

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93/94 (1929)
Heft: 22

Artikel: Zur Frage der Energieversorgung der Schweiz im Winter
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43355>

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: 17.05.2025

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

überaus richtigen konstruktivistischen Ideen zur Organisation und zum Verständnis weiterer Lebens-Zusammenhänge. Zu dieser Bescheidenheit in der Erkenntnis seiner Geltungsgrenzen hat sich der Konstruktivismus bisher nicht entschliessen können. Wenn man aber richtige Ideen eines Teilgebietes auf Ganze extrapoliert, so verkehrt sich Logik in Unsinn, und zwar noch durchaus auf der logischen Ebene selber, denn Erkenntnis des Geltungsbereiches einer logischen Aussage ist die erste Voraussetzung exakten Denkens. Die konstruktivistische Theorie betrachtet alle Lebensgebiete unter dem Gesichtspunkt des kleinen, auf materielle Notdürfte eingestellten architektonisch-technischen Teilgebietes, das zur Zeit besonders aktuell ist, und weil sich die weitaus zahlreichen Lebensäusserungen nicht unter dieser Kategorie begreifen lassen, muss man dann zu dem verzweifelten Mittel greifen, dieses ungeheuer vielfältige und ganz unrationelle Leben mit Polizei-Reglementen zu schikanieren.

In der konstruktivistischen Theorie ist alle Augenblicke von „Forderungen“ die Rede; die Gegenwart oder das Leben oder die Maschine oder sonst eine nebelhafte Instanz „fordert“, dass die Menschen dieses und jenes tun und denken, und wer es nicht tut, ist nicht „existenzberechtigt“. Es steckt immer der gleiche logische Trick hinter dieser scheinbaren Sachlichkeit, immer diese Unterscheidung von „richtigem“, „wirklichem“, „eigentlichem“ Leben und „unrichtigem“, „uneigentlichem“, „unberechtigtem“. Das Materielle, Maschinalistische, das ist natürlich das richtige und eigentliche; dem Gelderwerb und allem, was damit zu tun hat, dem Betrieb, der Reklame, dem stupiden Sport, sofern er nur von Massen ausgeübt wird, wird der Titel „Leben“ feierlichst verliehen, man berauscht sich an der Zahl, während alle geistigen Tätigkeiten und Künste blosser Zeitvertreib sind, geboren aus Langeweile und Pompbedürfnis. Nur vergisst man vor lauter Reglementiererei, dass es so irrationale Potenzen wie „Schicksal“ gibt, und durchaus unrationelle — und folglich existenz-unberechtigte — Erscheinungen, wie Glück und Unglück, Liebe und Hass, und Blumen, Wolken, Sterne und dergleichen unnötige Ornamente mehr. Und keine Diktatur der Maschine wird verhindern können, dass dieses ganze, volle und wirkliche Leben — nicht das „eigentliche“ des Konstruktivismus — Rationales und Irrationales friedlich nebeneinander gelten lässt, denn dieses Leben ist ja schon die Voraussetzung für alles Denken, vor aller Zerspaltung in rational und irrational, und nachher erst noch die Vereinigung des Gegensatzes.

Und so gleicht denn der Konstruktivist, der drauflos fordert und das Leben reglementiert, einem eifrigen Verkehrspolizisten, der den Vögeln den Weg vorschreiben will.

Peter Meyer.

Zur Frage der Energieversorgung der Schweiz im Winter.

Von Dr. Ing. MICHAEL SEIDNER, Budapest.

In den Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft wurde eine hochinteressante Studie über das gewichtige Problem der Energieversorgung des Landes im Winter veröffentlicht¹⁾, um „weitere Kreise anzuregen, bei der Lösung der für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft ungemein wichtigen Frage mitzuwirken.“ Die Bedeutung des Problems geht über die Landesgrenze hinaus; es sei daher erlaubt, zu dessen Lösung auch aus dem Auslande beizutragen.

Die in den erwähnten Mitteilungen erbrachten Feststellungen und Schlussfolgerungen sind etwa die folgenden. In wenigen Jahren wird bei Wassermangel im Winter ein recht bedenklicher Energiemangel eintreten. Für das Jahr 1930/31 wird der Jahresverbrauch — die Energieausfuhr mitgerechnet — auf 4700 Millionen kWh geschätzt; aus dieser Energiemenge können im wasserarmen Jahre von den Lauf- und Tagesspeicherwerken 3200 Mill., von den

Jahresspeicherwerken 480 Mill. und durch Ankauf sowie kalorisch 430 Mill. kWh gedeckt werden. Es wird sich somit ein Mangel von 580 Mill. kWh zeigen. Sofern nicht allzugrosse Uebertragungsentfernungen notwendig werden, kommt für die Beschaffung der Mangelernergie in erster Linie Wasserkraft mit Jahresspeicherung in Frage; die jährlichen Produktionskosten dieser Energie werden 6 bis 8 Rp./kWh betragen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen, die der Verfasser über Wasserkraft und Energiewirtschaft durchgeführt hat²⁾, sind kurz zusammengefasst die folgenden.

