Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 52 (1961)

Heft: 5

Artikel: Die Betriebsstatistiken bei Überlandwerken

Autor: Leresche, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916822

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: 10.07.2025

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

Die Statistiken im Betriebe der Elektrizitätswerke

Bericht über die 22. Diskussionsversammlung des VSE vom 5. Mai 1960 in Lausanne und vom 3. November 1960 in Zürich

31 : 621.311

Die Betriebsstatistiken bei Überlandwerken

von *R. Leresche*, Olten

Der Verfasser bespricht einleitend den Aufbau des Tages-Programmes eines grossen Überlandwerkes und weist in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der Betriebsstatistiken für die Aufstellung der Programme hin. Als Beispiele wichtiger Betriebsstatistiken werden im zweiten Abschnitt besonders erwähnt: Statistiken über die Niederschlags- und Abflussverhältnisse, über den Betrieb der Speicherwerke, über den Energieaustausch mit dem Ausland u. a. Abschliessend nennt der Autor einige Regeln, die bei der Ausarbeitung von Statistiken zu befolgen sind.

L'auteur expose tout d'abord la structure des programmes journaliers d'une grande entreprise régionale et souligne à ce propos l'importance que présentent les statistiques d'exploitation pour l'établissement de ces programmes. A titre d'exemples de statistiques d'exploitation importantes il cite dans une deuxième partie: les statistiques relatives aux précipitations et aux débits des cours d'eau, celles concernant l'exploitation des usines à accumulation, les échanges d'énergie avec l'étranger, etc. En conclusion l'auteur donne quelques règles à observer lors de l'établissement de statistiques.

Einführung

Bei der praktischen Anwendung der Statistik in der Technik und vor allem in der Betriebsführung von Überlandwerken werden oft einfachere Methoden gebraucht als bei theoretischen oder wirtschaftlichen Studien. Der Hauptgrund dürfte darin zu suchen sein, dass sie es meistens erlauben, den gesunden Menschenverstand besser zum Ausdruck zu bringen. Die Probleme werden dabei vielleicht weniger gründlich ausgearbeitet, hingegen können sie auch von jenen, die auf dem Gebiet der Statistik keine Spezialisten sind, rascher, besser und vollständiger erfasst werden, und dementsprechend können aus solchen Statistiken leichter richtige Schlüsse gezogen werden.

Bevor wir auf das eigentliche Gebiet der Betriebsstatistik eintreten, ist es vielleicht doch angebracht, den Begriff «Statistik» zu definieren. Ein bekanntes Nachschlagewerk enthält hierüber folgende Begriffsbestimmung: «Die Statistik ist die zahlenmässige Erfassung von Massenerscheinungen auf naturwissenschaftlichem und besonders sozialökonomischem Gebiet mit dem Zweck, aus einer möglichst grossen Zahl beobachteter Fälle auf eine möglichst allgemeine Gesetzmässigkeit zu kommen.» Sie sehen, wie vorsichtig sich der Verfasser ausdrückt: «möglichst zahlreiche Beobachtungen» und «möglichst allgemeine Gesetze». Da spielt schon der gute Wille mit; denn nur in seltenen Fällen besitzt der Betriebsstatistiker eine genügende Anzahl Beobachtungen, und wenn er sie besitzt, dann hat er oft nicht genügend Zeit, um sie in nützlicher Frist auszuwerten. Ich erinnere mich diesbezüglich an einen Vortrag von Herrn Prof. Lugeon, in welchem er sagte, dass man das Wetter, dessen Voraussage für unsere Werke so wichtig ist, wohl 24 Stunden zum voraus genau berechnen könne, dass aber zahlreiche Gelehrte während Monaten an einer solchen Prognose arbeiten müssten. Worin besteht der Nutzen einer solchen Arbeit?

Auf andern Gebieten dagegen bringt uns die Statistik sehr bedeutende Vorteile: Betrachten wir z. B. die Kurve der durchschnittlichen Abflussmengen des Rheins bei Rheinfelden in den letzten 40 Jahren (Fig. 1). Für jeden Tag des Kalenders ist ein Mittelwert aus 40 Tageszahlen berechnet worden, so dass die Kurve aus 365 Tagen × 40 Tageswerte = ca. 15 000 Zahlen entstanden ist. Wenn diese Zahlen einer Tabelle entnommen werden müssten, so hätte der arme Leser bei einer Höchstgeschwindigkeit von zwei Sekunden pro Zahl 30 000 Sekunden oder 8 Stunden aufzuwenden, und ich glaube kaum, dass er am Abend eine so klare Darstellung haben würde, wie sie uns diese Kurve vermittelt. Im Gegenteil!

