

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 66 (1975)

Heft: 7

Artikel: Probleme der Hoch- und Niederspannungsnetze einer Stadt

Autor: Jud, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915274>

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: 30.01.2025

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

Ich persönlich bin der Auffassung, dass wir uns mit dem Problem für eine möglichst wirtschaftliche Neukonzeption unserer Mittel- und Niederspannungsverteilstetze allen Schwierigkeiten zum Trotz ernsthaft auseinandersetzen müssen. Eine vereinfachte Netzbauweise z. B. durch Einsatz von Kompaktstationen und den Bau von Strahlennetzen ohne Vermaschung der Sekundärnetze bei eventuellem Betrieb der Transformatoren mit Überlast an den kältesten Tagen sollte eingehend geprüft werden.

Es sollte im Zusammenhang mit den Netzbauproblemen auch berücksichtigt werden, dass der allgemeine Bedarf nach

elektrischer Energie im Haushalt durch erhöhte Komfortansprüche weiter ansteigen wird. An erster Stelle dürfte sich ein vermehrter Bedarf nach voll integrierter Wärmenutzung innerhalb der Gebäude ergeben. Darüber hinaus werden immer mehr Klimaanlageanlagen zur Fernhaltung von Umwelteinflüssen wie Lärm usw. zum Einsatz gelangen. Auch dürfte die elektrische Heizung von Freibädern vermehrtes Interesse finden.

Adresse des Autors:

U. V. Büttikofer, Direktor der Gesellschaft des Aare- und Emmentalskanals (AEK), 4500 Solothurn.

Probleme der Hoch- und Niederspannungsnetze einer Stadt

Von K. Jud

Ausgehend vom heutigen Ausbau, den Belastungszonen, spezifischen Belastungen und deren Wachstum werden das Konzept der Hauptversorgung sowie die Auswirkung elektrischer Heizungen auf das Verteilnetz aufgezeigt. Nach Darstellung des städtischen Gesamtenergiekonzeptes wird auf den Ausbau der elektrischen Anlagen zur Übernahme von Substitutionsenergie eingetreten.

Im Prinzip besteht ein städtisches Elektrizitätswerk aus den gleichen Elementen wie jedes andere Elektrizitätswerk, und doch finden wir besondere Akzente.

Die sich aus der engen Bebauung ergebende Energiemenge und -dichte verlangt für die Energiezuführung zur Stadt eine möglichst hohe Spannung. Technik, Preis und bisher auch die Platzverhältnisse ergaben die Lösung: *Mit mehr als 150 kV nur bis an den Stadtrand.*

Die grossen Städte haben als Ziel, von der Reihe 150 kV bzw. 132 kV direkt auf die Verteilhochspannung (z. B. 10 kV) zu transformieren. Das heisst, jedes Unterwerk und seine Kabelverbindungen sind für diese Höchstspannungsreihe ausgerüstet, was bei noch höheren Spannungen nicht schätzbare Probleme mit sich bringen würde.

Die bisherigen Leistungseinheiten von 2, 3 oder 4×30 MVA verlangen hohe Kurzschlussfestigkeit auf der 10-kV-Seite von 750 bis 1000 MVA und ergeben viele Abgänge. In Bern z. B. gibt es Unterwerke mit bis zu 40 Abgängen, von denen jeder verschiedenen Sektoren zugeordnet werden kann. Die 10-kV-Abgänge, alles Kabel von 3×240 mm² Querschnitt, wovon also jedes bei einer Betriebsspannung von 11 kV etwa 6000 kVA abzutransportieren vermag, führen teilweise über eingeschlaufte Transformatoren- und Schwerpunktstationen zu einem andern Unterwerk.

Teilweise sind Leistungsverschiebekabel vorhanden, die direkt zu Schwerpunktstationen oder sogar Unterwerken führen. Alles ist darauf ausgerichtet, in jedem Fall praktisch jede Station von einer andern Seite her speisen zu können. Die Netze werden als Sternnetze betrieben. Das gibt einen einfachen Netzschutz mit Hauptstromprimärrelais. Ausnah-

ment bilden die parallelen Verschiebekabel, die mit Schnelldistanzschutz ausgerüstet sind.

