

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 37 (1946)
Heft: 10

Artikel: Ausbau der Wasserkräfte im Oberhasli
Autor: Moll, W.T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1057326>

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: 25.12.2024

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

Nous devons d'abord constater que les entreprises électriques ont toujours plus de difficulté à fournir des indications détaillées et précises sur les différents groupes de consommateurs. Cette difficulté augmentera à mesure que les circuits des compteurs seront plus étroitement groupés et que les tarifs unitaires seront plus fréquemment appliqués. Il est néanmoins nécessaire que chaque entreprise électrique s'efforce d'établir une image aussi détaillée que possible des conditions de consommation dans

ses réseaux, car c'est la seule manière de se rendre compte en temps utile de l'évolution de la consommation et par conséquent des variations de recettes, qui ont une extrême importance pour le rendement économique de l'entreprise.

Au cas où les tarifs unitaires seraient introduits d'une manière générale pour les ménages, dans l'intérêt de chacun, il reste de nombreuses méthodes statistiques éprouvées, qui permettent d'analyser correctement la consommation.

Ausbau der Wasserkräfte im Oberhasli

Von W. T. Moll, Bern

621.311.21(494.246.1)

Die Kraftwerke Handeck und Innertkirchen der Kraftwerke Oberhasli A.-G. (KWO) verfügen zurzeit über eine maximale Generatorenleistung von rund 250 000 kVA; im Mittel produzieren sie pro Jahr 700 Millionen kWh, wovon 350 Millionen kWh im Winter. Frühzeitig begonnene Studien für den weiteren Ausbau der Oberhasli-Wasserkräfte wurden neuerdings stark gefördert und gestatten die Annahme, dass es möglich sein wird, die Energieerzeugung der KWO im Durchschnitt auf jährlich 1100 Millionen kWh, wovon 700 Millionen kWh im Winter, zu erhöhen. Unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Baukosten wird der Preis für die neu zu erschliessende Winterenergie zu 3,4 Rp./kWh errechnet.

Der vorgesehene Ausbau gliedert sich in 3 Etappen, welche die Erstellung neuer Stauseen im Oberaartal und im Rätherichsboden und die Höherstauung des Grimselsees zum Ziele haben. Zur Ausnützung der grösseren Wassermengen wäre der Bau von 3 neuen Kraftwerken, nämlich Grimsel I, Grimsel II und Handeck II, nötig. Durch Verbindungsstollen zwischen den Stauanlagen ist zudem eine grössere Betriebssicherheit der Kraftwerkgruppe der KWO erreichbar.

In den Jahren 1925...1932 wurde das Kraftwerk Handeck mit dem Grimsel- und dem Gelmer-Stausee, und in den Jahren 1940...1942 das Kraftwerk Innertkirchen gebaut. Im Maschinenhaus Handeck sind vier Maschinengruppen von je 28 000 kVA und in der Anlage Innertkirchen drei Maschinengruppen von je 47 500 kVA, also total 254 500 kVA Generatorenleistung installiert. Im Kraftwerk Innertkirchen wird in nächster Zeit eine vierte Maschinengruppe als Reserve und zur Deckung des erhöhten Bedarfes an Spitzenleistung aufgestellt werden. Die Energieproduktion der beiden Kraftwerke beträgt zusammen im Mittel jährlich rund 700 Millionen kWh, wovon die Hälfte, d. h. 350 Millionen kWh Winterenergie.

