

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 49 (1958)

**Heft:** 1

**Artikel:** Unfallverhütung und öffentliche Beleuchtung

**Autor:** Borel, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059698>

#### 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:** 15.01.2026

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

dass dieser nur wenig verschieden ist vom ersten Eigenwert der gestossenen Wicklung für sich allein (ohne Sekundärwicklung). Es gilt daher angenähert  $\beta_1 \approx \pi/2$  für die Wicklung mit offenem Ende und  $\beta_1 \approx \pi$  für die Wicklung mit geerdetem Ende.

Was die Berechnung der Amplituden der Eigenfunktionen anbelangt, soll auf die Arbeit [4] verwiesen werden.

#### Literatur

- [1] Heller, B., J. Hlavka und A. Veverka: Die Eigenfrequenzen der einlagigen Zylinderspule bei Spannungsstössen. Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 24, S. 951...957.

- [2] Vitins, J.: Die Schwingungsgleichungen eines idealisierten Hochspannungstransformators. Arch. Elektrotechn. Bd. 41 (1954), Nr. 6, S. 301...312.

- [3] Abetti, P. A., G. E. Adams und F. J. Maginniss: Oscillations of Coupled Windings. Trans. AIEE Part 3: Power Apparatus and Systems, Bd. 74(1955), Nr. 17, S. 12...21.

- [4] Heller, B.: Die freien Schwingungen zweier elektrisch und magnetisch gekoppelter Spulen. Acta techn., Prag Bd. 1 (1956), Nr. 1, S. 11...54.

- [5] Veverka, Chládek, Franzl: Volné kmity dvouvinutového transformátoru při napěťovém rázu. Práce Ústavu pro elektrotechniku ČSAV IV, 1956, S. 21. Prag: Verlag ČSAV.

#### Adresse des Autors:

Ing. Dr. B. Heller, II. Václavské Nám. 55, Praha (Tschechoslowakei).

## Unfallverhütung und öffentliche Beleuchtung

Von P. Borel, Bern

614.8 : 628.971.6

Der erste Teil des Aufsatzes befasst sich mit dem Umfang, der Verteilung und der Schwere der Nachtunfälle im Strassenverkehr. Es ergeben sich nützliche Feststellungen über die Notwendigkeit, gewisse Strecken oder Gefahrenstellen zu beleuchten. Der zweite Teil zeigt auf Grund verschiedener schweizerischer und ausländischer Untersuchungen, dass eine gute, ortsfeste Beleuchtung eine grössere Sicherheit des Verkehrs schafft.

La première partie de l'article fait état de recherches sur les proportions, la répartition et la gravité des accidents nocturnes de la circulation routière. Il en découle d'utiles constatations concernant la nécessité d'éclairer certains tronçons ou points particuliers du réseau routier. Dans la deuxième partie il est démontré, d'après des résultats d'enquêtes menées en Suisse et à l'étranger, que l'installation d'un bon éclairage public provoque un accroissement de la sécurité du trafic.

### 1. Verkehr und Unfälle bei Dunkelheit

Der Strassenverkehr birgt bedeutend mehr Gefahren bei Dunkelheit als bei Tageslicht. Es ist jedoch schwer festzustellen in welchem Grade die Unfallgefahr sich bei Dunkelheit erhöht, da die Verkehrsverhältnisse bei Tag und bei Nacht sehr verschieden sind. Ein holländischer Fachmann [1] hat nach einem gründlichen Studium der Unfälle in seinem Land festgestellt, dass die Anzahl Unfälle, bei ungefähr gleicher Verkehrsmenge und Verkehrs zusammensetzung bei Dunkelheit zweimal so hoch ist wie bei Tageslicht.

Dieser Experte hat nachstehende Tabelle I publiziert, welche die Verkehrsverteilung und Anzahl der Verkehrsunfälle entsprechend der Zeit des Tageslichts, der Dämmerung und der Dunkelheit zeigt.

