

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 83 (1965)  
**Heft:** 31

**Artikel:** Betriebliche und bauliche Entwicklungsprojekte bei den SBB: Vortrag  
**Autor:** Wichser, Otto  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-68219>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

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

## Betriebliche und bauliche Entwicklungsprojekte bei den SBB

DK 625.1.005

Vortrag, gehalten im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein am 24. März 1965 von Generaldirektor **Otto Wichser**, dipl. Bau-Ing., Bern (Wiedergabe nach Vortragsmanuskript)

Am 1. April dieses Jahres nimmt bei der Generaldirektion der SBB eine *neue Abteilung «Organisation und Informatik»* ihre Tätigkeit auf. Eine der Hauptaufgaben dieser Abteilung wird in der vermehrten Bereitstellung von Informationsmitteln für die Planung und Entscheidung liegen. Sie wird hierfür unsere Grossanlagen für elektronische Datenverarbeitung in Verbindung mit neuen mathematischen und organisatorischen Verfahren einsetzen.

Es ist heute wohl allgemein bekannt, dass diese modernen Mittel und Methoden zu besseren Planungsunterlagen beitragen können. Den neueren statistischen Auswertungsverfahren verdanken wir bereits genauere und aktuellere Grundinformationen. Durch die Möglichkeit, Planungsfälle genügend oft durchzurechnen oder am mathematischen Modell zu simulieren, ist das Variantenstudium erleichtert.

Von noch grösserer Bedeutung scheint uns die Bereitstellung von *Unterlagen für die Entscheidung* zu sein. Wir kennen alle den immer akuter werdenden Mangel an genügenden und rechtzeitigen Informationen, namentlich für die höheren leitenden Stellen. Der isolierte Einsatz von Computern erlaubt zwar eine gewisse Verbesserung. Ihre Möglichkeiten können aber nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn sie als Teile geschlossener Verarbeitungssysteme – in der neueren Terminologie: kybernetische Systeme – eingesetzt werden. Solche Systeme sind dadurch charakterisiert, dass sie ein Ausführungs- und ein Regelorgan besitzen, die durch einen geschlossenen Regelkreis miteinander verbunden sind. Sie sind in der Technik als Servomechanismen seit langem bekannt, und die Kybernetik hat gezeigt, dass sie in jedem Organismus und damit auch in unserem Unternehmen bestehen.

Unsere stark dezentralisierte Leistungserstellung erschwert die Regelung, und der erwähnte Mangel an Informationen ist auf das ungenügende Funktionieren von Regelkreisen zurückzuführen. Der Ausbau der Informatik, d. h. die Bereitstellung der Informationen zur Regelung kybernetischer Systeme ist ein erster Schritt, um die Verhältnisse zu verbessern und die erwähnten Möglichkeiten besser auszuschöpfen. Es geht im weiteren darum, die Informationen rechtzeitig zu übertragen und die Ausführungsorgane zu mechanisieren. In gewissen Systemen wird es mit der Zeit möglich sein, auch die Regelung zu mechanisieren, womit wir dann zum automatischen kybernetischen System gelangen.

Die Bedeutung dieser neuen Entwicklung für die Eisenbahn wird besonders augenfällig, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass ihr Betrieb für die Kybernetisierung geradezu prädestiniert ist:

1. durch die Tatsache, dass die Eisenbahn eine geschlossene Einheit bildet und sowohl den Fahrweg als auch die Fahrzeuge erfasst;
2. dank der Spurgebundenheit und dem streng geregelten Bewegungsablauf.

Der Weg des gelenkten Zuges wird praktisch nur noch von einem einzigen Parameter bestimmt, während es im Strassenverkehr zwei, in der Luft sogar drei sind. Die Erfindung der Schiene und des Spurkanzes entsprang einst der Notwendigkeit und mochte anfangs sogar als Erschwernis gelten. Heute sehen wir darin einen Ordnungsfaktor, dank welchem sich die Regelung des Zugablaufes besonders gut für die Automation eignet.

Durch Schiene und Spurkanz ist aber auch die Voraussetzung geschaffen, um lange Wagenreihen, in Zügen vereint, einem Triebfahrzeug anhängen und so mit einem geringen Aufwand an Rollmaterial und fahrendem Personal grosse Massen befördern zu können.

Und schliesslich erlaubt das stählerne Rad auf stählerner Fahrbahn nicht nur hohe Achsdrücke; die kleine Reibung zwischen ihnen führt dazu, dass der Schienentransport sehr wenig Beförderungsenergie pro Masseneinheit benötigt.

Das sind Faktoren in der ursprünglichen Erfindung der Eisenbahn, die ihren Wert von morgen ausmachen. Aber nur dann, wenn dieses Verkehrsmittel dort eingesetzt wird, wo diese Faktoren wirksam werden, d. h. dort, wo es seinem Wesen nach stark ist.

Es ist deshalb notwendig, die Aufgabe, welche die Eisenbahn zu erfüllen hat, immer wieder zu überprüfen und sich dabei ihrer besonderen Gegebenheiten bewusst zu sein. Dies sollte – unterstützt durch eine kostengerechtere Tarifierung – dazu führen, dass Leistungen, welche der Eigenart eines anderen Verkehrsmittels besser entsprechen, von diesem übernommen werden, wie z. B. die Erschliessung der Fläche mit Transporten, die sich nicht in grosse Verkehrsströme eingliedern lassen.

Andererseits muss die Eisenbahn den Rahmen, den ihr die Entwicklung auf dem Gebiete der Technik zugewiesen hat, wirklich ausnützen und jene organisatorischen Massnahmen treffen können, die Voraussetzung für eine wirtschaftliche Betriebsführung sind. Gesteht man ihr das zu, was man anderswo als selbstverständliche Voraussetzung für eine zeitgemässe Betriebsorganisation gutheisst, so wird die Eisenbahn ein modernes Verkehrsmittel bleiben.

Der Strassen- und der Luftverkehr wären heute und morgen gar nicht in der Lage, die Eisenbahn in ihrem Leistungsvermögen und in ihrer Wirtschaftlichkeit zu ersetzen. Trotz der ungemein raschen Ausbreitung dieser beiden Verkehrsmittel rechtfertigt sich deshalb der Aufwand, um die Eisenbahn mit den Mitteln einer neuen Zeit für die ihr angepasste Aufgabe leistungsfähig zu erhalten.

