Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 43 (1952)

Heft: 3

Artikel: Nachrichten über Indonesien und dessen Elektrizitätsversorgung

Autor: Stieger, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059134

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: 07.01.2026

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

Nachrichten über Indonesien und dessen Elektrizitätsversorgung

Von *J. Stieger*, Surabaia (Indonesien) 621.311(91)

Allgemeines

Es ist nicht leicht, einen Einblick in die Probleme eines Elektrizitätsbetriebes in Indonesien zu geben. Trotzdem wollen wir versuchen, einzelne Fragen getrennt von einander zu behandeln. Die Zusammenhänge, die auf einen volkswirtschaftlich so wichtigen Betrieb einen Einfluss ausüben, sind verworren, weil dabei auch soziale und politische Fragen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Dazu kommt, dass der Europäer die Probleme immer mit andern Augen betrachten wird als ein Sohn des Ostens. Der europäische Techniker hat im Fernen Osten eine besonders schwere Stellung; indem er der Technik dient, einem abstrakten und typischen Produkt Europas und Amerikas, muss er ständig mit östlichen Verhältnissen und mit der östlichen Mentalität rechnen.

Die durch den Krieg in Asien hervorgerufenen tiefgreifenden Umwälzungen führten zu Zuständen, die von den früheren Verhältnissen gänzlich verschieden sind. Diese Feststellung gilt nicht nur für Indonesien, sondern für alle Länder Südostasiens. Vor dem Krieg bildeten die Europäer eine Gemeinschaft, die in ihrem Bereich weitgehend auf europäische Art lebte. Die Städte waren mehr oder weniger in nach Rassen gegliederte Quartiere unterteilt, und die Errungenschaften der Technik, vor allem die Verkehrsanlagen, die elektrische Energie, das Gas und die Wasserversorgung dienten fast ausschliesslich den Weissen.

Der Krieg und das politische Erwachen der asiatischen Völker haben in diesen Gebieten zu tiefgreifenden Umwälzungen geführt. Viele Kolonialgebiete sind den Europäern verloren gegangen. Es würde zu weit führen, alle Gründe zu erörtern, die zur heutigen Lage der wichtigsten Gebiete Asiens, im besondern Indonesiens, führten.

Die grosse volkswirtschaftliche Bedeutung der elektrischen Energie ist allgemein bekannt. Der alte Ausspruch «Energie oder Armut» gilt im besondern für die jungen asiatischen Länder.

Die Lage der Elektrizitätsversorgung

Wir wollen uns auf die elektrische Energie beschränken, die in vielen Anwendungsgebieten die anderen Energieträger beinahe verdrängt hat.

Im sogenannten «Colombo Plan», der durch das Commonwealth Consultative Committee aufgestellt wurde, ist auf die Dringlichkeit der Elektrifizierung Südostasiens hingewiesen. Zwar zieht dieser Plan nur die Commonwealth-Staaten Indien, Pakistan, Ceylon und Malaya in Betracht; im weitern Sinn sind aber auch die übrigen Länder Südostasiens: Burma Siam, Indochina und Indonesien mitberücksichtigt worden. Der Plan betrifft ein Gebiet mit einer Bevölkerung von mehr als 500 Millionen Seelen, d. h. etwa einem Viertel der gesamten Menschheit.

Die Schweiz, als eines der führenden Länder auf dem Gebiet der Wasserkraftnutzung und stark industrialisierter Staat schuf den Begriff der weissen Kohle, und man weiss, dass die Wasserkraft, als jährlich wiederkehrende Rente, richtig ausgewertet, zum nationalen Wohlstand beitragen kann. Charakteristisch für die Lage in Asien ist, dass z. B. Pakistan mit mehr als 80 Millionen Einwohnern eine in Wasserkraftwerken installierte Leistung von nur ca. 10 MW besitzt. Ähnlich ist die Lage in Indonesien, wo einer Bevölkerung von 70 Millionen zur Zeit eine installierte Leistung von ca. 60 MW — also diejenige eines einzigen schweizerischen Rheinkraftwerkes — zur Verfügung steht.