Die Studien für den weiteren Ausbau der Oberhasli-Wasserkräfte, die schon sehr frühzeitig an die Hand genommen wurden, sind mit Rücksicht auf den in den letzten Jahren ständig steigenden Energiebedarf der Aktionäre der Kraftwerke Oberhasli A.-G. seit der Fertigstellung des Kraftwerkes Innertkirchen sehr energisch gefördert worden. Auf Grund der bisher durch Obering. H. Juillard durchgeführten generellen Studien, die allerdings noch nicht vollständig abgeschlossen sind, kann heute über die Disposition der in Aussicht genommenen neuen Anlagen folgendes mitgeteilt werden:

Les usines de Handeck et d'Innertkirchen de la S. A. des Forces Motrices de l'Oberhasli disposent actuellement d'une puissance maximum aux génératrices de 250 000 kVA. En moyenne, elles produisent 700 millions de kWh par an, dont 350 millions de kWh en hiver. Les études concernant une nouvelle extension dans l'aménagement des forces motrices de l'Oberhasli ont sensiblement avancé, ces derniers temps. Elles montrent qu'il serait possible d'élever à 1100 millions de kWh en moyenne la production annuelle, dont 700 millions de kWh en hiver. En se basant sur les frais de construction actuels, le prix de revient des nouvelles quantités d'énergie hivernale atteindrait 3,4 cts/kWh.

Les nouvelles extensions pourraient se faire en 3 étapes, avec aménagement de nouveaux bassins de retenue dans la vallée supérieure de l'Aar et au Rätherichsboden, ainsi que relèvement de la cote du lac du Grimsel. Trois nouvelles usines seraient nécessaires pour l'utilisation des nouvelles quantités d'eau accumulées, à savoir celles de Grimsel I, Grimsel II et de Handeck II. L'aménagement de galeries de connexion entre les installations de retenue permettrait en outre une plus grande sécurité d'exploitation des groupes d'usines de l'Oberhasli.

I. Geographische und geologische Verhältnisse

Das Einzugsgebiet des Grimselsees von 95,5 km² Oberfläche besteht in der Hauptsache aus 2 Längstätern. Zufolge der grösseren Gletscherkonzentration und einer entsprechend intensiveren Erosion ist das Tal der Unteraar tief eingeschnitten und weist auf einer Länge von rund 12 km vom Abschwung, dem südöstlichen Auslauf des Schreckhorns-Lauteraarhorns, bis zur Grimsel ein mässiges Gefälle auf. Die obere Talhälfte ist noch durch mächtige Eismassen ausgefüllt, die beim Abschwung einige 100 m Stärke aufweisen, während die untere Talhälfte durch den Grimselsee überstaut ist.

Das zweite Tal, dasjenige der Oberaar, ist wesentlich weniger entwickelt; sein unterer Lauf wurde durch die Erosionsmulde des Unteraargletschers abgeschnitten. Aus diesem Grunde verlässt der Oberaarbach den oberen Talboden durch eine steile, kurze Schlucht.

Die Terrainbeschaffenheit des Oberaarbodens gestattet immerhin die Anlage eines Staubeckens, das genügend gross ist, um den Sommerabfluss des direkten Einzugsgebietes von 19,3 km² sowie eines leicht anzuschliessenden Nebengebietes (Trübten) von 1,8 km² aufzunehmen. Die Verhältnisse des Oberaarbeckens sind ähnlich denjenigen am oberen Ende des Grimselsees.

Das ganze Becken der Oberaar befindet sich im Granit, und es ist festzustellen, dass dieses Gestein sich für die Aufnahme einer grossen Staumauer vorzüglich eignen wird; seine Dichtigkeit steht ausser Zweifel. Es sind alle topographischen und geologischen Bedingungen für die Schaffung einer Akkumulieranlage auf der Oberaaralp und die Ausnüt-