Trotz grossen Querschnitten ergeben sich bereits beim heutigen Ausbau in City-Gebieten starke Kabelansammlungen mit den bekannten Erwärmungs- und Belastungsreduzierfaktor-Problemen. Zur höheren Ausnutzung des Kabelquerschnittes und zu gefahrlosen Unterspannungsarbeiten verwendet das EW Bern im Niederspannungsbereich Einleiterkabel ab 95 mm² aufwärts. Die Kabeltrassen werden immer als sogenannte Blöcke zu 4, 6, 8 oder mehr ausgeführt. Sie können für Hoch- und Niederspannungskabel verwendet werden. Weil der Tiefbauanteil der Trassen bereits 50 % der Kabelanlage kostet, werden die Trassen mit reichlich Reservekanälen ausgerüstet.

Belastungszonen, spezifische Belastungen und deren Wachstum

Belastungszonen, spezifische Belastungen und deren Wachstum

Die Beherrschung der Belastung in einer Stadt ist ein andauerndes Problem. Man kann es auf zwei Arten lösen:

1. Jedes Jahr die neuen Höchstbelastungsergebnisse auswerten und sich wiederum zum Zug neuer Mittelspannungshauptkabel entschliessen. Eigentlich ist das eine laufende Feuerwehrrübung, die, wie wir festgestellt haben, nie aufhört.

2. Die Beurteilung nach dem Lastentwicklungsfaktor.

In Bern haben wir vor kurzer Zeit Untersuchungen über Belastungszonen durchgeführt, die spezifischen Belastungen (kVA/a) eingezeichnet und einen Lastentwicklungsfaktor berechnet, der uns Aufschluss über den mutmasslichen Trend geben soll.

Für die Lastentwicklung haben wir eine Periode von 17 Jahren untersucht und erhielten die Zahlen gemäss Tabelle I.

Auswirkungen elektrischer Heizungen auf das Verteilnetz

Schon frühzeitig, vielleicht etwas beeindruckt von der deutschen Praxis her, hat das EW Bern Einzelanlagen abgeschlossen. Wir gingen und gehen nur soweit, als es die Netzverhältnisse gestatten. Wenn wir Heizanschlüsse ablehnen mussten, sind wir nie auf Hindernisse gestossen.

In einigen Fällen haben wir in «rein elektrischen Einfamilien- und Reihenhauses-Gebieten» (keine Gasnetze vorhanden) bei Anhäufung von Anfragen sogar das effektive Interesse auf dem Umfrageweg abgeklärt und Projekte ausgearbeitet.

Städtisches Energiekonzept

Nicht etwa, weil man sonst nicht «in» ist, sondern weil es wirklich nötig wird, die Energieprobleme einer Stadt aus einer Gesamtsicht zu betrachten, studiert man für Bern ein Gesamtenergiekonzept.

Durch eine umweltgerechte Energieerzeugung und Anwendung soll die Summe der Immissionen und Emissionen auf ein minimales, erträgliches Mass beschränkt werden. Dies soll erreicht werden durch:

1. Nutzung sinnvoll erscheinender Energiearten unter Anstrengung einer möglichst weitgehenden Diversifikation.
2. Wirtschaftlichsten und umweltgerechten Einsatz der verschiedenen Energien für die Produktion.
3. Einführung der Fernwärmeversorgung in zusammenhängenden Baugebieten mit grosser Wärmedichte.
4. Ersatz der Einzelöl- und Kohleheizungen durch umweltfreundliche Systeme.
5. Möglichst wenig Netze.
6. Bereitstellung der notwendigen Energiemengen unter Berücksichtigung sparsamer und sinnvoller Verwendung.
7. Förderung der Fahrzeuge mit abgasfreien (umweltfreundlichen) Antrieben.
8. Frühzeitige Wahl geeigneter Standorte für Zentralen und Hauptleitungstrassen.
9. Aufstellung eines Planes für die Realisierung und die Bereitstellung der nötigen Finanzen.
10. Ergänzung und Schaffung notwendiger rechtlicher Grundlagen.

Was den Ersatz der Öl- und Kohleerzeugung durch umweltfreundliche Systeme anbetrifft, so wären im Bereich der Fernheiznetze die Öl- und Kohleheizungen abzusprechen und an das Fernheiznetz anzuschliessen, sobald sie ersatzbedürftig sind. Selbstverständlich nimmt man die Freiwilligen schon vorher.

