Ausschnitt einer Netzgrafik mit Stundentakt und Symmetriezeiten zu den Minuten 00 und 30

### Die Netzgrafik

Die Netzgrafik ist eine Fahrplandarstellung mit drei Dimensionen, nämlich die zwei Wegachsen einer topografischen Karte, die mit Zeitangaben ergänzt werden. Bild 9 zeigt einen Ausschnitt mit den Symmetriezeiten 00 und 30 (Minuten). Dank der geografi-

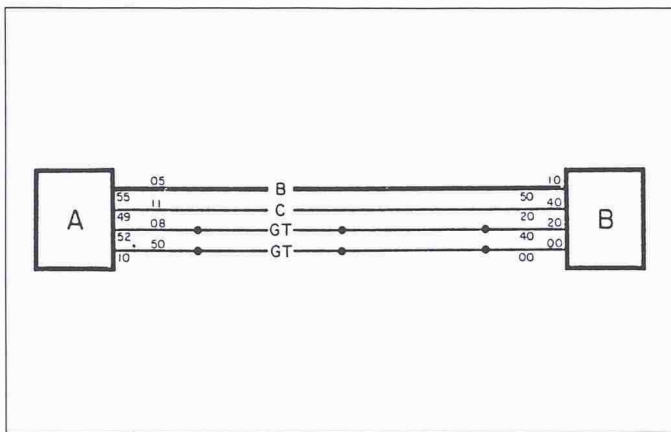


Bild 10. Netzgrafik mit Ferngütertrassen

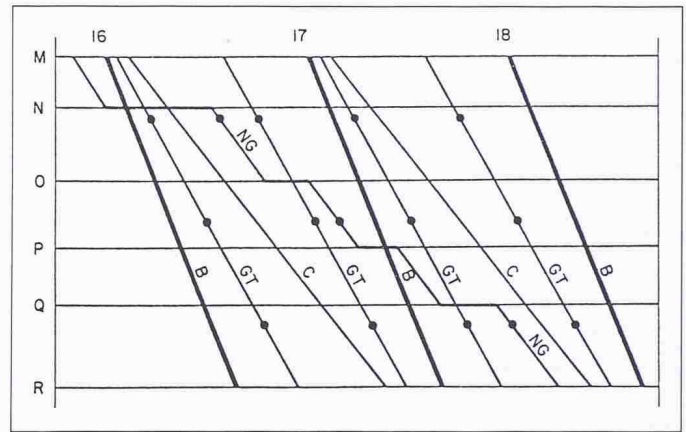


Bild 11. Streckengrafik mit Fern- und Nahgüterzügen

schen Darstellung erleichtert dieses Instrument die Fahrplan-Konzipierung auf komplexen Netzen sehr, so dass der Fahrplangestalter dank geringem Zeitbedarf mit Varianten arbeiten kann.

Die Netzgrafik ist nur dann handlich, wenn sich die Zahl der die Orte verbindenden Striche in Grenzen hält. Diese Bedingung ist bei kurzer Zyklusdauer, wie z.B. Stundentakt, erfüllt. «Gewachsene» Fahrpläne mit einer Zyklusdauer von 24 Stunden lassen sich dagegen nicht wiedergeben.

Die Netzgrafik ersetzt die herkömmlichen Zeit-Wege-Linien der Streckengrafiken in der Phase des Fahrplanentwurfes vollständig. Zur Detailprojektierung hingegen bedarf es weiterhin der Streckengrafiken, allein schon zur Darstellung von Betriebsbeginn und Betriebsschluss, zur Konstruktion von Zugkreuzungen auf eingeleisigen Strecken und zum Einbau des Güterverkehrs.

Zusätzlich zu den Minutenangaben lassen sich auf einer Netzgrafik eine ganze Reihe weiterer Signaturen verwenden, womit der dargestellte Fahrplan sich immer mehr einem vollständigen Produktionsplan annähert.

**Taktfahrplan und Güterverkehr**

Die relative Bedeutung des Güterverkehrs schwankt von Netz zu Netz. Hier sei ein Fall mit starkem Güterverkehr vorgestellt, bei welchem die Güterzugtrassen nicht einfach erst nach Fertigstellung des Reisezugfahrplans einkonstruiert werden dürfen.