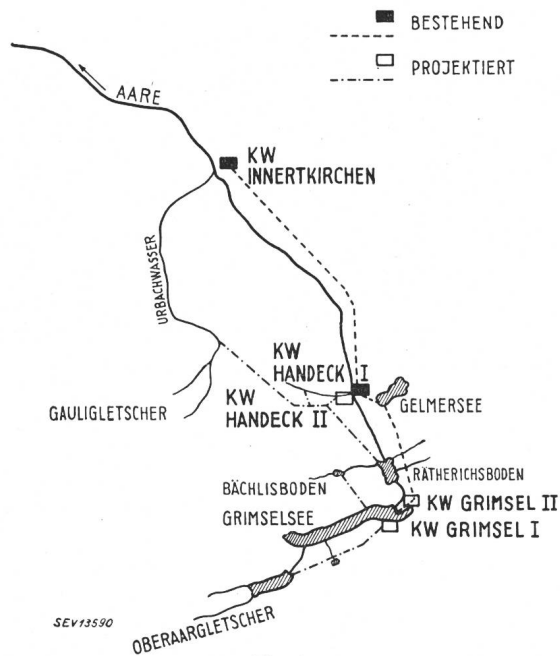


Fig. 1.
Ausnutzung der Wasserkraft im Oberhasli

zung des Gefälles bis zum Grimselsee in einem neuen Kraftwerk erfüllt. Diese Anlage wird im nachstehenden als Kraftwerk Grimsel I bezeichnet.

Das Tal der Unteraar weist neben dem Grimselsee keine Möglichkeit auf, ein weiteres Seebecken zu schaffen; überall sind die Talflanken steil und die Mulden durch grosse Gletscher zugedeckt. Hingegen ist die Möglichkeit, Wasser im Grimselbecken zu akkumulieren, durch die vorhandene Stauanlage bei weitem noch nicht vollständig ausgenutzt. Eine Erhöhung des Grimselseespiegels über die gegenwärtige Höhe ist in geologischer Hinsicht ohne jegliche Bedenken möglich; die Felswände des Grimseltroges weisen, auch über dem jetzigen Stauziel, die gleiche Dichtigkeit und hervorragende Festigkeit wie im wasserbenetzten Gebiet auf. Man dürfte also ohne weiteres eine so weitgehende Vergrößerung des Grimselsees in Aussicht nehmen, dass der gesamte Sommerzufluss aus dem direkten Einzugsgebiet und eventuell von Nachbargebieten für den Winter aufgespeichert werden könnte.

Parallel zum Tal der Unteraar verläuft das Bächlital, dessen Abfluss, der Bächlisbach, sich im Rätherichsboden auf Höhe 1700 in die Aare ergiesst. Das Einzugsgebiet beträgt 8 km². Die Anlage eines Staubeckens auf dem Bächlisboden wäre an sich möglich; die durchgeführten Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass es technisch einfacher und wirtschaftlich vorteilhafter ist, den Bächlisbach nach der Grimsel überzuleiten, um dort eine entsprechende Vergrößerung des Seeinhaltes zu gestatten.

Beim Rätherichsboden weist das Aaretal eine Ausweitung mit einer flachen Sohle auf, die sich für die Erstellung eines grösseren Staubeckens eignet. Auch hier sind die geologischen Verhältnisse für die Anlage eines Stausees in jeder Beziehung einwandfrei. Das Einzugsgebiet des Rätherichsbodens unterhalb der Grimselsperren misst 17,6 km² und ergibt im Sommer einen Abfluss von mindestens 33 Millionen m³. Nach Ueberleitung des Bächlisbaches nach der Grimsel wird es auf 9,5 km² zurückgehen. Die Verarbeitung des im Rätherichsboden akkumulierten Wassers ist in einem neuen Kraftwerk Handeck (II) vorgesehen, welchem leicht andere Zuflüsse der linken Aarseite zugeleitet werden können.

Im Zusammenhang mit der Schaffung einer Stauanlage im Rätherichsboden wird die Herstellung einer organischen Verbindung zwischen dieser und dem Grimselsee von grösster Bedeutung für die rationelle Ausnutzung der Wasserkraft und die Gewährleistung einer absoluten Sicherheit des Betriebes sämtlicher Kraftanlagen im Oberhasli sein. Die Niveaudifferenz, die je nach den Seewasserständen 120...160 m betragen wird, rechtfertigt die Ausnutzung des Gefälles in einem Kraftwerk Grimsel II. Diese neue Anlage ist unterirdisch anzuordnen, die Anschlussmöglichkeit an die bestehende Grimselseewasserfassung ist vorhanden, so dass die Erstellung des Werkes auf keine besonderen Schwierigkeiten stossen wird.