Spezifischer Energieverbrauch und spezifische Leistung

Tabelle I

Land	Spezifischer Energieverbrauch kWh pro km² und Jahr	Spezifische Leistung kVA/km²
Ost-Java	2 500	0,62
Indonesien	1 650	0,112
Holland	175 000	59
Schweiz	254 000	66

Tabelle I zeigt den spezifischen Energieverbrauch und die spezifische Leistung von Indonesien im Vergleich zu Holland und der Schweiz, wobei zu beachten ist, dass Urwald viele Hunderttausende von km² Indonesiens bedeckt. Die Gegenüberstellung erstreckt sich auch auf Ost-Java, eines der am besten entwickelten Gebiete Indonesiens. Der Unterschied in der spezifischen installierten Leistung zwischen Indonesien und der Schweiz beträgt beinahe 1 : 600. Dabei ist zu beachten, dass Java und Indonesien Agrargebiete sind.

Die Erzeugung elektrischer Energie hat in Indonesien den Vorkriegsumfang noch nicht erreicht, obwohl bereits unter den heutigen, industriell rückständigen Verhältnissen ein beachtlicher Energiemangel herrscht. Die Situation hat sich aber in jüngster Zeit grundlegend verändert. Die zahlenmässig dünne Oberschicht der Weissen besteht nicht mehr; die Vorteile der elektrischen Energie sind dem Volk zugesprochen, die finanziellen Mittel für die Installationen ihm aber nicht zur Verfügung gestellt worden. Von den wenigen noch zurückgebliebenen Europäern, denen als «Ausbeuter» alle Privilegien genommen wurden, ist kein Kapital mehr zu erwarten. Das Sparkapital des kleinen Mannes fehlt vollkommen. Die überreiche Natur und das milde Klima sind dafür verantwortlich, dass auch in Indonesien das «Sparen» ein unbekannter Begriff ist. Damit ist aber die Finanzierung des Ausbaues der Elektrizitätswirtschaft zu einem fast unlösbaren Problem geworden.

Der Ausbau besonders günstig gelegener Wasserkräfte auf Java, die im Vollausbau neben der Bewässerung der Reisfelder eine Leistung von ca. 370 MW ermöglichen, benötigt auf der Preisbasis 1950 ein Kapital von etwa 250 Millionen Dollar [1]). In Indonesien müssen aber alle Importe in Form von Devisenzertifikaten um 200 % überzahlt werden,

[1]) siehe *Stieger, J.:* Wasserkraftnutzung Javas. Elektr. Verwert. Bd. 2(1950/51), Nr. 9, S. 247...249.

was die von den Importen abhängige Elektrizitätswirtschaft vor unüberwindliche Schwierigkeiten stellt.

Die Energieproduktion Indonesiens beruht z. T. auf der Wasserkraftnutzung, z. T. auf Dieselbetrieb. Auf der wirtschaftlich bedeutendsten Insel Java mit ca. 40 Millionen Einwohnern und den grösseren Städten wie Djakarta, Surabaia, Bandung usw. wird hydroelektrische Energie erzeugt und die Energie mittels regionaler Hochspannungsleitungen verteilt. Auf den andern Inseln wie Sumatra, Borneo und den Molukken wird die Energie von dieselelektrischen Gruppen kleiner und kleinster Leistung erzeugt. Indonesien ist, wie alle kulturell rückständigen Gebiete, ein Land langer Leitungen und bescheidener Energiekonsumenten. Diese Gegebenheit führt zu relativ hohen Kapitalinvestitionen und damit zu hohen Energiepreisen. Die Lösung technischer Fragen und die Betriebsführung stehen vollkommen im Zeichen der geringen spezifischen Belastungen und der besondern tropischen Beanspruchungen von Maschinen und Anlagen. Als Beispiel sei erwähnt, dass 30 km lange 30-kV-Hochspannungskabel mit nur 250 kW, 120 km lange 30-kV-Freileitungen mit nur 1 MW belastet werden.