Die Kosten der Energieerzeugung können unter Umständen wesentlich reduziert werden dadurch, dass die kWh-reichen Grundteile der Belastung an Werken erzeugt werden, deren Betriebsausgaben möglichst gering sind, während die kWh-armen Spitzenteile von Werken gedeckt werden, deren Kapitaldienste möglichst niedrig sind. Die auf diese Weise gebildeten Grund- und Spitzenkraftwerke sollten bereits bei der Errichtung konstruktiv in einen Verbundbetrieb vereinigt werden.

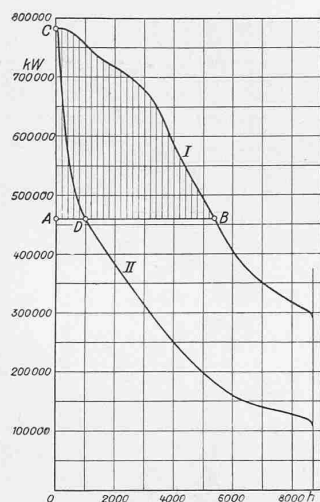
Bei Wasserkraftwerken entsteht eine Teilung der Energieerzeugung natürlicherweise. Der Wasserabfluss aus einem Einzugsgebiet verhält sich im trockensten, im durchschnittlichen und im nassesten Jahre im allgemeinen wie 1:1,5 bis 2:2 bis 3. Um daher die Wasserkräfte zur Deckung eines nicht anpassungsfähigen Bedarfes über dem Abfluss im trockensten Jahre ausnützen zu können, sollten alle Wasserkraftanlagen — sowohl Lauf-, als auch Speicherkraftwerke — mit kalorischen Werken in hydro-kalorische Verbundbetriebe vereinigt werden. Laufkraftwerke werden im Rahmen der Verbundbetriebe zur Erzeugung der Grundenergien herangezogen; die Ausbauleistung der Laufkraftwerke überschreitende Spitzenteile des Bedarfes, sowie die Ersatzenergien für den Fall eines Wassermangels, werden von den kalorischen Werken geliefert. Die Lage der Teilungslinie, somit der Ausbau des kalorischen Werkes, sollte gemäss der höchsten Wirtschaftlichkeit des hydro-kalorischen Verbundbetriebes bestimmt werden.

Die Konkurrenzfähigkeit eines derart konstruierten hydro-kalorischen Verbundbetriebes gegenüber einem kalorischen Kraftwerk gleicher Grösse kann durch Aufstellung der Erzeugungskosten beider Produktionsarten genau berechnet werden; sie kann jedoch — ohne dass man diese Rechnungen durchführen muss — aus einer leicht bestimm- baren Verhältniszahl beurteilt werden. Nehmen wir an, dass die im Durchschnittsjahr erzeugbare Energie eines Laufkraftwerkes h Rp./kWh und die selbe Energie, an einem kalorischen Werke gleicher Grösse erzeugt, k Rp./kWh kostet; die Verhältniszahl — die auch hydro-kalorischer Faktor genannt werden kann — bildet ein Mass zur Beurteilung der Konkurrenzfähigkeit des betreffenden Verbundbetriebes gegenüber der kalorischen Erzeugung. Die vom Verfasser an praktischen Beispielen durchgeführten Berechnungen zeigen, dass ein hydro-kalorischer Verbundbetrieb gegenüber einem kalorischen Werke gleicher Grösse noch konkurrenzfähig sein kann, solange der hydro-kalorische Faktor des Laufkraftwerkes 60 % nicht übersteigt; je niedriger der hydro-kalorische Faktor ausfällt, umso niedriger stellen sich die Kosten des Verbundbetriebes gegenüber denen der kalorischen Erzeugung.