Um dieses Ziel zu erreichen, haben die Schweizerischen Bundesbahnen seit Kriegsende bis zum Ende des Jahres 1964 1958 Mio Fr. aufgewendet für die laufende Erneuerung und Verbesserung ihrer festen Anlagen und Einrichtungen sowie für ihren planmässigen Ausbau zur Steigerung der Leistungsfähigkeit, und sie haben im gleichen Zeitabschnitt für 1624 Mio Fr. neue Fahrzeuge angeschafft. Von diesen insgesamt 3582 Mio Fr. haben sie über 85% aus den Jahresergebnissen des gleichen Zeitabschnittes selbst finanzieren können.

Letztes Jahr erstmals haben wir begonnen, die uns vor drei Jahren zugestandene Erhöhung des Dotationskapitales des Bundes (400 Mio Fr.) in Anspruch zu nehmen, und ab nächstem Jahr werden wir für die Finanzierung unseres langfristig geplanten Ausbauprogrammes teilweise Fremdkapital in Anspruch nehmen müssen.

Diese Investitionen haben mitgeholfen, dass im Jahre 1964 248,8 Mio oder um 28% mehr Reisende und 36,4 Mio oder um 103% mehr Gütertonnen haben befördert werden können als im Vergleichsjahr 1950. Die Transportleistung ist seither im Personenverkehr um 52% und im Güterverkehr um 136% erhöht worden.

Die betriebliche Leistung, die hierfür notwendig wurde, ist, in Bruttotonnenkilometern ausgedrückt, um 72% angewachsen, und dies mit einer Zunahme der geleisteten Arbeitsstunden von nur 7,5%. Schliesslich darf auch erwähnt werden, dass unsere Tarife im gewichteten Mittel im Vergleich zu 1939 mit dem Index 100 im Reiseverkehr den Indexstand von 163 Punkten und im Güterverkehr den Indexstand von 130 Punkten erreicht haben. Sie sind somit weit hinter der allgemeinen Teuerung (209,8 Punkte Ende 1964) zurückgeblieben.

Mit diesen paar Zahlen wollte ich die Behauptung unterstützen, wonach sich der Aufwand rechtfertigt, um bei wachsenden Verkehrsbedürfnissen die Eisenbahn mit den Mitteln einer neuen Zeit leistungsfähig zu erhalten. Sie mögen in diesen Angaben auch mit einen wesentlichen Grund sehen für unseren Glauben an die Zukunft der Eisenbahn, wenn sie – und mit ihr jedes andere Verkehrsmittel in harmonischer Zusammenarbeit – dort eingesetzt wird, wo sie die besten Dienste zu leisten vermag. So lautete denn auch die gemeinsame Botschaft aller Verkehrsträger unter der Kuppel im Verkehrssektor der Expo 64.

Zweck der Eisenbahnen ist die Bewältigung des Verkehrs. Wenn wir darunter die Befriedigung des Bedürfnisses nach schneller und wirtschaftlicher Überwindung des Raumes verstehen, dann muss die Betriebsführung als diejenige Tätigkeit des Verkehrsunternehmens bezeichnet werden, welche die zur Verfügung stehenden Mittel personeller, organisatorischer und technischer Art zum Zweck der Raumüberwindung einsetzt. Sie muss sich dabei bewusst sein, dass

starke innere Verflechtungen zwischen diesen Mitteln bestehen und dass sich die Planung mit der Gesamtheit der möglichen Massnahmen zu befassen hat. Es kann z. B. der wissenschaftlich durchdachte Einsatz moderner technischer Mittel zu neuen Arbeitsmethoden und damit vielleicht zu einer Änderung der betrieblichen Konzeption führen, oder eine solche Änderung kann den Ausbau von Anlagenteilen oder den Einsatz besonderer technischer Mittel notwendig machen. Es bestehen also mannigfaltige Wechselbeziehungen, welche die richtige Lösung sehr häufig erst nach sorgfältiger Untersuchung erkennen lassen.

Bei der verständlichen Neigung, Lösungen den Vorzug zu geben, welche ohne grosse Investitionen und damit in der Regel auch rascher zu einem brauchbaren Ergebnis führen, ist es wichtig, dass die Fragen des rationellen Arbeitseinsatzes und der Organisation von Betriebs- und Arbeitsvorgängen mit gleicher Sorgfalt und Initiative behandelt werden wie jene der technischen Weiterentwicklung. Auf diesem Gebiete ist bei den Eisenbahnen schon viel geleistet worden, und es ist eine eigentliche *Eisenbahn-Betriebswissenschaft* entstanden.

Im Zuge dieser Entwicklung ist bei den SBB vor einer Reihe von Jahren neben den Planungszentren mit technisch gerichtetem Schaffensbereich eine Studiensektion für betriebliche Organisation und neuerdings auch ein Arbeitsstudienamt geschaffen und es ist gleichzeitig die Transport- und Selbstkostenrechnung systematisch ausgebaut worden. Dies geschah im Bestreben, ein nach den Erfordernissen des Verkehrs und der Wirtschaftlichkeit ausgerichtetes Betriebskonzept festzulegen, nach welchem sich auch unser Beschaffungsprogramm für Rollmaterial und Energie und unser Programm für den Ausbau der festen Anlagen zu richten haben.

Wir sind in jüngster Zeit so vorgegangen, dass überall dort, wo die Leistungsfähigkeit zur Anpassung an die Verkehrszunahme erhöht werden muss, zuerst alle betriebsorganisatorischen Massnahmen, die zu einer flüssigeren Betriebsabwicklung führen, und alle möglichen Verbesserungen traktionstechnischer Art geprüft und ausgeschöpft werden. Wenn wir damit nicht zum Ziele kommen, erwägen wir den stärksten Einsatz moderner Mittel der Sicherungs- und Signaltechnik als geeignetste Helfer, um mehr als bisher aus bestehenden Anlagen herauszuholen. Erst wenn auch das nicht genügt, beschreiten wir den im allgemeinen teuersten und zugleich zeitraubendsten Weg des Ausbaues der Gleisanlagen.