*Verkehrsverteilung und Anzahl der schweren Unfälle (mit Schwerverletzten und Toten) in den Jahren 1950 bis 1953 auf den Hauptstrassen der Niederlande*

Tabelle I

Zeit	Verkehr %	Unfälle %
Tageslicht . . . . .	77,5	75,0
Dämmerung . . . . .	4,5	3,6
Dunkelheit . . . . .	18,0	21,4
Total . . . . .	100,0	100,0

Es scheint wenig wahrscheinlich, dass die Unterschiede zwischen Holland und der Schweiz von Bedeutung sind. Trotzdem kann der Unterschied der Arbeitszeiten und der geographischen Breite eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen.

Gemäss Erhebungen des Eidg. Oberbauinspektors beträgt der Verkehr auf unsren Hauptstrassen zwischen 21.00 und 07.00 Uhr nur ca. 13 % des totalen Verkehrs während 24 Stunden. Unter Einrechnung der kurzen Wintertage wäre der Anteil des Verkehrs, der sich effektiv bei Dunkelheit abwickelt, etwas grösser.

Wie steht es mit den Nachtunfällen auf dem schweizerischen Strassenennet? Die Prüfung von 2500 Polizeirapporten ergab die in Tabelle II enthaltenen Resultate. Man sieht daraus, dass etwa ein Drittel der Unfälle bei Nacht passieren. Dieses Verhältnis variiert beträchtlich, je nach Art der Unfälle. Bei Dunkelheit vermehren sich speziell die Unfälle durch Kollisionen mit festen Hindernissen, stationierten Fahrzeugen, mit Tieren und Fußgängern. Auch in Frankreich [2] schätzt man den Anteil der Nachtunfälle auf ca. 30 %.

*Verteilung von Unfällen verschiedener Art bei Tageslicht, bei Dunkelheit und bei Dämmerung in der Schweiz*

Tabelle II

Unfallarten	bei Tageslicht %	bei Dämmerung %	bei Dunkelheit %
Total Unfälle	ca. 63	4	33
Zusammenstösse von Fahrzeugen	ca. 74	5	21
Anprall an feststehende Objekte	ca. 31	3	66
Anprall an stationierte Fahrzeuge	ca. 43	11	46
Sturz von Fahrzeugen infolge Schleudern oder Abweichen von der Fahrbahn	ca. 58	4	38
Anfahren oder Überfahren von Fußgängern	ca. 52	5	43
Anfahren oder Überfahren von Tieren	ca. 38	7	55
Andere	ca. 80	—	20

Eine Untersuchung des Eidg. Statistischen Amtes über die tödlichen Unfälle im Jahre 1956 (994 Unfälle) gibt ein Bild über die Schwere der Tages- und Nachtunfälle. Die Proportionen sind ähnlich denjenigen der Gesamtunfälle. Die Verhältniszah-

len der tödlichen Unfälle sind wie folgt: Bei Tage 61 %, bei Nacht 32 %, bei Dämmerung 7 %.

Es scheint, dass die Nachtunfälle nicht schwerer sind als die Tagesunfälle.

*Die lokalen Verhältnisse* auf gewissen Strassenstücken oder an einzelnen besonderen Stellen des Strassennetzes können einen grossen Einfluss auf die Nachtunfälle haben.

*Prozentsatz der Nachtunfälle für verschiedene Arten von Unfällen auf bestimmten Strassenstücken oder bei einzelnen Punkten*  
Tabelle III