Parallel zum Aaretal verläuft das Urbachtal, dessen Abfluss auch zu den Wasserkraften des Oberhasli gehört. Dieses Tal weist am Fuss des Gauligletschers, in der Mattentalp, auf Höhe 1850 eine flache Talerweiterung auf. Diese ist die einzige Stelle, die für die Erstellung einer Wasserfassung und eventuell die Schaffung einer Wasserakkumulation im Tal in Frage kommen könnte. Die Ausnutzungsmöglichkeit des Abflusses aus dem Urbachtal ist vor der definitiven Projektierung des Kraftwerkes Innertkirchen untersucht worden. Die damaligen Studien haben dazu geführt, die Ueberleitung des Abflusses aus dem Einzugsgebiet der Mattentalp am Fusse des Gauligletschers von 36,2 km² nach dem Aaretal vorzusehen, und das Kraftwerk Innertkirchen entsprechend zu dimensionieren. Eine unabhängige Anlage von der Mattentalp bis Innertkirchen würde keine wesentlich grössere Energieproduktion gestatten. Bei der Ueberleitung des Urbachwassers nach der Handeck können noch weitere Anlagen (Stausee Rätherichsboden, Wasserfassungen Aerenalp) an die obere Stufe angeschlossen werden. Dadurch wird die Ausnutzung des Urbachbaches gemeinschaftlich mit der Aare besonders vorteilhaft.

Der obere Teil des Urbachtales, das Gauligebiet, ist noch stärker vergletschert als das Grimselgebiet und in einem Verhältnis von rund 64 % mit Schnee und Eis überdeckt. Die geologischen Verhältnisse sind für die Schaffung eines Stausees ebenfalls im grossen ganzen sehr günstig, doch gestatten die beschränkte Ausdehnung des Beckens und der rasche Anstieg der Sohle nur die Anlage eines Beckens von 10...15 Millionen m³ Inhalt. Da unter diesen Umständen eine vollständige Akkumulierung

der Sommerzuflüsse des Urbachwassers im Urbachtal nicht möglich wäre, ist es zweckmässig, einen möglichst grossen Teil dieser Zuflüsse für die Füllung eines Staubeckens im Aaretal vorzusehen.

II. Wasserwirtschaft

Für die Beurteilung der Wasserwirtschaft sind reichliche Unterlagen vorhanden; Limmigraphenaufzeichnungen von 1918...1928, die Betriebsstatistik über die Zuflüsse zu den Stauseen von 1932...1944 und schliesslich die Beobachtungen des Amtes für Wasserwirtschaft bei der Meßstation Brienzwiler seit 1905.

Der Ermittlung der nutzbaren Wassermengen aus den verschiedenen Einzugsgebieten im Oberhasli wurde ein spezifischer Abfluss von 60 Lit./s·km² oder 1,90 Millionen m³/Jahr·km² zugrunde gelegt. Nach der Statistik wäre dieser Abfluss während 34 Jahren auf 36 Jahre oder mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % vorhanden gewesen. Während der direkten Beobachtungsperiode 1918...1944 wäre er nur einmal, und zwar nur um 0,6 Lit./s·km² oder um 1 % unterschritten worden. Die berechneten nutzbaren Zuflüsse können also als sehr vorsichtig ermittelt betrachtet werden. Durchschnittlich, d. h. 50 % der Jahre, werden um 10 % grössere Abflüsse zur Verfügung stehen.