Der Kampongbeleuchtung [2]) schenkte das grösste Elektrizitätsunternehmen, die ANIEM, erstmals Aufmerksamkeit. Die ANIEM versuchte mit Einführung der Kamponganschlüsse, die nie ein ertragreiches Geschäft waren, die finanzschwachen Volksschichten mit elektrischer Energie zu versorgen. Surabaia zählte vor dem Krieg mehr als 30 000 Kamponganschlüsse. Diese Gesellschaft hat auf eigene Kosten mehrere Siedlungen elektrifiziert. Dabei werden die Hausinstallationen den Abonnenten vermietet, und zwar so, dass die Miete im Energiepreis inbegriffen ist. Weil Zähler bei dem bescheidenen Energiekonsum unwirtschaftlich wären, wurden diese Abonnenten über Strombegrenzer angeschlossen, welche einen Energieverbrauch von maximal 25...200 W, je nach Abonnement, zulassen.

Obwohl die Tarife dem für europäische Verhältnisse unglaublich niedrigen Lebensstandard der Bevölkerung angepasst werden mussten, durfte trotzdem ein relativ grosser Energieverbrauch einzelner Abonnenten nicht ausser Acht gelassen werden. Infolge des Aberglaubens und der Furcht vor bösen Geistern wird in den Wohnungen das Licht während der ganzen Nacht nicht gelöscht; diese Sitte hat auch auf die Europäer abgefärbt. In ganz Indonesien brennt die Aussenbeleuchtung der Häuser die ganze Nacht hindurch. Mit der tiefgreifenden politischen Veränderung hat sich auch die gesellschaftliche Struktur des Landes völlig geändert. Diese Entwicklung hat die Elektrizitätsunternehmen vor neue und schwierige personelle Probleme gestellt.

Personal und Ausbildung

Das schwierigste Problem ist die Personalfrage. Vor dem Krieg hatten ausschliesslich Europäer die leitenden Stellen inne. Die mittleren Beamten daneben aber waren Mischlinge, die europäische Erziehung genossen hatten und den Europäern gleichgestellt waren. Der rasche Übergang zur nationalen Selbständigkeit und die überall in Asien zu findende nationale Empfindlichkeit führte zu extremen Änderungen. Die Leiter der Unternehmungen wurden ihrer Posten enthoben, die holländische Sprache abgeschafft und durch die erst geschaffene indonesische Sprache ersetzt. Die Folge davon war, dass die Arbeitsleistung auf 40 % des Vorkriegsstandes sank. Der Indonesier eignet sich ausgezeichnet als Handwerker; durch die Umwälzung ist aber die Arbeitsmoral vor allem bei den jungen Leuten auf ein bedenkliches Niveau gesunken. Die Jugend fühlt sich zu höheren Arbeiten berufen und gibt sich mit Handwerkerberufen nicht zufrieden. Jede Arbeitsstätte ist im Vergleich mit europäischen Betrieben überbesetzt; beim früheren niedrigen Lebensstandard spielte die Zahl der Leute eine nebensächliche Rolle; heute, wo der Arbeiter — eine Berufslehre kennt man nicht — den Lohn nach europäischem Maßstab gemessen verlangt, sollten auch andere Anforderungen an die persönliche Leistung gestellt werden können.

Die politisch verworrenen Zustände in Asien fördern diese für das Land nachteiligen Tendenzen. Das einfache Leben in den fruchtbaren Tropen kostet wenig. Haus- und Kleidersorgen sind nebensächlich, der tägliche Reis ist dem Eingeborenen das Wichtigste. Dieser Zustand hat sich in jüngster Zeit sehr verändert. Die Jugend kennt den Genuss z. B. des Radios und Telephons, des Autos und der Füllfeder. Der Besitz dieser Güter aber verlangt eine Arbeitsleistung nach europäischem Maßstab, abgesehen von den nötigen Kapitalinvestitionen.