Aus diesen Betrachtungen geht auch hervor, dass ein Vergleich der Produktionskosten der an einem Laufkraftwerk erzeugbaren unsicheren Rohenergie mit denen der anpassungsfähigen kalorischen Energie zu falschen Ergebnissen führen kann; der Vergleich sollte vielmehr zwischen Energien gleicher Qualität, somit zwischen den Produktionskosten des hydro-kalorischen Verbundbetriebes und denen eines kalorischen Werkes angestellt werden.

²⁾ „Die Spaltung der Energieerzeugung“ (in E. T. Z. 1928, Heft 17), „Die Flusskraftwerke in der Energieerzeugung“ (Wasserwirtschaft 1928, Heft 19 und 20), „Speicherwasserkraft als Spitzenkraftwerke“ (E. T. Z. 1928, Heft 42), „Die Konkurrenzfähigkeit von hydro-kalorischen Verbundbetrieben“ (in Wasserkraft und Wasserwirtschaft 1929, Heft 5).

¹⁾ Vergl. den Auszug in Band 92, S. 210* ff. Red.



Dauerdiagramme des Energiekonsums
I der Schweiz im Jahre 1930/31,
II von grosstädt. Elektrizitätswerken.

Niedrige Produktionskosten der hydraulischen Rohenergien liefern bloss ein Mittel dazu, die Erzeugungskosten des hydro-kalorischen Verbundbetriebes zu ermässigen. Die Produktionskosten des Verbundbetriebes können von den billig gelieferten Roh-Energien des Laufkraftwerkes um so mehr beeinflusst und hiemit um so mehr ermässigt werden, ein je grösserer Teil der Gesamtenergie hydraulisch und hiermit ein je kleinerer Teil des Bedarfes kalorisch erzeugt wird. An praktischen Beispielen durchgeführte Berechnungen des Verfassers zeigen, dass ein hydro-kalorischer Verbundbetrieb, dessen Grundenergie von einem

Laufkraftwerk und dessen Spitzenenergie von einem kalorischen Kraftwerk erzeugt wird, die kWh billigst produzieren kann, falls die im Durchschnittsjahr erzeugbare Energie des Laufkraftwerkes 1 bis 2 mal so gross ist, wie der Jahresbedarf des zu versorgenden Elektrizitätswerkes.

Der Ausbau eines Laufkraftwerkes gilt als nur bis zur Leistung der Mindestwassermenge gegen Wasserschwankungen gesichert. Der darüber hinausgehende Ausbau des Laufkraftwerkes sollte gemäss den vorherigen Betrachtungen kalorisch gesichert werden. Die Sicherung der Ausbauleistung kann teilweise auch durch Speicherung des abfliessenden Wassers erfolgen; der Ausbau des kalorischen Werkes wird dementsprechend niedriger gehalten.

Hydro-kalorische Verbundbetriebe, deren Grundenergie von Laufkraftwerken erzeugt wird (deren Ausbau eventuell teilweise durch Speicherung gesichert wird), sind grundsätzlich in Ländern oder Landesteilen zu bevorzugen, die über reiche Wasserkräfte verfügen und auf Heizstoffeinfuhr angewiesen sind. In Ländern oder Landesteilen, die reiche Heizstoffschätze besitzen, werden die Grundenergien von hochthermischen Dampfkraftwerken erzeugt, die eventuell an Braunkohlengruben aufgestellt werden. Die Spitzenteile des Bedarfes sollten in besonderen Spitzenkraftwerken produziert werden.

Zur Erzeugung der kWh-armen Spitzenenergie eignen sich Werke, deren kW-Ausbau gegen niedrige Investitionen erstellt werden kann. Wasserkraftwerke, besonders mit den Kosten eines Jähresspeicherbeckens belastete, können demgemäss zur Spitzendeckung erst durch eine besondere Erhöhung des Ausbaues befähigt werden. Der Ausbau sollte zu diesem Zwecke umso höher gesteigert werden, je grösser die Investitionskosten des Speicherbeckens sind. Eine Steigerung des Ausbaues verlangt aber einen entsprechend hohen Konsum, dessen Spitzenteile die Jahreserzeugung des Speicherbeckens restlos aufnehmen, beziehungsweise dessen Spitzenteile von den hoch ausgebauten Speicherkraftwerken restlos gedeckt werden können.

Da die Eisenbahntarife unabhängig davon sind, ob grössere oder kleinere Mengen von Heizstoffen verfrachtet werden, folgt daraus, dass die elektrische Uebertragung von Spitzenenergie gegenüber dem Eisenbahntransport von Heizstoffen weniger konkurrenzfähig ist, als die Uebertragung von Grundenergie. Spitzenenergien sollen auch aus Gründen einer höheren Betriebssicherheit, sowie der Spannungsregulierung möglichst dezentralisiert, bis in die Verteilungsgebiete vorgeschoben, erzeugt werden.