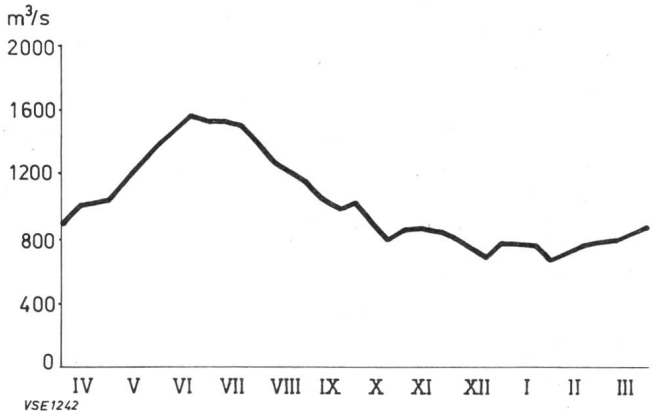

Fig. 1
Wasserführung des Rheins bei Rheinfelden
Langjähriges Mittel

Die Statistik ist also ein Mittel, oder noch besser gesagt, ein Hilfsmittel zur Erfassung von unzähligen Funktionen, die sich leider auf unserem Gebiet nicht immer durch eine einfache Formel ausdrücken lassen. Und bei den Überlandwerken, von denen ich heute zu sprechen habe,gilt dies noch in vermehrtem Masse; denn selten sind genügend zahlreiche Angaben vorhanden, um wirklich zu einer Gesetzmässigkeit zu gelangen.

Warum dies leider so ist, ist leicht zu erklären. Hat ein Elektrizitätswerk ein einziges Wasserkraftwerk, um ein bestimmtes Gebiet zu versorgen, kann es einerseits die Gesetzmässigkeit der Wasserführung mit

all ihren variablen Einflüssen wie Jahreszeit, Niederschläge, Temperatur, usw. und andererseits die Gesetzmässigkeit des Verbrauches als Funktion verschiedener Variablen, wie Jahreszeit, Tageszeit, Werk- oder Feiertag, flächen- und volumenmässige Entwicklung des Absatzes, Art der Abnehmer usw. ermitteln. Es ist wohl möglich, alle diese Faktoren zu berücksichtigen und in klarer Form darzustellen. Nimmt nun die Anzahl der Energiequellen zu und wird die Energieabgabe durch Abnehmer beeinflusst, die einen weniger regelmässigen Betrieb aufweisen, so wird die Statistik schon bedeutend komplizierter.

Beim Überlandwerk häufen sich aber die Einflüsse und sie werden so zahlreich, dass man alle gesondert betrachten muss, um ihre Wirkung auf das Ganze bestimmen zu können. Gewisse Gebiete, wie die Produktion der Laufwerke, die Reserven an Speicherenergie, können statistisch erfasst werden. Auf der Abgabeseite besteht die Möglichkeit, nützliche Unterlagen über die Entwicklung des Verbrauches der Detailabonnenten und Wiederverkäufer zu erhalten. Andere Grössen dagegen weisen so grosse Schwankungen auf, dass ihre Entwicklung nicht mehr in eine feste Formel gefasst werden kann, so z. B. der Energieverkauf an andere Werke, die selbst eine namhafte Eigenerzeugung besitzen und bei denen sich eine Veränderung in der Wasserführung eigentlich oft im umgekehrten Sinne auswirkt, indem der Bezüger bei günstiger Hydraulizität eine bessere Eigenproduktion aufweist und somit weniger Fremdenergie benötigt. Durch ausservertragliche Energiegeschäfte muss dann versucht werden, die Überschüsse so gut wie möglich abzusetzen, und der Export elektrischer Energie kann in dieser Hinsicht einen sehr willkommenen Ausgleich schaffen. Auf diesem Gebiet lohnt es sich nicht mehr, eine Gesetzmässigkeit zu suchen, die wahrscheinlich existiert, aber nur durch langwierige Berechnungen gefunden werden könnte und deshalb kaum innert nützlicher Frist brauchbare Resultate ergeben würde.

Dies hat zur Folge, dass die eigentliche Statistik bei einem Überlandwerk ohne wesentliche Detailversorgung, wie im Falle der Atel, in relativ bescheidenen Grenzen geblieben ist, und es werden vielleicht viele unter Ihnen staunen, dass wir nicht zahlreiche schöne Glockenkurven, interessante Dauerkurven oder andere mehr zeigen können. Die Verschiedenheit der Geschäfte ist leider daran schuld. Wir müssen uns darauf beschränken, die Statistik auf denjenigen Gebieten anzuwenden, die sich dazu eignen, und zum Glück gibt es deren noch genug.