Technische Schulen

In Indonesien werden im Interesse der Industrialisierung des Landes grosse Anstrengungen gemacht. Erste Vorbedingung zur Industrialisierung ist die technische Ausbildung junger Indonesen. Aus diesem Grunde wurde ausser der Technischen Hochschule in Bandung neuestens an der Universität in Djocia eine technische Fakultät gegründet. Nach absolviertem Studium und bestandener Diplomprüfung an der Technischen Hochschule in Bandung sind die Absolventen berechtigt, den holländischen Titel «Ir.» zu führen, was dem deutschen Dipl. Ing. entspricht. Seit dem Bestehen dieser Hochschule, d. h. von 1924 bis 1950 haben 254 Kandidaten das Ingenieurdiplom erworben, was im Vergleich mit der Studentenzahl als gering erscheint. 23 % der Studenten sind Weisse oder Mischlinge, 76 % Chinesen. Der geringe Anteil von nur 30 % Indonesen ist auffallend.

Im Gegensatz zur einzigen technischen Hochschule gibt es eine grosse Zahl technischer Mittelschulen, deren Niveau aber nicht mit jenem der schweizerischen Techniken zu vergleichen ist. Auch hier entfällt der weitaus überwiegende Teil der Studenten auf Chinesen. Neben den technischen Mittelschulen bestehen überall sogenannte «Technische Schulen» (sekolah tehnik), an welchen ein Metallarbeiterberuf erlernt werden kann.

[2]) Kampong = Eingeborenensiedlung.

Im Orient wird der mit den Händen arbeitende Mensch vielfach missachtet, weshalb das Ziel der Schüler ist, in eine technisch-administrative Stelle zu gelangen. Da die praktisch und theoretisch gleich gut ausgebildeten Facharbeiter vollkommen fehlen, haben die wichtigsten Gesellschaften, z. B. die Öl-Gesellschaft und die ANIEM, ihre eigenen Schulen, worin sie ihre späteren Angestellten schulen.

Klimatische Verhältnisse und Einflüsse

Das ganze riesige Inselgebiet wird von den Monsunwinden beherrscht. Es liegt im feuchtwarmen Tropengürtel mit den entsprechenden Einflüssen und Gefahren für Menschen und Maschinen. Es ist aber nicht die Wärme, welche für die tropischen Folgen verantwortlich ist, sondern die enorme relative Luftfeuchtigkeit und die eigentümlichen Klimaveränderungen [3]). Die Feuchtigkeit ist zu gewissen Tageszeiten so gross, dass in kleineren Dieselzentralen im Landesinnern, wo nur im 12-Stundenbetrieb, d. h. von 18.30 bis 06.30 Uhr gearbeitet wird, spezielle Wicklungsheizungen in die Generatoren eingebaut sind, damit diese in den 12 Ruhestunden nicht zuviel Feuchtigkeit aufnehmen. In andern Zentralen wird im Ruhezustand der Generator zugedeckt und mit irgend einem Feuer geheizt. In Zentralen, wo Teillast zur Verfügung steht, erfolgt die Heizung mit unter halber Spannung brennenden Glühlampen (Infrarot). Die Niederschlagsmenge ist sehr gross; es wurden Monatswerte von 600 mm und mehr gemessen, was für hydroelektrische Anlagen verlockend sein müsste. Die wirtschaftlichen Zentren befinden sich fast ausschliesslich an der feuchtwarmen Küste, während in den Bergen ein für Europäer gesundes Klima herrscht. Wenn auch die Niederschlagsmenge gross ist, so ist die Regendauer kurz, und mit wenigen Ausnahmen besteht das ganze Jahr aus Sonnentagen, unterbrochen durch kurze aber intensive tropische Regen. Dementsprechend sind die Gebäude, vor allem Zentralen und Werkplätze, sehr leicht und luftig erstellt, was überdies mit Rücksicht auf die Erdbebenhäufigkeit von Vorteil ist.

Die Wasserkraftnutzung profitiert von den ausgezeichneten Akkumuliereigenschaften des tropischen Urwaldes, was zu einem in Europa unbekannt günstigen Verlauf der Abflussmengenhäufigkeitskurve führt. Die durch die Unordnung vergrösserte Abholzung grosser Gebiete führt aber, wenn dies so weiter geht, einmal zu schlimmen Folgen, um so mehr, als neben der Wassernutzung in Kraftwerken die künstliche Bewässerung der Reisfelder für die dicht besiedelten Gebiete von viel grösserer und lebenswichtigerer Bedeutung ist. Das Wasserkraftwerk Ketenger in Mitteljava, ein bei 260 m Gefälle mit Peltonturbinen (Charmilles) ausgerüstetes Kraftwerk, wurde ursprünglich als Pumpwerk zur Bewässerung der in den flachen Küstengebieten liegenden Reisfelder entworfen und war nur in zweiter Linie zur Speisung des öffentlichen Netzes bestimmt.