Es soll nun das Problem der Energieversorgung des Landes im Winter auf Grund obiger Feststellung untersucht werden.

Nehmen wir vorübergehend an, dass die schweizerischen Kraftwerke mit Stromabgabe an Dritte im Rahmen eines hydro-kalorischen Verbundbetriebes arbeiten und der Energiebedarf im Jahre 1930/31 bereits auf 4700 Mill. kWh ansteigen wird. Da sämtliche Lauf- und Tagesspeicherwerke mit Stromabgabe an Dritte im Durchschnittsjahre der Periode 1921/27 3900 Mill. kWh erzeugen konnten (Tafel 3 der Mitteilungen), so übersteigt der Jahresbedarf die Produktionsmöglichkeit der Grundkraftwerke von Jahr zu Jahr mehr und mehr. Gemäss Tafel 7 sind die Laufkraftwerke grösstenteils auf eine Gebrauchsdauer von 7000 Stunden gebaut und der Preis der erzeugbaren kWh beträgt im Durchschnitt 1,55 Rp. Die Erzeugungskosten der kWh auf kalorischem Wege würden sich bei der selben Benützungsdauer gemäss Tafel 8 auf 3,7 Rp. belaufen, so dass sich daraus ein hydro-kalorischer Faktor von $1,55:3,7 = 42\%$ ergeben würde. Nachdem aber die Konkurrenzfähigkeit eines Verbundbetriebes gegenüber der kalorischen Erzeugung erst bei einem hydro-kalorischen Faktor von 60% aufhört, so ist es ersichtlich, dass ein hydro-kalorischer Verbundbetrieb die kWh wesentlich billiger erzeugen könnte, als ein kalorisches Grosskraftwerk. Gemäss den obenstehenden Feststellungen sollten mit dem Ansteigen des Konsums sukzessive neue Laufkraftwerke in dem Masse ausgebaut werden, dass die Jahres-Erzeugungsmöglichkeit sämtlicher Grundkraftwerke den jeweiligen Gesamtbedarf möglichst überschreitet.

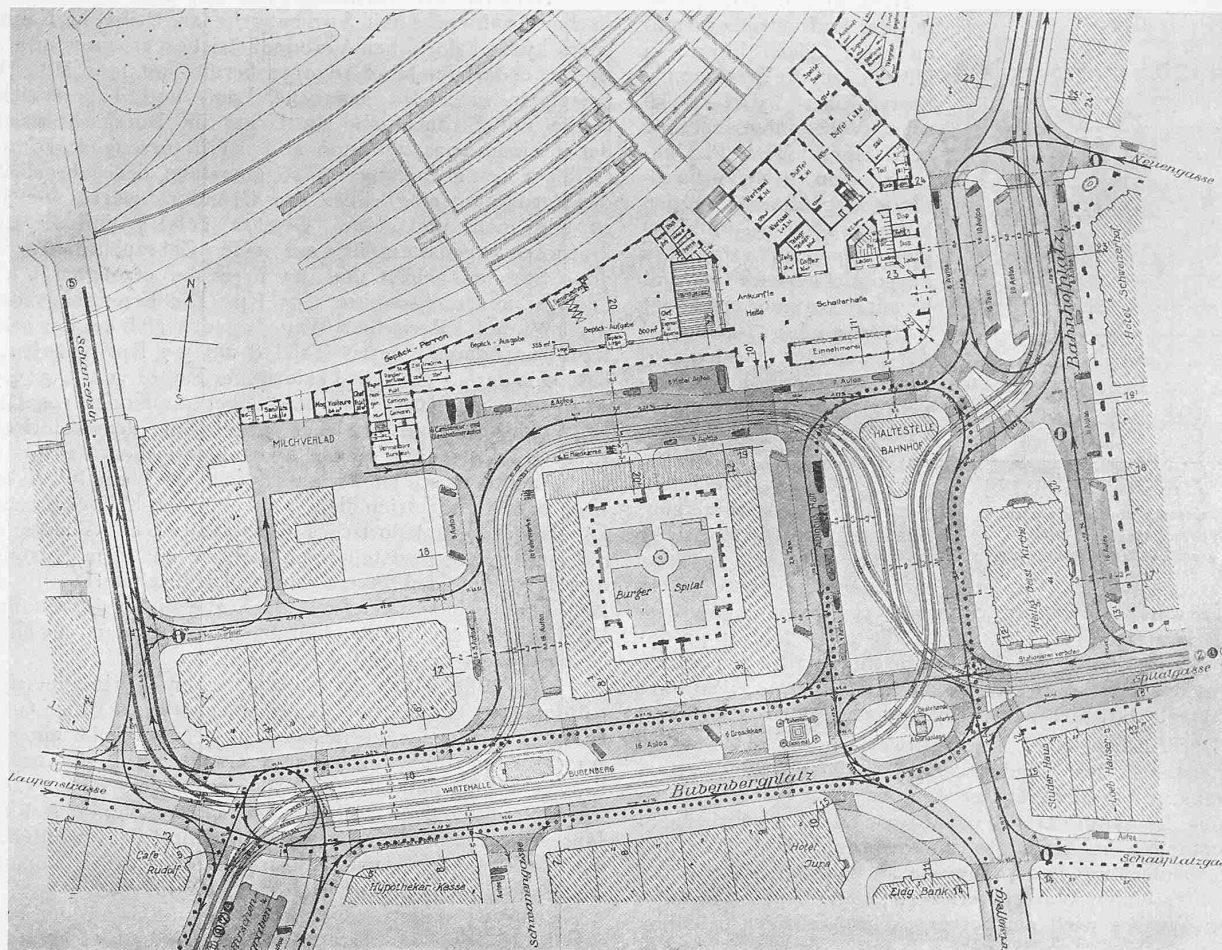
Im Falle eines hydro-kalorischen Verbundbetriebes würden die Lauf- und Tagesspeicherwerke die Grundenergien liefern, während die kalorischen Werke einerseits zur Deckung der Spitzen, andererseits zur Lieferung von Ersatzenergien im Falle eines Wassermangels herangezogen werden sollten. Zur Deckung der Spitzen eignen sich auch Jähresspeicherwerke. Es soll nun untersucht werden, ob die Spitzenenergien von kalorischen oder von Akkumulierwerken billiger geliefert werden können.