Die Aufstellung des Tages-Programmes

Ein Überlandwerk hat die Aufgabe, die Energieerzeugung von zahlreichen Werken, seien es eigene oder fremde, aufzunehmen und diese Energie über ihre Höchstspannungsnetze bis zu den Konsumzentren zu bringen, wo sie entweder direkt oder über Wiederverkäufer den Verbrauchern zugeführt wird.

Obwohl es nicht zum eigentlichen Thema der heutigen Diskussionsversammlung gehört, wird es Sie vielleicht doch interessieren, wie ein Tagesprogramm eines Überlandwerkes entsteht; denn die Aufstellung eines solchen Programmes ist so eng mit der Statistik verbunden und berührt sie in so manchen Punkten – man denke nur an die Wasserführung, Wetterlage, Schneeverhältnisse, Temperatureinflüsse, usw. –, dass es sich sicher lohnt, einige Worte darüber zu sagen.

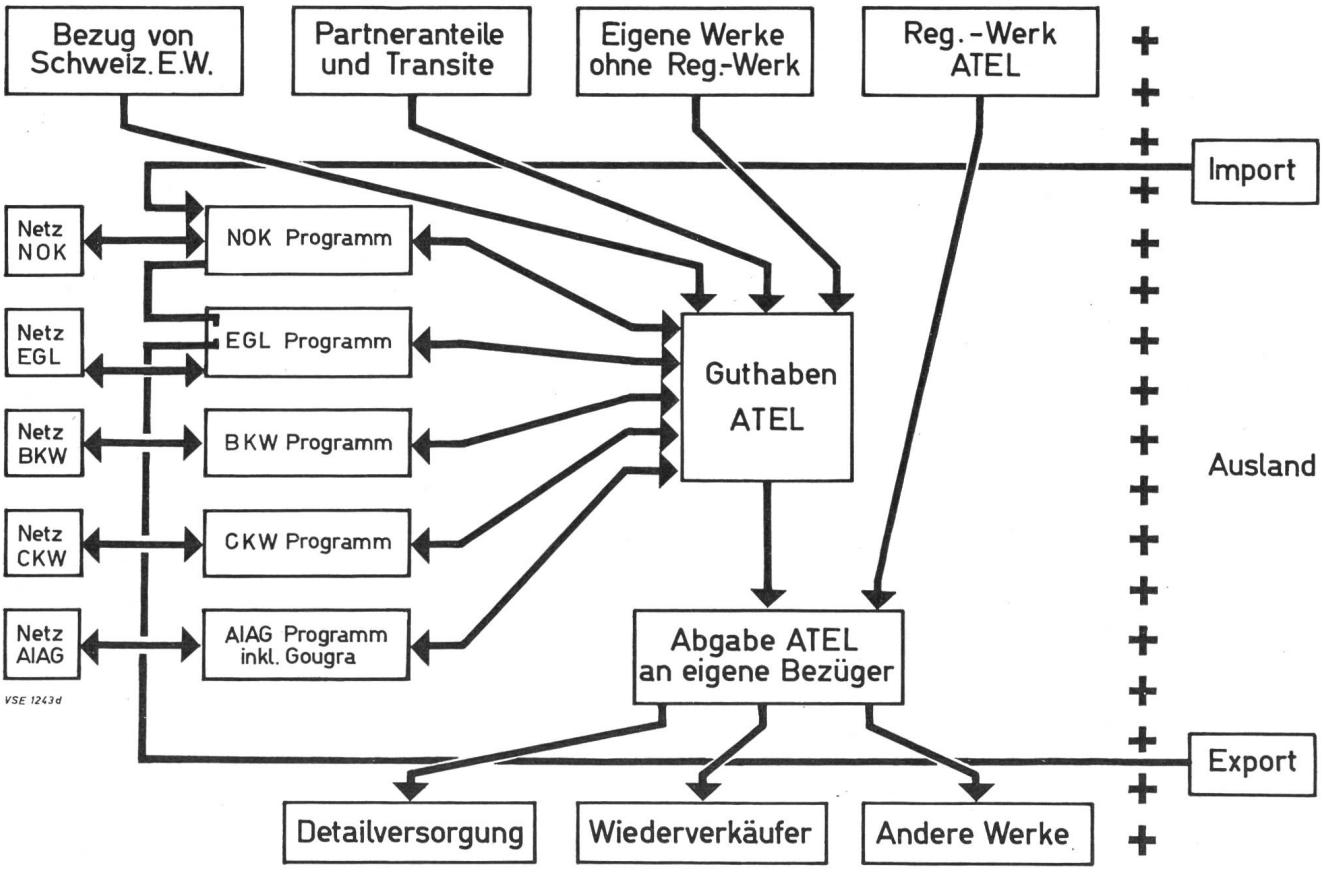

Fig. 2
Aufbau des Tages-Programmes der ATEL

Das Tagesprogramm wird von der Abteilung «Oberbetrieb» in Form stündlicher Energiebilanzen aufgestellt. Also bestehen eigentlich für jeden Tag 24 Bilanzen.