Straßenstück oder einzelner Punkt	Unfallart	Anteil der Nachtunfälle %	Bemerkungen
Hauptstrasse ausserorts. Gerades, ebenes Teilstück, bombiert, ohne Trottoir und ohne Radfahrerstreifen	Am Strassenrand gehende Fußgänger von hinten angefahren. Radfahrer von hinten angefahren	90 72	Keine öffentliche Beleuchtung
Hauptstrasse ausserorts. Gerades Teilstück mit unterschiedlicher Breite	Unfälle unter Beteiligung von: 1. Stationierten Fahrzeugen 2. Landwirtschaftlichen Fahrzeugen	50 64	Keine öffentliche Beleuchtung
Überlandstrasse mit grossem Verkehr	Unfälle jeder Art	44	Teilweise beleuchtet
Bergstrasse (Durchschnitt von verschiedenen Alpenpässen)	Unfälle jeder Art	5	Touristenverkehr
Städt. Hauptverkehrsader mit grossem Lokal- oder Durchgangsverkehr (Durchschnitt von 15 Strassen in 11 mittleren Städten)	Unfälle jeder Art	25	Minimum (Strasse mit einer guten Beleuchtung) 16% Maximum (Strasse mit Lampen in grossen Abständen) 32%
Kreuzung (Durchschnitt von 1000 Unfällen bei mehr als 100 Kreuzungen innerorts und ausserorts)	Unfälle jeder Art	18	—
Niveauübergänge: 1. Unbewacht (St.-Andreas-Kreuz) 2. Mit optischen Signalen (Blinklichter) 3. Mit Barrieren	Unfälle jeder Art Unfälle jeder Art Unfälle jeder Art Zusammenstösse mit geschlossenen Barrieren	15 6 57 75	Zusammenstösse mit Barrieren: bei Tageslicht 40% der Unfälle, bei Dunkelheit 90% der Unfälle

Aus Tabelle III sind solche Einzelheiten ersichtlich. Man beachte speziell den grossen Prozentsatz der nachts von hinten angefahrenen Fußgänger, die auf der rechten Strassenseite einer vielbefahrenen Strasse ohne Trottoir gingen. Auch die Radfahrer sind nachts auf den Hauptstrassen sehr gefährdet. Auf den Bergstrassen dagegen ist der Nachtverkehr so schwach, dass sich nur 5 % der Unfälle nachts ereignen, während auf einer sehr viel befahrenen Städte-Verbindungsstrasse im Unterland der Anteil der Nachtunfälle 44 % erreicht. Immerhin ist zu bemerken, dass diese Resultate auf Grund einer verhältnismässig kleinen Anzahl Unfälle ermittelt wurden.

Besonders interessant ist die Feststellung in Tabelle III betreffend die Niveauübergänge. Die Blinklichtsignale sind nachts gut sichtbar, so dass der Anteil der Nachtunfälle klein ist. Dagegen ereignen sich auf Niveauübergängen mit Barrieren nachts mehr Unfälle als bei Tag. Von 10 Unfällen nachts auf bewachten Niveauübergängen sind 9 davon Kollisionen mit den Barrieren; bei Tage sind von 10 Unfällen nur 4 Kollisionen mit den Barrieren.

Die Schwere der Unfälle wechselt je nach den lokalen Verhältnissen. So hat man z. B. auf einer fast geraden Strecke einer unserer nicht beleuchteten Hauptstrassen festgestellt, dass im Verlaufe von 7 Jahren 38 % der verletzten und 56 % der getö-

teten Personen bei Nachtunfällen verunfallten. Letztere Zahl ist bedeutend höher als der gesamtschweizerische Durchschnitt, welcher bekanntlich ca. 32 % beträgt. In einem zur Hauptsache ländlichen Kanton hat die Polizei festgestellt, dass 45 % der tödlichen Unfälle im Jahre 1955 sich während der Nacht ereigneten. In einem Stadtteil war der Anteil der tödlichen Nachtunfälle im Jahre 1956

nur 22 %. Diese Werte, obwohl nur auf einer kleinen Anzahl Unfälle basierend, die nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen, zeigen doch den Einfluss der lokalen Verhältnisse und vielleicht zum Teil denjenigen der öffentlichen Beleuchtung.