Es sei hier schliesslich auch erwähnt, dass wir unsere Bestrebungen, der Eisenbahn möglichst bald das Gesicht einer neuen Zeit zu geben, über die rasche Erneuerung unseres Fahrzeugparkes eingeleitet haben.

Unter den betriebsorganisatorischen Massnahmen grundsätzlicher Art sei als ein Beispiel die ausgedehnte Einführung von zentraler Zugüberwachung, Zugleitung und Lokleitung erwähnt. Während die zentrale Überwachung einen weitreichenden Überblick über den Betriebsablauf zu vermitteln vermag, sorgen zentrale Zug- und Lokleitung für eine möglichst gute Auslastung der Güterzüge und für einen rationellen Einsatz der Triebfahrzeuge.

Als eine bedeutende traktionstechnische Massnahme in unseren Bemühungen um die Bewältigung des Transitverkehrs Nord-Süd sei die ab 1955 einsetzende Beschaffung der neuen Ae 6/6-Lokomotiven für die Führung schwerer Züge – vor allem auf Bergstrecken – hervorgehoben. Diese Massnahme hat es zusammen mit der Einführung von Zugleitung, Lokleitung und Zugüberwachung ermöglicht, auf der Gotthardstrecke die beförderte gesamte Anhängelast von 17,6 Mio Bruttotonnen im Jahre 1955 (Tagesmittel 48139 Bruttotonnen) auf 28,8 Mio Bruttotonnen im Jahre 1964 (Tagesmittel 78676 Bruttotonnen) d. h. um 64 % zu steigern. Dabei darf auch festgestellt werden, dass die vorhandene Kapazität der Gotthardlinie heute nicht ausgeschöpft wird und unser verbindliches Angebot im Frachtgutverkehr Nord-Süd während des letzten Jahres nur zu rund  $\frac{3}{4}$  ausgenützt war.

Besonderer Erwähnung bedarf die Bedeutung moderner *Sicherungsanlagen* für den Eisenbahnbetrieb. Auf diesem Gebiet war die technische Entwicklung ganz besonders ausgeprägt. Die neuen Gleisbildstellwerke sind, wie schon erwähnt, ausgezeichnete Helfer, um mehr als bisher aus den bestehenden Anlagen herauszuholen, den Betriebsablauf zu beschleunigen, ihn flüssiger und mit weniger Personal trotzdem sicher und zuverlässig zu gestalten. Der Streckenblock und das Stellwerk sind die bekanntesten Zeugen einer schon seit langem eingeleiteten Automation bei den Eisenbahnen. Gleisbildstellwerke, wie wir sie heute bauen, lassen sich in Verbindung mit dem automatischen Block auch fernsteuern, und damit wird bei durchgehender Ausrüstung grösserer Strecken die Voraussetzung für die Automatisierung des Fahrdienstes geschaffen. Zwischen Zürich und Thalwil sind die Arbeiten hiefür in vollem Gange, und schon ist unser ganzes

Netz in Fernüberwachungs- und Fernsteuerbezirke als Grundlage für die weitere Planung eingeteilt. In jedem Bundesbahnkreis soll möglichst rasch eine Teststrecke verwirklicht werden, um Erfahrungen sammeln zu können.

Diese Entwicklung geht stürmisch weiter. In Frankfurt a. M. hat die Deutsche Bundesbahn eine Anlage in Betrieb, in welcher der Zug über seine Zugnummer den Fahrweg selbst wählt. Auch wir gedenken, dieses System der Zuglenkung erstmals im Dreieck Renens – Bussigny – Rangierbahnhof Denges, welches eine vollständige Neugestaltung erfährt, einzuführen.

Mit dem Übergang zur Zuglenkung kann ein weitgehend automatisches kybernetisches Sicherungssystem geschaffen werden. Immerhin hat in diesem System der Führer des Triebfahrzeuges noch die Signale zu beachten und die Fahrweise der Streckencharakteristik anzupassen. Die bei uns vorhandene sog. automatische Zugsicherung vermag ihn in der Regel nur gegen eine unbeabsichtigte Überfahrung eines geschlossenen Signales zu sichern, weil nur ein Begriff übertragen wird. Im Bestreben, diese Sicherung auszubauen und weitere Signalfunktionen auf die Lokomotive zu übertragen, sind im Auftrage der Bahnverwaltungen von der Industrie Vorschläge ausgearbeitet worden, bei welchen über den Schienenstrang oder ein «Leitseil» die ständige Verbindung mit dem Führerstand hergestellt wird, so dass von diesem laufend Daten empfangen und ihm Befehle erteilt werden können.

Zusammen mit einer im ORE (Office de recherches et d'essais, Internationales Forschungsamt der Eisenbahnen) zusammengeschlossenen Bahngruppe prüfen auch wir zur Zeit diese Projekte sehr eingehend. Wirklichkeiten dieser Art bestehen schon, so z. B. bei der neuen Tokaidobahn in Japan, wo der Lokomotivführer nur noch im Geschwindigkeitsbereich 0–30 km/h in Funktion tritt. Bei höheren Geschwindigkeiten erfolgt die Steuerung vom Schienenstrang aus. Damit ist die eingangs erwähnte geschlossene Einheit von Fahrweg und Fahrzeug zu einem nach Programm mechanisierten Bewegungsablauf verwertet. Bleibt noch die Frage, ob der Lokomotivführer eines Tages auch nicht mehr mitfährt?

Dem eingangs erwähnten Vorteil der Eisenbahn, dank Schiene und Spurkranz aus zahlreichen Wagen zusammengesetzte Züge fahren zu können, steht der Nachteil gegenüber, dass viele dieser Züge, vor allem die bunten Güterzüge aus Einzelwagen und Wagengruppen mit verschiedener Herkunft und unterschiedlichem Ziel, immer wieder neu gebildet und zerlegt werden müssen. Diese umfangreiche Arbeit erfolgt in unseren Rangierbahnhöfen. Wie vielfältig dieses Zusammensetzspiel sein kann, geht daraus hervor, dass allein auf unserem kleinen Netz mit heute 680 Güterstellen im Binnenverkehr potentiell über 460 000 Verkehrsrelationen bestehen.