**Zwei Fälle sind zu unterscheiden:**

- Nahgüterzüge mit der Aufgabe, Wagenladungen von einem Rangierzentrum aus an ihr Ziel zu bringen (Verteiler) oder sie an den Quellen des Verkehrs abzuholen und in ein Rangierzentrum zu führen (Sammler). Meist verkehren täglich zwei Zug-

paare (Verteiler-Sammler) mit individuell verschiedenen, treppenförmigen Fahrplantrassen.

Die Erfahrung lehrt, dass es vollauf genügt, die Nahgüterzugstrassen nachträglich in die Streckengrafik einzubauen.

- Durchgangs- oder Ferngüterzüge hingegen müssen a priori berücksichtigt werden, indem man sie bereits in die Netzgrafik aufnimmt, nachdem man die pro Stunde und Richtung vorzusehende Anzahl Trassen ermittelt hat.

Die Ferngüterzugtrassen bilden Bestandteil des Taktfahrplans, indem sich ihre Zeiten stündlich gleich wiederholen. Das geschieht nicht nur der Systematik zuliebe, sondern wegen der Ausnutzung der Streckenkapazität: würden Reise- und Güterzüge nach zwei verschiedenen Fahrplansystemen fahren, so ergäben sich bei der Überlagerung der beiden erhebliche Kapazitätsverluste. Die Kapazität der Strecken, die Reisegeschwindigkeit der Fern- oder Durchgangsgüterzüge und die Übersichtlichkeit bei der Betriebsführung sprechen alle für die volle Integration der Trassen in den Taktfahrplan, wobei zur einen oder anderen Stunde nicht alle Trassen auch tatsächlich mit einem Zug belegt sein müssen.

**Vom Taktfahrplan 82 zu BAHN 2000 - Die Überbestimmtheit der Fahrpläne und die Lösung dieses Problems**

**Heutiger Zustand**

Wieviele Freiheitsgrade hat eine Zeit-Wege-Linie (Fahrplantrasse), deren Neigung durch die Technik vorbestimmt ist?

Die Anforderungen an die Fahrplantrasse Interlaken-Bern lauten:

- Brünig-Anschluss in Interlaken Ost
- In Spiez Verbindung nach Brig

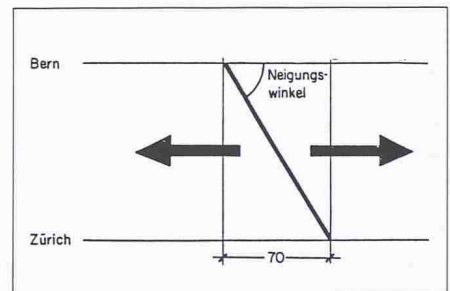


Bild 12. Der Zug benötigt 70 Minuten (technische Angabe) von Bern nach Zürich. Sein einziger Freiheitsgrad: Verschieben längs der Zeitachse

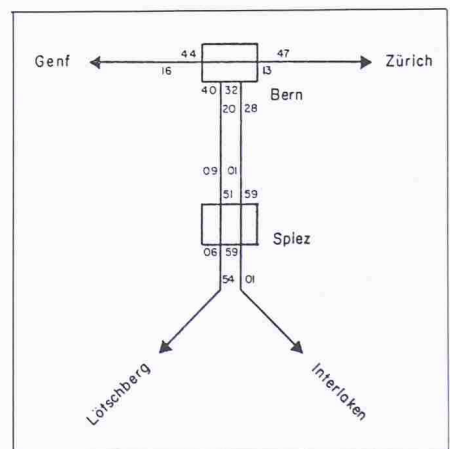


Bild 13. Marktanalysen zeigen, dass die Verbindungen von Brig und Interlaken Richtung Olten-Basel/Zürich wichtiger sind als jene nach Genf

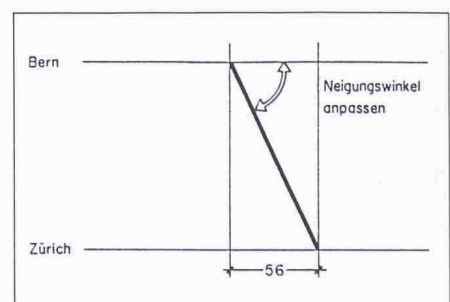


Bild 14. Der Neigungswinkel wird angepasst, bis die Fahrzeit Bern-Zürich nur noch 56 Minuten beträgt