## 2. Einfluss der öffentlichen Beleuchtung auf die Anzahl der Unfälle

Die Fachgruppe 5 — Öffentliche Beleuchtung — des Schweizerischen Beleuchtungskomitees (SBK) hat zusammen mit der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU) eine Studie unternommen zur Erbringung des Beweises, dass die öffentliche Beleuchtung eine beträchtliche Verminderung der Nachtunfälle bewirkt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tabelle IV enthalten.

Nicht alle Rapporte betr. Neuinstallationen von öffentlichen Beleuchtungen (216 Antworten sind auf den im Bulletin des SEV erschienenen Aufruf hin und als Antwort auf Zirkulare eingegangen) haben eine Verminderung der Unfälle gezeigt. Ein grosser Teil dieser Installationen bezog sich auf kurze Strassenstücke zweiter Klasse, auf welchen in den Jahren vor und nach der Einrichtung der Beleuchtung keine Nachtunfälle zu verzeichnen waren. Ausserdem sind Beleuchtungsanlagen im Zuge von Strassenausbau- und Modernisierungsarbeiten errichtet worden, und es ist daher nicht möglich fest-

## Veränderung der Unfälle vor und nach der Modernisierung der öffentlichen Beleuchtung

Tabelle IV

Gemeinde	Strasse oder Kreuzung	Länge des Teilstücks in km	Bau der Beleuchtungsanlage	Anzahl der Unfälle Tag Nacht	Relative Verminderung der Nachtunfälle % *)	Bemerkungen
La Chaux-de-Fonds	Av. Léopold Robert	1,5	vorher nachher	a) 28 32 b)	24	a) Zunahme der Tages- und Nachtunfälle in der ganzen Stadt während der gleichen Zeit: 50%.
Wädenswil	Seestrasse	6	vorher nachher	40 18 67 23 c)	24	b) Zusammenstöße bei Einmündungen nicht inbegriffen. (Einführung von STOP).
Chiasso	Corso S. Gottardo d)	1	vorher nachher	37 13 61 15	30	c) Vorher: davon 4 Radfahrer von hinten angefahren; nachher: keine Radfahrer angefahren.
Lugano	Corso S. Gottardo Via Cantonale C. Pestalozzi v. Pretorio v. Franscini v. Cattaneo	2,5	vorher nachher	52 20 61 14	40	d) Die Plätze Elvezia und Indipendenza sind nicht inbegriffen. e) Anzahl der Unfälle zu klein, um Schlüsse daraus zu ziehen.
Biel	Neuenburgstrasse Seevorstadt	1	vorher nachher	22 11 27 9	33	*) Die Abnahme der Nachtunfälle ist berechnet von der Anzahl Unfälle, die sich ereignet hätten, wenn die Nachtunfälle im gleichen Verhältnis wie die Tagesunfälle zugenommen hätten.
Urtenen/BE	Einmündung der Strassen von Lyss und Solothurn in die Strasse Zürich-Bern	—	vorher nachher	7 2 6 0	e)	Die Dauer der Vergleichsperioden sind von Strasse zu Strasse verschieden, aber jede Periode «vorher» entspricht einer gleichen Periode «nachher».
Lyss	Hirschenplatz	—	vorher nachher	1 6 9 4	e)	

zustellen, ob die Unfälle infolge des Strassenausbau oder der Errichtung einer Beleuchtung zurückgegangen sind. Die meisten Fälle, die im Detail untersucht wurden, mussten wegen der zu kleinen Anzahl Unfälle aufgegeben werden, da die daraus entnommenen statistischen Angaben zu ungenau und zu sehr dem Zufall überlassen gewesen wären. Dies war speziell bei Kreuzungen und Einmündungen der Fall.

Die Zunahme des Verkehrs ist berücksichtigt worden, indem der unterschiedliche Verlauf der Tages- und Nachtunfälle verglichen wurde. Eine Erhöhung der Zahl der Nachtunfälle ist dann als relative Verminderung zu werten, wenn die Zahl der Tagesunfälle in viel grösserem Ausmass zugenommen hat.