Es liegt nahe, dass heute mit allen Kräften versucht wird, diesen Arbeitsprozess, der bei uns, in Franken gemessen, mehr als 10 % des gesamten Aufwandes beansprucht, mit den Mitteln der heutigen Technik möglichst weitgehend zu automatisieren. Dies nicht zuletzt auch deswegen, weil es immer schwieriger wird, für die anstrengende, bei Wind und Wetter zu leistende und nicht immer ungefährliche Arbeit im Rangierdienst das nötige Personal rekrutieren zu können.

Heute wird in fast allen wichtigen *Rangierbahnhöfen* der Welt so verfahren, dass die entkuppelten Wagen der zu zerlegenden Güterzüge über einen Ablaufberg gestossen werden. Nach dem Durchlaufen einer Steilrampe und einer Verteil-(Weichen) Zone werden sie in horizontal liegenden Gleisen der Richtungsgruppe gesammelt und durch Hemmschuhleger angehalten. Zur Regulierung des Ablaufes werden die Wagen am Anfang der Verteilzone durch fest eingebaute Gleisbremsen gebremst, und zwar möglichst so, dass sie die in den Richtungsgleisen bereits stillstehenden Wagen oder die Hemmschuhleger noch mit einer angemessenen Geschwindigkeit erreichen. Die Verwirklichung eines Rangierbahnhofes ohne die gefährliche Arbeit der Hemmschuhleger ist bis jetzt noch nirgends mit einem vernünftigen Aufwand erreicht worden, trotz bemerkenswerter Versuche, den Rollwiderstand und die Sollgeschwindigkeit eines ablaufenden Wagens durch Computer zu errechnen und danach den Bremsvorgang automatisch zu steuern.

Seit einigen Jahren haben wir Versuche mit einem bei uns entwickelten neuen System durchgeführt, bei dem jeder Wagen die Verteilzone, von jeder Beeinflussung unbehindert, mit grosser Geschwindigkeit durchläuft, um dann am Anfang jedes Richtungsgleises auf eine gewollte kleine Geschwindigkeit elektromagnetisch abgebremst zu werden. Eine elektrodynamische Beidrückeinrichtung bringt ihn dann bis zum nächsten stillstehenden Wagen, so dass er ohne weiteres an diesen angekuppelt werden kann. Das Neuartige dieser Lösung besteht darin, dass nur elektrodynamische Effekte zum Brem-



sen und Beschleunigen benützt werden, während alle übrigen Systeme auf mechanischen Anlagen mit beweglichen Teilen beruhen.

Nach guten Ergebnissen der ersten Versuche haben wir uns zu einem Grossversuch entschlossen: alle 41 Richtungsgleise des bestehenden Rangierbahnhofes Basel-Muttenz werden mit solchen Gleisbremsen und 11 davon mit Beidrückeinrichtungen versehen. Neben bedeutenden Einsparungen an Betriebskosten (die Arbeit der Hemmschuhleger fällt dahin) erwarten wir zugleich, als Folge der höheren Ablaufgeschwindigkeiten, eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Ablaufanlage um 25%.

Damit ist die Entwicklung zum automatischen Rangierbahnhof noch nicht vollzogen. Noch immer müssen die in den Richtungsgleisen aufgereihten Wagen von Menschenhand miteinander verbunden werden. Es muss die Einführung der automatischen Kupplung folgen, wie wir sie auch in unserem Lande bei Schmalspurbahnen und städtischen Strassenbahnen kennen. Dieser Schritt aber kann auf dem Normalspurnetz – bei der Bedeutung des grenzüberschreitenden Verkehrs – nur von allen europäischen Bahnverwaltungen gemeinsam vorgenommen werden. Die USA, Japan und die Sowjetunion haben ihn auf ihren grossen Bahnnetzen schon längst vollzogen.

In Europa hat die UIC (Union Internationale des Chemins de fer) schon 1922 mit den Studien für die Einführung der *automatischen Kupplung* begonnen. Der Zweite Weltkrieg brachte einen Unterbruch der Arbeiten, die erst 1957 wieder aufgenommen wurden. Aus den Ergebnissen einer internationalen Ausschreibung im Jahre 1960 wurden schliesslich drei Lösungen zur weiteren Prüfung übernommen, die neben allen anderen auch die später noch hinzugekommene Bedingung der direkten Kuppelbarkeit mit der schon vorhandenen russischen Kupplung SA 3 zu erfüllen versprochen. Es wird heute angenommen, dass der Entscheid über die zu wählende Ausführung innert Jahresfrist fallen soll.

Die Ausrüstung des europäischen Rollmaterialparks (41 000 Lokomotiven, 122 000 Reisezugwagen, 2 Mio Güterwagen) braucht gewaltige Mittel und es wird zweifellos auch eine längere Reihe von Jahren erfordern, bis das heute angestrebte Endziel: die Einführung einer Mittelpufferkupplung, bei der Luft- und elektrische Leitungen automatisch ebenfalls verbunden werden, durchwegs erreicht ist. Dann werden nicht nur die Hemmschuhleger, sondern auch die Zugskuppler aus den Gleisfeldern unserer Rangierbahnhöfe verschwunden sein. Schliesslich zeichnet sich aus den in Deutschland und Frankreich schon unternommenen Versuchen zur Fernsteuerung der Abdrücklokomotiven die Möglichkeit eines voll automatisierten Ablaufbetriebes ab.

- Die Fernsteuerung von Fahrweg und Signalen über Gleisbildstellwerk und automatischen Block,
- die Selbstwahl des Fahrweges durch den Zug mit der Zugnummer als auftraggebendem Impuls an das Stellwerk,
- die zunehmende Automatisierung der Fahrzeugführung durch kontinuierliche Signalübertragung von der Strecke zum Zug,
- der automatische Ablaufbetrieb für die Zugbildung in den grossen Rangierbahnhöfen und schliesslich
- die Einführung der automatischen Kupplung

sind Entwicklungsprojekte, mit denen sich heute zahlreiche Bahnverwaltungen beschäftigen, an denen sehr ernsthaft, in vielen Fällen gemeinsam und auch zusammen mit der Industrie gearbeitet wird. Sie alle zielen darauf ab, den Betriebsablauf weitgehend zu automatisieren und sie bestätigen die Bedeutung von Schiene und Spurkanal als Ordnungsfaktor.