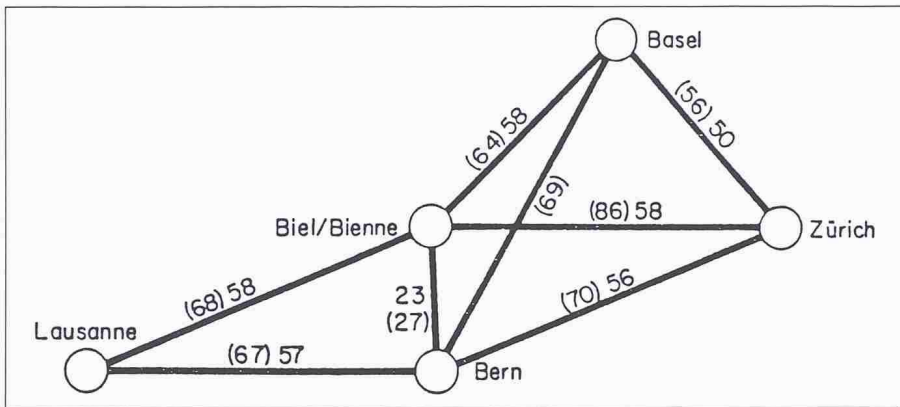


Bild 15. Ausschnitt aus dem Netz der IC-Züge in der Schweiz. In Klammern die heutigen technisch bestimmten Fahrzeiten, daneben die neuen vom Angebotsgestalter bei der Technik «bestellten» Fahrzeiten in Minuten

- In Bern Verbindung nach Olten-Basel und -Zürich
- In Bern Verbindung nach Genf
- Auf der eingleisigen Strecke Interlaken-Spiez darf entweder keine Zugbegegnung liegen, oder eine der Symmetrieachsen muss örtlich auf einem der Kreuzungsbahnhöfe liegen (Kreuzungen zur Symmetriezeit)

Von diesen 5 Randbedingungen ist nur eine erfüllbar. Die bloss 60 km lange Linie Interlaken-Bern ist mithin vierfach überbestimmt. Das gesamte schweizerische Schienennetz ist etwa 500fach überbestimmt. Im Fahrplan 1987/89 hat sich folgendes ergeben:

- Übergangszeit beträgt 20 statt etwa 10 Minuten
- Die Eckverbindung in Spiez klappt nicht
- Anschluss vorhanden, allerdings dauert es zu lange wegen Bedingung 5.
- Keine Verbindung
- Kreuzung im Knotenpunkt Spiez

Die Überbestimmtheit des gegenwärtigen schweizerischen Taktfahrplans erzwingt da und dort schlechte Anschlüsse, so etwa in Bern bei der Relation Interlaken-Genf (Bild 13). Wollte man diese Verbindung pflegen, so würde zwangsläufig die meistverlangte Verbindung nach Zürich leiden. Da es sich ja um die Folgen der Überbestimmtheit handelt, ist das Problem damit nicht gelöst, sondern bloss verschoben. Die Konstrukteure unsymmetrischer Fahrpläne kämpfen mit dem gleichen Problem, da der Grad der Überbestimmtheit derselbe ist.

### Die Wende

Das Konzept BAHN 2000 der Schweizer Bahnen löst das Problem der Überbestimmtheit im IC- und Schnellzugsnetz, indem das Festlegen der planmässigen Fahrzeit nicht mehr Sache der Technik ist, sondern neu in die Kompetenz des Angebotsgestalters fällt.

Der Angebotsgestalter strebt netzweit nach guten Anschlüssen, indem er in den Knoten Anschlussgruppen schafft, in welchen sich sämtliche Züge ein Stelldichein geben und so dem Reisenden jeden Übergang ermöglichen.

Weil diese Anschlussgruppen Zug und Gegenzug enthalten, müssen sie wie jede Kreuzung auf einer Symmetriezeit liegen, im Fall der Schweiz also um die Minuten 00 oder 30 stattfinden. Als Fahrzeit zwischen diesen Knoten wird der Angebotsgestalter also knapp 30 oder knapp 60 Minuten wählen und der Technik vorgeben, welche sie mit dem geringstmöglichen Aufwand zu realisieren hat.