Gleiche im Ausland vorgenommene Untersuchungen ergaben analoge Resultate. Die in Tabelle V enthaltenen Beispiele sind den angegebenen interessanten Publikationen entnommen worden. Die auf der «Autoroute de l'Ouest de Paris» gemachten Beobachtungen verdienen eine spezielle Erwähnung, da die Frage der Beleuchtung der Autobahnen sich stellen wird.

## 3. Folgerungen

Nach den Angaben der letzten Tabellen IV und V kann gesagt werden, dass die Einrichtung einer guten Strassenbeleuchtung auf genügend langen Strassenstücken, eine Verminderung der Nachtunfälle um 25 bis 30 % bewirkte.

Es kann auch eine günstige Wirkung der Beleuchtung auf die Unfälle bei Kreuzungen und Einmündungen festgestellt werden. Eine grössere Anzahl Beispiele wäre jedoch nötig, um festzustellen, in welchem Ausmasse die Unfälle zurückgehen.

Die Tabelle III zeigt deutlich, dass gewisse Strassen oder einzelne Stellen bei Nacht besonders gefährlich sind. Das Studium der Unfälle sollte durch die Behörden betrieben werden, um festzustellen, für welche Stellen in ihrer Gemeinde oder ihrem Kanton die Einrichtung einer Beleuchtung am dringendsten ist. Die Notwendigkeit der Beleuchtung aller Barrieren von Niveauübergängen ist eindrücklich unter Beweis gestellt worden.

Die Erstellung von Beleuchtungsanlagen ist kostspielig. Eine eingehende Untersuchung hat jedoch

## Festgestellter Rückgang der Unfälle im Ausland nach der Verbesserung der öffentlichen Beleuchtung

Tabelle V

Stadt oder Land	Strassenstück	Unfallart	Verminderung der Nachtunfälle in %	Quellenangabe
London	Ergebnis von 8 Strassen	jeder Art	30	(3)
Trenton (New Jersey)	Ergebnis von 33 Kreuzungen	jeder Art Fussgängerunfälle	34,5 52,5	(4)
Indianapolis	1 Strasse von 1 Meile Länge	jeder Art	36	(5)
Hartford (Connecticut)	Das gesamte Strassennetz der Stadt	jeder Art Fussgängerunfälle	30,6 69,2	(6)
USA	Diverse Strassenstücke und Autobahnen	tödliche Unfälle	88	(6)
Frankreich	Autoroute de l'Ouest de Paris	jeder Art	26 a)	(7)

a) Gleichzeitige Zunahme der Nachtunfälle auf einem unbeleuchteten darauffolgenden Teilstück: 20%

gezeigt, dass die Auslagen für die Modernisierung der Beleuchtung von 205 Meilen der Strassen in Chicago innert weniger als 5 Jahren durch die Einsparungen der verhüteten Unfälle [8] wettgemacht wurden.

Die Zahl der neuen Beleuchtungen steigt rasch in unserem Land. Leider muss man sehr oft feststellen, dass die Anlagen zu wenig grosszügig gebaut werden, und das Ziel einer grösseren Verkehrssicherheit nicht erreicht wird. Die beleuchteten Strassen weisen zu viele dunkle Stellen auf, in welchen die Fussgänger und Radfahrer dem Auge des Automobilisten entzweigen. Diese Lichtverhältnisse veranlassen die Automobilisten mit Scheinwerferlicht zu fahren, wodurch sie sich gegenseitig blenden. Dadurch wird die Verkehrssicherheit nicht erhöht und die Auslagen für die Einrichtung und den Unterhalt der Beleuchtungsanlage sind vergeblich.