Und nun zurück in den engeren *Rahmen unseres schweizerischen Bundesbahnnetzes*. Mit einer mittleren Belastung von täglich 78 Zügen auf jedem Streckenabschnitt weist es heute die höchste Zugsdichte unter vergleichbaren Netzen der ganzen Welt auf. Dabei ist unser Netz besonders engmaschig und weist eine sehr hohe Zahl von Knoten auf, in denen sich für den Betriebsablauf viele Abhängigkeiten ergeben. Es kommt dazu, dass mit dem gewaltigen Anstieg des Transportvolumens gewisse Verkehrsarten, die früher als Mitläufer oder Nebenverkehre galten, so stark zugenommen haben, dass sie die Abwicklung der Hauptverkehre immer mehr behindern. Wir denken dabei vor allem an die Express- und Eilgutsendungen in den Reisezügen und an die Stückgutwagen im Wagenladungsverkehr.

Diese Entwicklung zwingt uns, wenn wir trotz hoher Zugsdichte einen planmässigen Betriebsablauf gewährleisten wollen

- die Verkehrsströme vermehrt und deutlicher zu entflechten, damit Störungen in den Knoten nicht einfach übertragen werden,
- den Aufwand für die Zugbildung in den äusseren Verästelungen

abzubauen, indem wir eine Beschränkung auf einen gröberen Raster anstreben, und schliesslich

- von der individuellen Massarbeit mehr zum Konfektions- oder Normbetrieb überzugehen.

Das sind Leitgedanken unseres Betriebskonzeptes, das unsere Planungsstellen in den letzten Jahren ausgearbeitet haben. Sie sind heute daran, dieses weiter auszubauen und zu verfeinern. Gleichzeitig müssen wir, im Bestreben, die Leistung zu steigern, darnach trachten:

- besser ausgelastete Züge zu fahren, um mit gleichviel Zügen mehr transportieren zu können,
- mit leistungsfähigen Triebfahrzeugen rascher zu fahren, um vermehrte Fahrzeitreserven zu gewinnen und damit den Fahrplan und seine Bindungen zu entspannen, ferner
- Abhängigkeiten dadurch abzubauen und zu mildern, dass wir die Unterschiede zwischen den verschiedenen Geschwindigkeiten der einzelnen Züge vermindern und
- die Längen der einzelnen Blockabschnitte streckenweise richtig aufeinander abstimmen.

Im *Reiseverkehr* verfolgen wir verschiedene Möglichkeiten, um die angestrebte Entflechtung in die Tat umzusetzen. So versuchen wir, die heute vor allem im internationalen Verkehr noch sehr zahlreich eingesetzten direkten Kurswagen in schwachen Verkehrsströmen abzubauen und möglichst weitgehend geschlossene Züge oder in den stärkeren Verkehrsströmen grössere Wagengruppen zu führen. Daneben trachten wir vermehrt darnach, dem heterogenen Verkehrsaufkommen mit einem differenzierten Angebot gerecht zu werden. Im internationalen Verkehr zeichnen sich hier neben dem klassischen Touristenzug die TEE-Züge und die Reisebüro-Sonderzüge ab. Im innerschweizerischen Verkehr hat die Aufteilung nach Verkehrszwecken zur bekannten Gliederung in Städtzüge, gewöhnliche Schnellzüge und Personenzüge geführt.

Um den *Express- und Eilgutverkehr*, die Tier- und Milchtransporte und teilweise auch die Postbeförderung von den Reisezügen weitgehend zu trennen, sind wir daran, für diese Gutarten ein eigenes Transportsystem aufzubauen. Dieses neue Schnellgutkonzept sieht auf den Hauptlinien die Führung besonderer Schnellgutzüge vor und bedingt den Bau von eigenen Schnellgutbahnhöfen.

Beim *Güterverkehr* führt die Anwendung der erwähnten Grundsätze zur Zusammenfassung der Zugbildung auf möglichst wenige, dafür technisch besonders gut ausgebildete Rangierbahnhöfe und gleichzeitig zur Entflechtung von Wagenladungs- und Stückgutverkehr. Im Wagenladungsverkehr versuchen wir, die Konzentration der Zugbildung möglichst weitgehend zu verwirklichen und die Bedienung durch Nahzüge zudem auf Mutterstationen zu beschränken. Im Stückgutverkehr schwebt uns die Bildung von Gruppenbahnhöfen für das Beladen und Entladen der Stückgüterzüge mit dem Gut einer dem Gruppenbahnhof zugewiesenen Zone vor, in welcher die Verteilung ohne Bindung an die Schiene erfolgen kann (grober Raster).

Auf die betriebliche Zielsetzung ist auch die *Rollmaterialbeschaffung* auszurichten. Leistungsfähige Triebfahrzeuge sind die Voraussetzung dafür, dass die Züge schneller fahren und besser ausgelastet werden können. Die Bundesbahnen haben die Zahl der Typen für den Streckendienst auf drei beschränkt:

- den Hochleistungstriebwagen RBe 4/4 als leichtesten,
- die Lokomotive Ae 6/6 als schwersten Typ und dazwischen
- die Lokomotive Re 4/4 II, deren Prototypen heute im Betrieb stehen.

Grosse Bestellungen sind erfolgt, so dass schon im Sommer 1968 an modernen Triebfahrzeugen 260 Einheiten dieser drei Typen zur Verfügung stehen werden.

Der wirksame Einsatz dieser Triebfahrzeuge ist mit einem erhöhten Bedarf an elektrischer Energie verbunden und verlangt vor allem eine erhöhte installierte Leistung. Von 1952 bis 1963 hat der gesamte Energieverbrauch der Bundesbahnen von 1,1 auf 1,6 Milliarden kWh zugenommen. Davon können wir heute in einem Jahr mit mittlerer Wasserführung 1,3 Milliarden kWh selbst erzeugen. Die Beteiligung an weiteren Elektrizitätswerken, darunter auch an solchen mit thermischer Erzeugung, ist eingeleitet und geplant.

Ein entscheidender Schritt zum Ausbau des Verbundbetriebes mit dem Netz der allgemeinen Landesversorgung, welches einen 14mal grösseren Umsatz aufweist, ist mit dem Bau grosser Frequenz-Umformeranlagen eingeleitet. Zwei grosse Einheiten mit einer Leistung von je 30 MW kommen im Unterwerk Ruppertswil zur Aufstellung. Mit einer dritten Einheit wird in Giubiasco ein neuer Stützpunkt für die Energieversorgung der Gotthard-Nordrampe geschaffen. Weitere Anlagen sind in Projektierung.