Kurve I obiger Abbildung wurde auf Grund der Tagesbelastungskurve der Tafel 6 aufgezeichnet und repräsentiert das Belastungsdauer-Diagramm des Energieverbrauches des Landes für Abgabe an Dritte. Die Ordinaten dieser Abbildung werden von den Belastungen gebildet und die Abszissen stellen die 8760 Stunden des Jahres dar; die von der Kurve und von den Axen eingeschlossene Fläche misst die Energieproduktion im Jahre 1930/31. Nachdem die maximale Belastung (gemäss Tafel 5) 780 000 kW und die Jahresproduktion 4700 Mill. kWh betragen, stellt sich die Benützungsdauer auf rund 6000 Stunden. Kurve II zeigt bei der selben Höchstbelastung das Dauerdiagramm von grosstädtischen Elektrizitätswerken (Berlin, Wien) mit einer Benützungsdauer von 3000 Stunden.

Nehmen wir an, dass im Jahre 1930/31 480 Mill. kWh von den bereits erstellten, und dem Defizit entsprechende 580 Mill. kWh von den zu erbauenden Akkumulierwerken geleistet werden. Dementsprechend wurden diese 1060 Mill. kWh in den Spitzenteil der Kurve I geschoben und die Spitzenfläche durch die Linie A B abgeschlossen. Hieraus ergibt sich für die Akkumulierwerke eine höchste Belastung von $AC = 320\,000$ kW. Der von den Akkumulierwerken zu leistende Spitzenteil A C B besitzt somit eine Gebrauchsdauer von 1060 Mill.: $320\,000 = 3300$ Stunden. Demgegenüber repräsentiert der Spitzenteil A C D der Kurve II bei der selben Spitzenleistung von 320 000 kW eine Benützungsdauer von bloss 350 Stunden.

Die kWh-armen Spitzenenergien, deren Erzeugung mit hohen Kosten verbunden ist, sind somit in Elektrizitätswerken vorzufinden, die mit niedriger Benützungsdauer arbeiten müssen; in der Schweiz, wo die Benützungsdauer mit Hilfe eines Eingreifens in die Gestaltung des Verbrauches künstlich hoch gehalten wird, besitzt die Frage der Spitzendeckung weitaus nicht die Bedeutung, wie in den grosstädtischen Betrieben.