## Literatur

- [1] Gils, J. F. L. van: Internationale Studienwoche für Straßenverkehrstechnik 1956 in Stresa, organisiert durch die OTA und AIPCR. Thema IV.
- [2] Elkouby, J.: Les accidents corporels de la circulation en 1955. Rev. gén. des Routes et des Aérodromes Bd. 26(1956), Nr. 299, S. 77.
- [3] Tanner, J. C. und A. J. Harris: Road Research Laboratory of England. Kongress CIE, 13. Session, Zürich 1955. (Separate Publikation) S. 1...21.
- [4] Rieker, G. W.: Getting Results through Traffic Engineering. Booklet III. Case Study Nr. 58. New York: National Conservation Bureau; Traffic Division.
- [5] Blythe, J. D.: Night Visibility 1956. Bull. 146 des «Highway Research Board». Publ. 438 der «National Academy of Sciences». S. 1...7.
- [6] Anonym: Effets sur les accidents de l'éclairage des rues et des chaussées. Rev. internat. de la Circulation et de la Sécurité Routière Bd. 4(1956), Nr. 2, S. 37...43.
- [7] Buffévent, M. de: in Rev. gén. des Routes et des Aérodromes Bd. 25(1955), Nr. 278, S. 52...53.
- [8] Wyatt, Fr. D. und Ed. Lozano: Night Visibility 1956. Bull. 146 des «Highway Research Board». Publ. 438 der «National Academy of Sciences». S. 51...55.

## Adresse des Autors:

P. Borel, Ingenieur, Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Schauspitzgasse 33, Bern.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Die Elektrifizierung der Japanischen Staatsbahnen mit Einphasenwechselstrom von 50 Hz

621.331.3.025.1 : 625.1(52)

Die totale Betriebslänge des Japanischen Staatsbahnenetzes beträgt heute rund 20 000 km, davon werden etwa 2000 km mit Gleichstrom von 1500 V elektrisch betrieben. Die elektrifizierten Strecken der Japanischen Staatsbahnen weisen einen ziemlich dichten Verkehr auf, der sich auf ungefähr 30 % desjenigen des gesamten Netzes beläuft. Im Zuge der Modernisierung des Eisenbahnwesens kommt auch der Umstellung weiterer Strecken auf elektrischen Betrieb eine wichtige Rolle zu. Die in Japan durchgeföhrten Untersuchungen ergaben nun — in Übereinstimmung mit den Feststellungen in anderen Ländern —, dass die Ausdehnung des Gleichstromsystems mit 1500 V die Aufwendung ganz beträchtlicher Summen für die ortsfesten Anlagen der elektrischen Zugförderung (Unterwerke und Fahrleitungen) erfordern würde. Aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus wurde deshalb die Verwendung einer höheren Fahrleitungsspannung (3000 V) ins Auge gefasst. Um auch unter diesen Verhältnissen Erfahrungen sammeln zu können, wurde in den Jahren vor dem zweiten Weltkrieg die Strecke Söul-Wönsan, die vom Gelben Meer an das Japanische Meer auf der Halbinsel Korea führt, auf 3000 V Gleichstrom umgestellt (Betriebslänge etwa 200 km). Die Erhöhung der Fahrleitungsspannung wirkte sich jedoch nicht im erwarteten Sinne aus, denn es liess sich keine eindeutige Überlegenheit gegenüber dem bisherigen System von 1500 V feststellen.

Nach der Beendigung des zweiten Weltkrieges mit dem Verlust der Halbinsel Korea wurden die Studien für einen eventuellen Übergang von 1500 V auf 3000 V Gleichstrom als Fahrleitungsspannung wieder aufgenommen. Es zeigte sich jedoch bald, dass auf diesem Wege eine technisch und wirtschaftlich befriedigende Lösung nicht zu erreichen war. Deshalb wurde das Gleichstromsystem aufgegeben und das Einphasen-Wechselstromsystem mit Industriefrequenz in Betracht gezogen, das bei der Ausführung der ortsfesten Anlagen eine erhebliche Reduktion des Kapitalaufwandes gestattet.