Auch die Arbeiten an unseren *festen Anlagen*, heute in langfristige Programme nach Dringlichkeit und Nutzen für das Gesamtunternehmen eingeordnet, haben sich auf die betriebliche Zielsetzung auszurichten. Wir können demnach unsere wichtigsten Bauprojekte in zwei Gruppen zusammenfassen:

a) Bauten zur Beseitigung von Engpässen und Entflechtung von Verkehrsströmen:

- Schliessung der Doppelspurlücken auf den Hauptlinien
- Ausbau der Stationen und Bahnhöfe auf den stark belasteten doppelspurigen Hauptlinien
- Entflechtung des Nord-Süd- vom West-Ost-Verkehr im Mittelland, die im folgenden noch besonders erläutert werden soll
- Verwirklichung des Projektes 1954 zur Auflockerung im Zürcher Raum
- Entflechtung des Knotenpunktes Lausanne
- Erweiterung der grossen Bahnhöfe wie Bern (in Vollendung), Genf-Cornavin, Basel, Chiasso PB, Landquart u. a. m.

b) Bauten zur Verwirklichung des Betriebskonzeptes im Wagenladungs-, Stückgut- und Schnellgutverkehr:

- Vollendung der Rangier- und Güterbahnhöfe bei den Grenzübergängen Genf, Basel, Schaffhausen, Chiasso und die Erweiterung des Grenzbahnhofes Brig
- Bau von zentralen Rangierbahnhöfen im Landesinnern in Lausanne, Biel, Bern, Olten, Rotkreuz, Zürich-Limmattal und Winterthur
- Bau von Schnellgut-Stammbahnhöfen in Bern, Olten-Däniken und Zürich-Altstetten als Voraussetzung für die Entlastung der Reisezüge von den güterdienstlichen Nebenaufgaben
- Bau von Güterhallen zur Einführung des Gares-centres-Systems für den Stückgutverkehr.

Dazu kommen die Projekte für den Ausbau der Transitlinien durch die Alpen, mit welchen sich zur Zeit eine vom Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement eingesetzte Kommission eingehend befasst, und die besonderen Bauten für den Nahverkehr grosser Zentren, wo wir immer den Standpunkt vertreten haben, dass für ihre Verwirklichung ein besonderer Finanzierungsmodus gefunden werden müsse.

Vorschläge für Lösungen im Nahverkehr des Zürcher Raumes sollen in dem in den nächsten Tagen erwarteten Bericht des Studienbüros Transportplan dem Koordinationsausschuss, in dem auch die Bundesbahnen vertreten sind, unterbreitet werden. Sie werden verstehen, wenn ich mir deshalb heute sowohl in dieser Frage wie in der Angelegenheit Alpentransitlinien Zurückhaltung auferlege.

Ich beschränke mich deshalb darauf, aus der ersten Gruppe zwei grossräumige Bauvorhaben kurz zu erläutern, welche besonders typisch sind für die Entflechtung von Linien und stark belasteten Knoten:

Die aussergewöhnlich starke Zunahme des Verkehrsstromes zwischen dem Norden und dem Süden Europas durch unser Land hat einige Engpässe deutlich in Erscheinung treten lassen, die auf die besondere Struktur unseres Schienennetzes im schweizerischen Mittelland zurückzuführen sind. *Unsere Nord-Süd-Verbindungen durch den Jura haben auf seiner Südseite die schweizerische Ost-West-Transversale zu überqueren* (Bild 1). Diese Überkreuzungen erfolgen nicht nur schienengleich, es müssen sogar längere Strecken durch beide Hauptverkehrsströme gemeinsam befahren werden. Von dem 66 km langen Teilstück zwischen Zürich und Aarburg z. B. werden insgesamt 54 km durch den Verkehr vom Jura nach den Alpen mitbenützt. Es sind die Abschnitte Zürich-Brugg und Rapperswil-Olten-Aarburg, welche täglich mit bis zu 300 Zügen belastet sind.

Die *Entflechtung* dieser beiden sich kreuzenden Systeme von stark belasteten Schienensträngen und eine weitgehend unabhängige Führung der Verkehrsströme zwischen West und Ost einerseits sowie zwischen dem Jura und den Alpen andererseits bilden deshalb die Hauptaufgabe unserer Baupolitik im Mittelland.

In diesen Rahmen gehört vorab die *Neugestaltung des zentralen Knotenpunktes Olten* mit seinem *Vorbahnhof Aarburg*. Zur Entflechtung des Liniensystems wird:

1. eine unabhängige Führung der Linien Zürich-Lausanne und Basel-Luzern,
2. eine kreuzungsfreie Aufteilung des Verkehrsstromes Ost-West in die beiden Hauptstränge über Bern, längs des Juraufusses, sowie
3. ein kreuzungsfreier Anschluss der Verbindungslinie Hauenstein-Aarau an die Hauptstrecken angestrebt.

Die Bernerlinie soll nach Westen auf ein neues Trasse längs des linken Aareufers verlegt werden und vor Rothrist in die bestehende Führung einmünden. Damit kann eine saubere Entflechtung im Bereich der heutigen Gemeinschaftsstrecke Olten-Aarburg erreicht werden. Diese vollständige Trennung der Verkehrsströme Nord-Süd und Ost-West lässt sich auf der Gemeinschaftsstrecke Olten-Rapperswil nicht mehr durchgehend erreichen, weil zwischen Olten und Aarau dem Bau einer Vierspur durch die bestehende Überbauung zu viele Hindernisse entgegenstehen. Es soll daher dieser Abschnitt durch den Ausbau der Unterwegsbahnhöfe und durch die Ergänzung mit einer dritten Spur, die vorläufig von Olten bis Däniken vorgesehen ist, leistungsfähiger gestaltet werden. Dieser Ausbau hat begonnen. Östlich von Aarau bis zum geplanten Überwerfungsbauwerk am Endpunkt der Gemeinschaftsstrecke in Rapperswil, das ebenfalls Element der Linienentflechtung sein wird, erwägen wir den Ausbau auf vier Streckengleise.