III. Bauausführung

Der weitere Ausbau der Oberhasli-Wasserkräfte ist in drei Etappen geplant.

a) Anlagen der I. Etappe

Diese Etappe umfasst folgende Bauten: Stauanlage im Rätherichsboden mit Stollen bis zum Kraftwerk Handeck II sowie Zuleitung des Urbachwassers durch einen Stollen unter dem Ritzlihorn zum gleichen Kraftwerk.

Die Staukote des Rätherichsbodens ist auf 1767 m ü. M. angesetzt. Inhalt des Stausees: rund 27 Millionen m³. Die Kubatur der Staumauer beträgt 315 000 m³. Die Zuleitung nach dem Wasserschloss oberhalb der Handeck besteht aus einem Stollen von 3200 m Länge. Die Zuleitung des Urbachwassers verlangt ihrerseits eine Leitung von 5,8 km. Diese fasst unterwegs auch noch die Abflüsse des Aerenbaches und des Grubenbaches. Unmittelbar nach der Vereinigung der beiden Zulaufstollen wird die Leitung nach der Maschinenanlage als gepanzertes Druckschacht angesetzt. Dessen Länge beträgt bis zur Maschinenanlage rund 950 m. Im Kraftwerk Handeck II ist Platz für 3 Maschineneinheiten von je 37 000 kW vorgesehen. Der Transport der Energie nach Innertkirchen bedingt eine Aenderung der bisherigen Dispositionen für das Kraftwerk Handeck I. Bei diesem soll die Spannung direkt in der Handeck auf 150 000 Volt erhöht werden, damit die Energie der beiden Werke Handeck I und II durch eine geringere Anzahl Kabel im Kabelstollen bis Guttannen transportiert werden kann. Zu diesem Zweck werden voraussichtlich je zwei Maschinen in der Handeck parallel geschaltet. Der Energietransport von Guttannen bis Innertkirchen mit Freileitungen wird keine Schwierigkeiten bieten.

Für die Ausführung des Kraftwerkes Handeck II sind 6 Baujahre nötig. Bei Durchführung einiger Vorbereitungen bis zum Herbst 1946 könnte das Werk im Jahre 1950 in Betrieb genommen, und die Stauanlage im Jahre 1952 fertiggestellt werden.

b) Anlagen der II. Etappe

Diese Etappe umfasst eine Stauanlage auf der Oberaaralp mit Stollen bis zur Grimsel, woselbst ein kleines Kraftwerk (KW Grimsel I) errichtet wird, sowie einen weiteren Stollen von diesem Werk bis zu einem zweiten kleinen Kraftwerk (KW Grimsel II) zwecks Ausnützung des Gefälles Grimselsee-Rätherichsboden. Die Daten der beiden Werke sind folgende:

1. KW Grimsel I

Stauziel des Oberaarsees rund 2288 m ü. M. Stauinhalt rund 38 Millionen m³.

Staumauerkubatur rund 250 000 m³.

Zulaufstollen bis Gebiet der Grimselpasshöhe 4630 m lang. Unterwegs wird der Trübtenbach in den Stollen einbezogen. Das Maschinenhaus kommt ans Ufer des Grimselsees zu liegen; als Druckleitung ist ein Druckschacht vorgesehen. Die Turbinenleistung für die Verarbeitung von 5 m³/s wird rund 15 000 kW betragen.

Für die Ausführung des Kraftwerkes Grimsel I ist mit einer Frist von 7 Jahren zu rechnen. Da noch zahlreiche Vorarbeiten und Studien durchzuführen sind, könnte mit der Verwirklichung der Anlage frühestens 1948 begonnen werden.