Im Jahre 1953 wurde eine besondere Kommission zur Behandlung des Problems der Einführung des Einphasen-Wechselstromsystems mit Industriefrequenz ins Leben gerufen. Sie liess eine rund 30 km lange Versuchsstrecke mit den erforderlichen Einrichtungen für einen Probefahrt ausrüsten, wobei als Triebfahrzeuge Lokomotiven mit Gleichrichtern und solche mit Direktmotoren vorgesehen wurden. In wirtschaftlicher Hinsicht wurde festgestellt, dass bei den Kapitalkosten gegenüber dem Gleichstromsystem eine Einsparung von rund 35 % möglich sei.

Im Hinblick auf den geringeren Kapitalbedarf des Einphasensystems mit Industriefrequenz ist ferner ein Umbau der heute mit Gleichstrom von 1500 V betriebenen Strecken vorgesehen. Da jedoch dafür ein ziemlicher Kapitalaufwand nötig ist, wird die Umstellung einige Zeit erfordern und nur schrittweise erfolgen können.

In einer ersten Etappe sollen nach dem von den Japanischen Staatsbahnen bekannt gegebenen Plan zunächst 3300 Streckenkilometer auf elektrischen Betrieb umgestellt werden. Dabei sollen über 2600 km mit Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz betrieben werden, während die restlichen 700 km Strecken betreffen, deren Umstellung auf Gleichstrom bereits früher in Angriff genommen wurde. In einer späteren Ausbaustufe sollen nochmals 5000 km auf Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz umgebaut werden, so dass dann rund 50 % des Netzes der Japanischen Staatsbahnen elektrisch betrieben werden können.

Es ist vorgesehen, die Fahrleitungen von den Unterwerken aus mit einer Spannung von 20 kV zu speisen. In den Unterwerken wird die Scottsche Schaltung angewendet, um die Unsymmetrien im speisenden Dreistromnetz als Folge der einphasigen Belastungen möglichst zu verringern. Die Fahrleitungsspannung von 20 kV wurde aus verschiedenen Überlegungen heraus gewählt. Einmal ist dieser Wert in Japan für die Allgemeinversorgung normal, so dass sich vorhandenes Konstruktionsmaterial (Apparate, Schalter usw.) ohne weiteres verwenden lassen. Außerdem besitzen die Japanischen Staatsbahnen eine grosse Zahl Brücken und Tunnel; ihr Netz ist schmalspurig gebaut. Im Hinblick auf die Einhaltung der erforderlichen Abstände war es deshalb gegeben, wegen des geringeren Lichtraumprofils gegenüber der Praxis in Europa (25 kV bei Normalspur) eine Reduktion der Fahrleitungsspannung um 5 kV vorzunehmen. Der gegenseitige Abstand benachbarter Unterwerke wird ungefähr 50 km betragen. Diese Distanz wurde im Hinblick auf die Einhaltung bestimmter Spannungsabfälle in den Fahrleitungen sowie auf die Möglichkeiten zur Speisung der Unterwerke aus den vorhandenen Drehstromnetzen gewählt.

Bei den Fahrleitungen besitzt das Tragseil einen Querschnitt von 55 mm<sup>2</sup> Kupfer; für den Fahrdraht ist ein solcher von 110 mm<sup>2</sup> gewählt worden. Im Hinblick auf die hohe Fahrleitungsspannung ist — im Gegensatz zur Gleichstromtraktion von 1500 V — kein besonders grosser Aufwand an Kupfer erforderlich, so dass die Fahrleitungen leicht werden und konstruktiv eine elegante Lösung darstellen. Im Hinblick auf den grossen Unterwerkabstand von rund 50 km werden an geeigneten Stellen in den Bahnhöfen Sektionierungen in die Fahrleitungen eingebaut, damit bei Störungen oder bei Unterhalt- und Reparaturarbeiten nur ein möglichst kleines Gebiet spannungslos gemacht werden muss.