Nachdem die Spitzenteile des schweizerischen Konsumes eine Gebrauchsdauer von 3300 Stunden aufweisen, sollten die Akkumulierwerke nur so hoch ausgebaut werden,



V. Preis (2500 Fr.), Entwurf Nr. 41. — Verfasser Losinger & Cie., Ingenieurbureau, Bern. — Lageplan 1 : 2000.

dass die Gebrauchsdauer der im trockensten Jahre erzeugbaren Energie 3300 Stunden nicht unterschreitet; die darüber hinaus gehende Leistung der Akkumulierwerke kann im trockensten Jahre zufolge Mangel an Wasser zur Arbeitsleistung nicht mehr herangezogen werden.

Falls nun die volle Spitzenenergie von 1060 Mill kWh in Akkumulierwerken erzeugt werden sollte, dann würden die Produktionskosten der kWh Spitzenenergie innerhalb einer Uebertragungsgrenze von 100 km gemäss Tafeln 7 und 9 im Durchschnittsjahre im Mittel 4,6 Rp. betragen; berücksichtigt man jedoch, dass die Werke diese Energiemenge selbst im trockensten Jahre abgeben müssen, und dass die Winterdarbietung die Jahresdarbietung unterschreitet, dann kommt man schliesslich, in Uebereinstimmung mit den Mitteilungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, zu Produktionskosten von durchschnittlich 7 Rp/kWh. Demgegenüber würden sich die Produktionskosten der kWh kalorischer Energie bei einer Benützungsdauer der Spitzenenergien von 3300 h gemäss Tafel 9 auf rd. 4,4 Rp. stellen. Die Erzeugung der Spitzen würde daher in Akkumulierwerken um rd. 60 % mehr kosten, als die Erzeugung der selben Energie in kalorischen Grosskraftwerken.

Die Ergebnisse obenstehender Betrachtungen können folgenderweise kurz zusammengefasst werden. Verbundbetriebe, deren Grundenergie von Lauf- und Tagesspeicherwerken erzeugt wird, arbeiten in der Schweiz billiger als rein kalorische Werke; zur Deckung der Spitzenenergie mit der Gebrauchsdauer von 3300 Stunden eignen sich eher kalorische, als Akkumulierwerke. Nachdem es möglich ist, die von den Laufkraftwerken gelieferten Grundenergien selbst auf grössere Entfernungen wirtschaftlich zu übertragen, können mit dem Ansteigen des Energieverbrauches nicht bloss die in der Nähe des Konsums, sondern auch

die weit entfernt liegenden Laufkraftwerke ausgebaut werden; Hochdruckwerke können mit billiger Tages- oder Wochenspeicherung ausgerüstet werden. Die Produktionsmöglichkeit sämtlicher Lauf- und Tagesspeicherwerke im Durchschnittsjahre sollte den jeweiligen Jahresverbrauch möglichst übersteigen. Zur Deckung des Energiemangels während der Zeiten von Wassermangel, sowie zur Erzeugung der Spitzen des Verbrauches, sollten ausser den bestehenden Akkumulierwerken neue kalorische Kraftwerke, möglichst in die Verteilungsgebiete vorgeschoben, in ausgiebigem Masse errichtet werden, sodass der Energiebedarf selbst im trockensten Jahre voll gedeckt werden kann.

Wettbewerb zu einem Bebauungsplan für Bahnhof- und Bubenbergplatz in Bern.

(Schluss von Seite 262)

Nr. 41, „Aare“. Ein fleissig durchgearbeiteter Entwurf. Der Durchgangsverkehr West-Ost und Nord-Süd ist bezüglich Lage von Fahr- und Strassenbahn richtig durchgeführt. Dabei ist allerdings der NS-Verkehr sehr dicht am Eingang und auch am Ausgang des Bahnhofes vorbeigeführt. Der NS-Verkehr vom Bollwerk nach der Laupenstrasse an der Gepäckabfertigung vorbei ist falsch angelegt. Der Verfasser macht nun den interessanten Versuch, die Strassenbahnhaltestellen dicht an das Aufnahmegebäude anzulegen, indem er die S.S.B. über die grosse, dem Ausgang vorgelagerte Schutzinsel überleitet. Diese Lösung ist für den Nord-Süd-Verkehr nicht zu beanstanden, bringt aber für den Ost-West-Verkehr eine sehr grosse Schleife hinein, die wegen der beträchtlichen Verlängerung der Fahrten beanstandet werden muss. Trotz dieses grossen Aufwandes werden die betriebstechnischen Forderungen der S.S.B. nicht erfüllt. — Die Omnibushaltestellen an der grossen Perroninsel sind gut, vor der Gepäckabfertigung aber zu beanstanden.