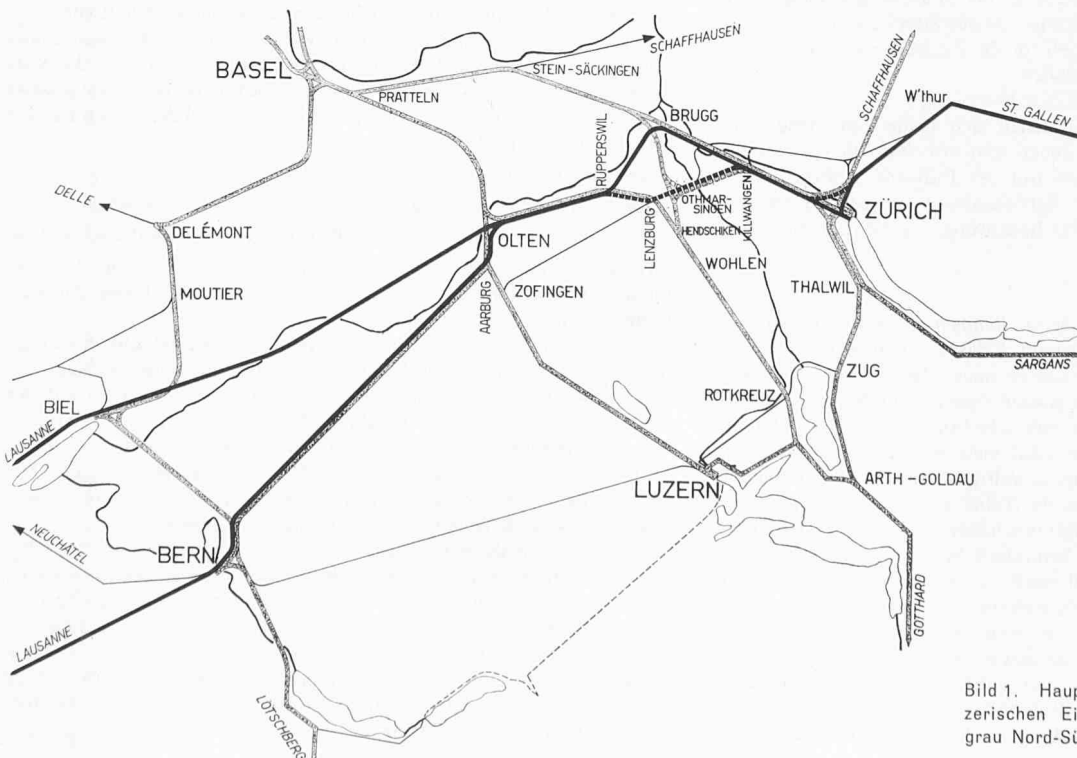


Bild 1. Hauptverkehrsströme auf dem schweizerischen Eisenbahnnetz: schwarz West-Ost, grau Nord-Süd

Zur Entlastung der Gemeinschaftsstrecke Olten-Rupperswil sehen wir vor, in Zukunft einen Teil des Südbahnverkehrs über die Bözberglinie zu führen. Wir haben den Bau eines Viaduktes über den Westkopf des Bahnhofes Brugg eingeleitet, welcher die Bözberglinie mit der Linie nach Birrfeld direkt verbindet. Auf diese Weise soll die aargauische Südbahn (die stärkstenbelastete Zufahrtslinie zum Gotthard) von Wohlen über Othmarsingen-Birrfeld und den Bözberg eine neue Verbindung mit Basel erhalten, die von der Ost-West-Transversale vollständig unabhängig ist. In dieses Programm gehört auch der Ausbau der Strecke Wohlen-Rotkreuz auf Doppelspur und die Beseitigung ihrer niveaugleichen Kreuzung mit der Linie Zug-Luzern in Rotkreuz. Mit dieser Umleitung eines Teiles des Nord-Süd-Verkehrs und insbesondere der direkten Gotthardgüterzüge über den Bözberg erfährt die heute wesentlich stärker belastete Hauensteinbasislinie eine Entlastung, die nicht nur dem Knotenpunkt Olten und der Gemeinschaftsstrecke Olten-Rupperswil, sondern auch dem Verkehr Basel-Olten-Bern-Lötschberg und Basel-Olten-Luzern zugute kommen wird.

Der Abschnitt Brugg-Zürich schliesslich kann entlastet werden durch den Bau der neuen Heitersberglinie mit der neuen zweiten Doppelspur Killwangen-Zürich.

Damit komme ich zu den *Ausbauprojekten im Zürcher Raume*. In Zürich selbst wird der erste Schritt darin bestehen, den mit dem Personenbahnhof eng verzahnten Rangierbahnhof herauszulösen und im Limmattal eine neue Anlage zu erstellen. Die damit in Aussicht genommene Auflockerung im Raume von Zürich, durch die neue Leitung der Güterverkehrsströme von und nach der Ostschweiz einerseits sowie von und nach der Zentralschweiz andererseits, ist ein weiteres typisches Beispiel für die angestrebte Entflechtung in stark belasteten Knoten.

Damit im Zusammenhang steht die eingeleitete Netzerweiterung durch den Bau einer neuen Verbindungslinie zwischen Oerlikon und Altstetten und den neuen geplanten Durchstich durch den Heitersberg für die direkte Verbindung von Killwangen nach Mägenwil mit anschliessendem Ausbau der alten Nationalbahnstrecke bis in den Raum von Lenzburg. Dadurch werden wir einen leistungsfähigen Anschluss aus dem Raum Limmattal an die Südbahn und an die Bözberglinie erhalten, und wir können dann den stark belasteten Abschnitt Baden-Brugg mit jenen Zügen umfahren, die dort keine Aufgaben zu erfüllen haben. Bis die Entlastung des Knotens Zürich Wirklichkeit wird, soll auch hier die neue Sicherungsanlage, die nächstes Jahr in Betrieb genommen werden soll, mithelfen, mehr als bisher aus den bestehenden Anlagen herauszuholen.