In den Randgebieten, wo Fernheizungsanlagen unwirtschaftlich sind, wäre Gas oder Elektrisch vorzusehen.

Speziell zu studieren sind die bestehenden Überbauungen ohne Fernheiznetze hinsichtlich künftiger Einführung eines

regionalen Fernheiznetzes bzw. die Verwendung von Gas oder Elektrizität.

Das Energiekonzept soll eine wirtschaftlich optimale regionale Disposition der Haupt-Energie-Netze für Fernwärme, Gas und Elektrizität enthalten. Detailstudien in bezug auf Netze in bestimmten Überbauungszonen haben – wenn nötig – unter Beisein neutraler Sachverständiger zu erfolgen.

In bezug auf die Förderung der Fahrzeuge mit abgasfreien (umweltfreundlichen) Antrieben fördert die Stadt den öffentlichen Verkehr und bemüht sich, dessen Fahrzeuge mit umweltfreundlichen Antrieben zu versehen.

Sinnvolle und realisierbare Möglichkeiten umweltfreundlicher Antriebe für den übrigen Verkehr werden von den Energieversorgungsbetrieben unterstützt hinsichtlich Zulassung notwendiger Netzanschlüsse sowie Beschaffung und Verkauf der nötigen Energiemengen.

Neben den übrigen neuen Anschlüssen ergeben sich hier, langfristig gesehen, Substitutionsanteile.

Hingegen glauben wir heute schon daraus ableiten zu können, dass die Gebiete mit Fernheizung nur einen sehr beschränkten Anteil an elektrischer Heizwärme aufzunehmen haben; etwa im Rahmen der vorhandenen Netzkapazitäten und nur in Sonderfällen.

Für Gebiete ausserhalb des Bereiches der Fernheizung ist vom Gesamtwirtschaftlichkeitsstandpunkt aus abzuklären, ob Elektrizität, Gas oder beides in Frage kommt.

Ausbau der elektrischen Anlagen zur Übernahme von Substitutionsenergie

Wir glauben kurz- und mittelfristig in Fernheizgebieten nicht an eine Sonderdimensionierung zur Übernahme von Substitutionsenergie.

Langfristig, d. h. unter Berücksichtigung des privaten Verkehrs, scheint uns hingegen wichtig:

eine frühzeitige Platzvorsorge für

- a) innerstädtische Unterwerke 150/11 kV
- b) reichlich Reservekanäle in Kabeltrassen zur Verstärkung und Anpassung von Mittelspannungskabeln
- c) Querschnitt der Hauptkabel durchgehend 240 mm²
- d) Platzreserven in neuen Trafostationen und Überprüfen der Transformatoreinheiten von jetzt 630 kVA auf 1000 oder mehr kV A.

Ausserhalb der Fernheizgebiete gilt es langfristig gesehen und in Zusammenarbeit mit Stadtplanung und Gaswerk:

- a) Möglichst schon heute vorsorgen für Unterwerkstandorte
- b) 150-kV-Trassen sichern
- c) 10-kV-Kabelquerschnitte nur in Ausnahme- und abgeklärten Fällen unter 240 mm² wählen
- d) Trafostationen in dichter Folge vorsehen
- e) Niederspannungshauptkabel mit mehr als 100 % Reserve, 50 % Reservetrassen ausstatten
- f) Niederspannungsfreileitungen kurzfristig nur wenn unumgänglich jetzt verkabeln, d. h. erst wenn Gesamtenergiekonzept vorliegt. Dann grosszügige Lösungen und 50 % Reservetrassen wählen.

Adresse des Autors:

K. Jud, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Postfach, 3001 Bern.

Lastentwicklungstabelle für die innere Stadt

Tabelle I

Flächenbelastung Klasse kVA/a	Lastentwicklungsfaktor in 17 Jahren	Jährlicher Zuwachs %
0 – 6	1,32	1,75
6,1 – 9,0	1,54	2,73
9,1 – 12,0	2,08	4,68
12,1 – 25,0	1,90	4,09
über 25	1,38	2,03