2. KW Grimsel II

Die Erstellung des Kraftwerkes Grimsel II mit einer Turbinenleistung von rund 12 000 kW, entsprechend einer Wassermenge von 10 m³/s, stellt eine relativ einfache Aufgabe dar. Das max. Bruttogefälle zwischen dem Grimselsee und dem Stausee im Rätherichsboden beträgt 155 m, das mittlere Nettogefälle etwa 126 m. Die Maschinenanlage liegt unterirdisch am Rand der Aaralamm, aber tiefer als deren Sohle. Mit dem Rätherichsbodensee ist das Werk durch einen Unterwasserstollen von 650 m Länge verbunden.

c) Anlagen der III. Etappe

Die III. Etappe umfasst die Erhöhung der Grimsel-Staumauern zur Vergrösserung des nutzbaren Inhalts des Grimselsees und die Zuleitung des Bächlibaches. Die Erhöhung der beiden Staumauern des Grimselsees stellt in erster Linie ein statisches Problem dar. Um dieses in Kenntnis aller massgebenden Momente behandeln zu können, wurden an den Talsperren sehr eingehende Deformationsmessungen durchgeführt. Der dadurch gewonnene Einblick in die statischen Arbeitsverhältnisse der Mauern gestattet, zwecks Erhöhung des Stauzieles, eine zuverlässig wirkende Mauerverstärkung vorzusehen.

Sowohl die statischen, als auch die topographischen Verhältnisse weisen darauf hin, dass die Mauerverstärkungen auf der Wasserseite angebracht werden müssen.

Bei der Spitalamm Sperre ist es nicht erforderlich, die Mauer auf ihrer ganzen Höhe zu verstär-

ken. Dank der bei der Bauausführung angewendeten Massnahmen, unter anderem des Schliessens der Fugen unter Druck, wirkt die Sperre ausgesprochen als liegendes Gewölbe und ist demzufolge auf der untern Mauerhälfte auch für einen erhöhten Druck ohne weiteres stark genug. Eine Verstärkung ist erst oberhalb der Kote 1870 erforderlich.

Bei der Seeuferegg wird hingegen die Sperrverstärkung auf der ganzen Mauerhöhe ausgeführt werden müssen. Da die bestehende Mauer auf einem Sattel steht, wird der Fuss der Verstärkung tiefer als das jetzige Fundament, stellenweise bis zum Ufer des ehemaligen Grimselseeins, reichen müssen. Die Verstärkung wird auch in Lamellen entsprechend der Fugeneinteilung der bestehenden Mauer erfolgen.

Vorläufig ist eine See-Erhöhung um 14 m angenommen, was einer Vergrösserung des Seeinhaltes auf 145 Millionen m³ entspricht. Die für die Verstärkung der Staumauern erforderlichen Kubaturen sind relativ gering: 80 000 m³ für die Spitalamm-sperre und 140 000 m³ für die Seeuferegg-sperre.

Zur Erhöhung der Kapazität des Grimselsees gehört noch die Zuleitung des Bächlisbaches. Hiezu genügt ein einfacher unverkleideter Stollen unter dem Grat des Juchlistockes. Nach den aus dem Projekt Narutowicz übernommenen Unterlagen erreicht die Stollenlänge rund 1350 m.

Diese Reihenfolge der Ausführung der Etappen weist gegenüber den andern möglichen Kombinationen wesentliche Vorteile auf. Mit dem Kraftwerk Handeck II wird eine neue Energiequelle erschlossen, im Gegensatz zu den andern Etappen, deren Anlagen in erster Linie eine Verschiebung der Sommerproduktion auf den Winter gestatten. Nach Er-stellung des Kraftwerkes Handeck II wird die Betriebssicherheit der KWO bedeutend grösser sein, indem das Wasser der Akkumulieranlage wahlweise

über zwei getrennte Anlagen links und rechts des Tales ausgenützt werden kann. Mit ihren 75 000 kW würde die Anlage Handeck II (I. Etappe: 2 Maschinen) nötigenfalls einen wirksamen Ersatz für die Anlage Handeck I bieten.

Die Ausführung der einzelnen Etappen kann unabhängig und ohne gegenseitige Beeinflussung erfolgen, so dass es auch möglich sein wird, die Zusammenlegung von zwei Etappen oder die Inangriffnahme einer Etappe vor der Fertigstellung der vorangehenden in Aussicht zu nehmen.