Mit anderen Worten: Die Neigung der Zeit-Wege-Linien gemäss Bild 12 wird so lange erhöht, bis die Fahrzeit nur noch knapp 30 bzw. 60 Minuten beträgt (Bild 14). Bild 15 zeigt den Vorgang an einem Teil des SBB-Netzes.

### Schluss

Die Staatsbahnen der Niederlande, Belgiens und der Schweiz fahren konsequent mit allen Reisezügen im Takt. Gleiches gilt auch für die zahlreichen Privatbahnen in der Schweiz. Bei S-Bahnen (einschliesslich RER in Paris und Network South East rund um London) ist der Taktfahrplan heute eine Selbstverständlichkeit. Wenn es seinerzeit fast überall Opposition gegen seine Einführung gab, so ist dies teilweise erklärbar: Anstelle der Fortschreibung, die auf den Streckengrafikblättern meist nur geringfügige Änderungen brachte, gilt es bei Ausarbeitung eines Taktfahrplans, mit leeren Blättern neu zu beginnen. Die psychologische Hemmschwelle zu einer solchen radikalen Tat liegt hoch.

Wer immer den Mut zu einem solchen radikalen Wechsel hatte, schätzt sich glücklich nach vollbrachter Tat, weil

### Taktfahrplan und Nebenbahnen

Angesichts der Aktualität des Themas Nebenbahnen in mehreren Ländern Europas sei es hier kurz angeschnitten. Bei mancher Aussage wird dabei sicher die schweizerische Praxis durchschimmern.

- Schwache Verkehrsströme soll man nicht auf zwei verschiedene Verkehrsmittel (Bahn und Bus) aufteilen. Die Bahn behält ihre Daseinsberechtigung namentlich dann, wenn sie ihr Einzugsgebiet gut erschliesst, also nicht an den Siedlungen vorbeiführt. Dann kommt auch die Einrichtung zusätzlicher Haltestellen in Frage. Führt die Strecke hingegen an den Siedlungen vorbei, muss der Personenverkehr dem Bus übertragen werden.
- Legt man eine Strecke für den Güterverkehr still, so verliert man die Fracht über die ganze Beförderungsweite an die Strasse. Aus diesem Tatbestand leitet sich der Zubringerdienst des Güterverkehrs einer Nebenbahn zu den Hauptbahnen her.
- Die Reisenden hingegen steigen am Schnellzughalteort oder am Regionalzentrum um bzw. aus, gleichgültig, ob sie mit Bahn oder Bus dorthin gelangt sind. Der Zubringerwert im Personenverkehr ist deshalb in der Regel Null.
- Nebenbahnen kann und muss man sehr rationell betreiben. Ein Beispiel: Auf der Nebenbahn Bern-Schwarzenburg werden abends bloss die beiden Lokomotivführer benötigt, denn die Züge fahren ohne Schaffner und die Bahnhöfe sind ohne Personal.
- Bei den SBB umfassen die Nebenbahnen zwar 30% der Streckenlänge, bringen jedoch nur 10% der Kosten und 9% der Erträge (1977). Durch Massnahmen bei den Nebenbahnen kann deren Wirtschaftsergebnis zwar erheblich verbessert werden, doch sind die finanziellen Auswirkungen auf die Unternehmung als ganzes bescheiden. Ist das Verkehrsaufkommen für den Stundentakt zu gering, so sollten doch alle Fahrten nach derselben Fahrordnung ausgeführt werden.

der Umgang mit dem neuartigen Produktionsplan dank Verkürzung der Zyklusdauer von 24 auf 1 Stunde sehr viel einfacher geworden ist – auch für den Güterverkehr!

Der Autor war vor seinem Hinschied am 8. Dezember 1987 stellvertretender Direktor der Berner Alpenbahn-Gesellschaft Bern-Lötschberg-Simplon (BLS).

Leicht überarbeitete Fassung des Referates von S. Stähli vom Herbst 1987 in Wien; vgl. Mitteilungen Nr. 15 des Institutes für Geotechnik und Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur, Wien