Gestatten Sie mir zum Abschluss noch einige allgemeine Bemerkungen: Ich habe einleitend darauf hingewiesen, dass die Betriebsführung als diejenige Tätigkeit eines Verkehrsunternehmens bezeichnet werden muss, welche die zur Verfügung stehenden Mittel personeller, organisatorischer und technischer Art zum Zwecke der Raumüberwindung einsetzt. Die Betriebsführung ist damit ein sehr wichtiges Teilgebiet unternehmerischer Tätigkeit. Sie bedarf der sinnvollen Ergänzung durch eine Tarifpolitik, welche den Absatz jener Leistungen fördert, die ertragreich sind und die uns die Mittel liefern, um den gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen, die uns auferlegt sind, genügen zu können, ohne die Eigenwirtschaftlichkeit des Gesamtunternehmens in Frage zu stellen. Das hat mit Technik nun aber nichts mehr zu tun, ist aber für das gesunde Gedeihen der Bundesbahnen von nicht geringerer Wichtigkeit.

Adresse des Verfassers: *Otto Wichser*, dipl. Ing. ETH, Generaldirektor SBB, Bern.

## Standortprobleme von Kernkraftwerken in der Schweiz

Von **M. J. Klaentschi**, dipl. Ing. ETH, Baden

DK 621.093.006

### Zusammenfassung

Standortprobleme von Kernkraftwerken umfassen einen weiten Bereich von Fragen, die sich gegenseitig beeinflussen. Es wurde versucht, auf Grund von Annahmen über Reaktortyp, Art der Kühlung und unter Berücksichtigung der bekanntesten Sicherheitsempfehlungen für Kernkraftwerksstandorte, die Regionen in der Schweiz abzugrenzen, die für solche Standorte in Betracht gezogen werden könnten. Die Leistungsgrösse des Kernkraftwerkes wurde auf 200 MWe<sup>1)</sup> festgesetzt. Zusätzlich zu untersuchende Problemkreise werden kurz erwähnt.

Es zeigt sich, dass in der Schweiz bei Annahme von Flusswasserkühlung solche Standorte nur in beschränkter Zahl vorhanden sind. Werke mit einer Einheitsleistung von 1000 MWe sind nur an den Unterläufen von Rhein, Aare und Rhone möglich. Die Frage der Kraftwerksfolge am gleichen Flusslauf wird erwähnt und auf die Vorteile weniger Kernkraftwerke von möglichst grosser Gesamtleistung hingewiesen. Weiter werden Detailuntersuchungen verschiedener Fragenkomplexe im Rahmen von Standortsplanungen für Kernkraftwerke in der Schweiz angeregt.

### 1. Einleitung

In der kurzen Zeitspanne von zwanzig Jahren, die seit der Inbetriebsetzung der ersten Reaktoranlage verfließen sind, hat sich bereits eine ansehnliche Erfahrung im Betrieb solcher Anlagen angesammelt. Wie Tabelle 1 zeigt, erreichte Ende 1963 die Betriebszeit sämtlicher Reaktoranlagen über 500 Reaktorjahre. Fachleute und Öffentlichkeit sind sich der Möglichkeiten, die die Kernenergie zu bringen in der Lage ist, gewahr geworden und setzen sich mit den Fragen der Kernenergie auseinander. Mit der wachsenden Zahl von Reaktoranlagen wächst auch das Bedürfnis nach einer Überprüfung und Vereinfachung der Empfehlungen über die Reaktorsicherheit, der Umhüllung und der Standortvorschriften [1]. Die Zunahme der Reaktorbetriebszeit und die damit gegebene umfassendere Erfahrung bringen weitere wertvolle Grundlagen in dieser Hinsicht. Die bekannt gewordenen guten Erfahrungen mit Kernkraftwerken helfen, Vertrauen und Verständnis der Öffentlichkeit zu vertiefen und legen so Grundlagen für eine fruchtbare Mitarbeit. Die wirtschaftlichen Vorteile, die sich beim Bau von Kernkraftwerken ergeben, die keine Luftverschmutzung bringen, also nahe bei Lastzentren aufgestellt werden können, erwecken

das Interesse von weiten Bevölkerungskreisen. Trotzdem ist bei der Festlegung von Standorten immer wieder mit lokaler Opposition zu rechnen. Vermehrte Aufklärung über die Sicherheit von Kernkraftwerken und deren Standortmöglichkeiten erscheinen daher nötig. Die vorliegende Studie soll ein Beitrag zur Klärung der Frage nach den in der Schweiz möglichen Standorten von Kernkraftwerken sein.

Die Wahl des Standortes eines Kernkraftwerkes ist von einer Reihe von Grössen abhängig, die nachfolgend näher betrachtet werden sollen.

### 2. Leistung des Kraftwerkes bei Vollausbau und Inbetriebsetzungs-Termin

Die Gesamtleistung kann bestimmt werden auf Grund von Abschätzungen über den künftigen Strombedarf. Im Rahmen des gesamtschweizerischen Verbrauchs wurde, ausgehend von den vorhandenen statistischen Unterlagen, von der Motor-Columbus-Aktiengesellschaft in Baden eine derartige Prognose aufgestellt [2]. Das Resultat zeigte, dass abgesehen von kurzzeitigen, die Dauer von drei Jahren nicht übersteigenden Perioden, die Produktion elektrischer Energie in den letzten 50 Jahren eine jährliche Zuwachsrate von 5,9% aufweist. Dieser Wert ermöglichte die Abschätzung des zukünftigen Bedarfs. Unter Einschluss der bekannten thermischen Kraftwerksbauprojekte und der ausbaufähigen Wasserkraftanlagen kann angenommen werden, dass in den nächsten 8 bis 10 Jahren drei Kernkraftwerke von 250 MWe Einheitsleistung zu bauen sein werden, dass diese in der Periode von 1973 bis 1980 durch drei weitere Einheiten von 500 MWe ergänzt werden müssen und dass bereits im Jahre 1980 Einheitsleistungen von 1000 MWe vorzusehen wären. Die für die Bestimmung des Standortes massgebende Einheitsleistung ist demnach heute etwa 250 MWe, mindestens aber 200 MWe, was der unteren Grenze der Wirtschaftlichkeit erprobter Reaktoren entspricht.

Tabelle 1. Reaktorbetriebsjahre

Jahr	Reaktorbetriebsjahre
1943	0
1950	25
1955	75
1960	250
1963	520

<sup>1)</sup> e weist hin auf elektrische Abgabeleistung.