[3]) *Stieger, Jean:* Zum Problem der Tropenfestigkeit elektrischer Anlagen. Elektrotechniker Bd. 3(1951), Nr. 2, Februar, S. 35...38.

Adresse des Autors:
Dr. Ing. *J. Stieger*, A.N.I.E.M., Embong Woengoe, Soerabaja, Java.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Koronaverluste bei sehr hohen Spannungen

621.3.015.532

[Nach: *R. L. Tremaine, A. R. Jones* und *O. Naef:* Corona Loss at Extra-High Voltages. Westinghouse Engineer Bd. 11 (1951), Nr. 5, S. 144...150.]

Je mehr Leitungen für Spannungen über 230 kV gebaut werden, umso wichtiger ist die Berücksichtigung der Korona-Erscheinung.

Theorie der Korona-Erscheinung

Wenn auf einem runden, glatten Leiter eine Spannung angelegt wird, bildet sich ein Spannungs-Gradient, dessen Grösse im umgekehrten Sinne zur Distanz vom Leiter abnimmt. Wird die den Leiter umgebende Luft über einen gewissen kritischen Gradienten beansprucht, so entstehen Korona-Entladungen. Die maximale Spannung, ohne dass sich am Leiter Korona-Entladungen bilden, ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$U_0 = g_0 \, \delta^{\frac{2}{3}} \, r \, m \ln \frac{D}{r} \qquad (1)$$

wo

U_0 Kritische Spannung zwischen Pol- und Nulleiter, in kV
g_0 kritischer Gradient in kV/cm
r Leiter-Radius in cm
D Leiter-Abstand in cm bei Einphasen-System, oder gleichwertiger Polleiter-Abstand bei Drehstrom-System
m Oberflächenfaktor
δ Luft-Dichtigkeitsfaktor

Peterson und *Peck* geben für den kritischen Gradienten (g_0 in Gl. 1) den Wert 21,1 kV/cm. Neuere Arbeiten zeigen aber, dass der aus folgender Gleichung erhaltene Gradient ein genauer Wert ist (von Peck als visueller Gradient bestimmt):

$$g_0 = 21{,}1 \left(1 + \frac{0{,}301}{\sqrt{\delta r}}\right) \quad \text{in kV/cm} \qquad (2)$$

Einfluss der Leiteroberfläche auf die Korona-Erscheinung

Nach neueren Angaben liegt der Oberflächenfaktor m (Abweichung der wirklichen Leiteroberfläche von einem glatten Zylinder) bei verwitterten Leitern, für Segmentleiter bei 0,92, für verseilte Leiter bei 0,82...0,85.

Ist eine Leitung ein oder mehrere Tage (Kurzzeit-Alterung) nicht mehr im Betrieb, so wird die Korona-Erscheinung nach Wiederinbetriebsetzung grösser. Sie kehrt aber nach einigen Stunden wieder in den normalen Zustand zurück. Das kurzzeitige Ansteigen der Verluste rührt vermutlich von der Oberflächenverschmutzung des Leiters her.

Bei Langzeit-Alterung (6...12 Monate für neue Leiter) ist die Korona-Erscheinung bei schönem Wetter und bei neueren Leitern grösser als bei älteren. Diese Erscheinung ist schwierig zu erklären, da die Oberfläche des neueren Leiters glatter ist als diejenige eines älteren.

Einfluss des Wetters

Das Wetter beeinflusst das Auftreten der Korona-Erscheinung mehr als alles andere. Korona-Verlustresultate, welche in der Prüfanlage von Tidd bei gleichen Prüfspannungen erhalten wurden, gaben Verluste bei schönem Wetter von 1,5 bis 11 kW pro Meile (auf normale atmosphärische Bedingungen reduziert). Lange Leitungen sind wetterempfindlicher als kurze.