Die Projektierungsarbeiten für die Anlagen der I. Etappe sind bereits so weit fortgeschritten, dass das Konzessionsprojekt den zuständigen Behörden schon im Laufe dieses Jahres vorgelegt werden kann.

IV. Energieproduktion und Baukosten

Nach Fertigstellung der Anlagen wird die gesamte Energieproduktion der KWO in einem Durchschnittsjahr auf ca. 1 100 Millionen kWh ansteigen. Davon entfallen ca. 700 Millionen kWh auf den Winter. Mit dem Zuwachs gegenüber der bisherigen Produktion von 350 Millionen kWh Winterenergie kann zuverlässig gerechnet werden, indem diese Energiemenge zu 91 % von der gewählten Grösse der Akkumulierbecken und nur zu 9 % von dem in engen Grenzen variierenden Winterzufluss abhängt.

Die Baukosten sind auf insgesamt 114 000 000 Fr., Preisbasis 1939, veranschlagt. Wird für die Deckung der jährlichen Betriebskosten ein Ansatz von 7 % der Baukosten in Rechnung gesetzt, so stellt sich der durchschnittliche Preis der Winterenergie, Preisbasis 1939, auf 2,28 Rp./kWh loco Innertkirchen 150 kV. Bei Annahme einer Teuerung von 50 % betragen die Baukosten rund 170 000 000 Fr. und der Preis für die Winterenergie 3,4 Rp./kWh.

Adresse des Autors:

Dr. iur. W. T. Moll, Direktionssekretär der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.

Des Prescriptions d'échauffement et de la capacité de surcharge

Par P. Waldvogel, Baden

621.3.017.71

La limite de température, considérée comme la somme de la limite d'échauffement et de la température de référence, n'est qu'un moyen généralement employé, mais arbitraire, qui permet de comparer des offres entre elles. En réalité, la durée de vie de l'isolement ne dépend pas uniquement de la température, mais aussi du temps écoulé. En pratique, il n'y a pas de «température limite», au sens conventionnel et restreint de ce terme. L'exploitant peut surcharger n'importe quelle machine ou quel transformateur, mais il doit savoir que chaque surcharge diminue la durée de vie de la machine ou du transformateur, dans une mesure qui est fonction de la valeur et de la durée de la charge, mais qui est difficile à déterminer.

Die Begriffe Grenzerwärmung + Bezugstemperatur = Grenztemperatur sind nur ein allgemein anerkanntes, wenn auch willkürliches Mittel, um Offerten vergleichen zu können. Die Lebensdauer der Isolation ist jedoch nicht allein eine Funktion der Temperatur, sondern auch der Zeit (Lebensdauerkurven). Im praktischen Betrieb gibt es jedoch keine «Grenztemperatur» im konventionellen, engen Sinn. Der Betriebsleiter kann jede Maschine und jeden Transformator «überlasten»; aber er muss sich bewusst sein, dass jede «Ueberlastung» die Lebensdauer in einem schwer zu bestimmenden Mass in Funktion der Höhe der Belastung und der Belastungsdauer herabsetzt.

(Traduction)

Toutes les règles nationales pour les machines électriques fixent un échauffement limite qui, combiné avec la limite conventionnelle de la température de l'agent réfrigérant, conduit à la notion de température limite. L'opinion est largement répandue que tout dépassement de cette température limite doit infailliblement entraîner la destruction de l'isolant. Rien n'est plus erroné qu'une telle con-

ception et c'est le but de cet exposé que de la combattre.

Il convient tout d'abord de remarquer que l'action de la température ne peut jamais, à elle seule, détruire un isolant, mais que la durée de la surcharge thermique joue aussi un rôle capital. En d'autres termes, ce qui compte ici, c'est la combinaison des deux facteurs, température et temps, en ce