Auf der *Produktionsseite* (Fig. 2) befinden sich die eigenen Werke, die Anteile von Partnerwerken und die Bezüge von andern Werken, die vertraglich oder ausservertraglich sein können. Eine besondere Rolle spielt das Werk, das die Regulierung des Programmes zu übernehmen hat, worauf wir noch zu sprechen kommen.

Auf der *Abgabeseite* werden alle Abnehmer eingesetzt; sie sind unterteilt in Abnehmer mit festen Programmen, die zum voraus bestellt werden, und in solche mit veränderlicher, d. h. mit der Belastung eines Netzes variierender Leistung. Die Werte für die zweite Abnehmer-Kategorie müssen anhand von Erfahrungszahlen und Statistiken möglichst gut geschätzt werden.

Dazu kommen noch zahlreiche *Energieausgleiche* mit andern Werken (NOK, EGL, BKW, CKW, AIAG), die in der Darstellung auf der linken Seite aufgeführt sind. Sie umfassen Energielieferungen aus Partnerwerken, Energieaustausche, Transitgeschäfte, usw. und können aktiv, d. h. von der Atel aus gesehen Lieferungen, oder passiv, d. h. Bezüge der Atel sein. Oft ändert die Richtung des Energieflusses im Laufe desselben Tages.

In der Kategorie «Energieausgleiche» befindet sich auch der Export bzw. der Import von Energie. In unserem Beispiel ist z. B. ein Export der Atel über das Programm der NOK durch Vermittlung der EGL dargestellt. Die technische Gestaltung der Übertragungsanlagen verlangt öfters solche Umwege.

Werden nun die Produktions- und Bezugsposten, die Energieausgleichs-Saldi und die Abgabeposten algebraisch summiert, so erhält man eine gewisse Leistung, die vom Regulierwerk geliefert werden muss, das im Laufe des Tages die jeweiligen Schwankungen auf der Abnehmerseite aufzunehmen hat. Sobald das Regulierwerk bei steigendem Umsatz seine Maximalleistung erreicht hat, muss entweder ein zweites Werk eingesetzt oder es müssen gewisse fakultative Energieabgaben eingestellt oder reduziert werden.

So kommt es bei wechselnden Wetterverhältnissen oft vor, dass die vorhandenen Reguliermöglichkeiten nicht mehr ausreichen; das Programm muss dann den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden. Die veränderte Wasserführung wirkt sich aber nicht nur auf die eigene Produktion, sondern auch auf die Erzeugung anderer Werke aus, und die Energieausgleichsprogramme sind dann meistens ebenfalls neu zu gestalten. Für ein normales Tagesprogramm der Atel sind im Durchschnitt gegenwärtig 1500 Zahlen einzusetzen, davon wird eine Anzahl von auswärts übermittelt, andere dagegen werden auf Grund der statistischen Angaben bestimmt. Die Samstag-, Sonntag- und Montag-Programme sind zusammen bereits am Freitag aufzustellen, was die Arbeit verdreifacht. Wenn dazu noch starke Regenfälle eintreten, die das Programm umwerfen, wie es dieses Jahr so häufig vorgekommen ist, dann gibt es in unserer Abteilung «Oberbetrieb» allerlei zu tun.

Dass das Tagesprogramm einen nicht gesetzmässigen, ruhigen Ablauf nimmt, geht daraus hervor, dass manchmal innerhalb von 24 Stunden von einem Energieimport in der Grössenordnung von 100 MW auf einen Export von nahezu gleicher Leistung umgestellt werden musste. Dies erfordert eine grosse Anpassungsfähigkeit und eingehende Kenntnisse der Verhältnisse, damit die anfallende Energie so wirtschaftlich wie möglich ausgenutzt werden kann.

Selbstverständlich müssen alle Übertragungsmöglichkeiten ständig genau überprüft werden; nur so kann eine Überlastung der Leitungen und Transformatoren vermieden werden. Bei eventuell eintretenden Engpässen (z. B. bei Revisionen) ist der Energietransport öfters nur auf Umwegen möglich.

Ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für den Oberbetrieb ist der Lastverteiler, der dem Beauftragten stets zeigt, wie sich das Werk oder die Werke, welche für die Regulierung eingesetzt sind, verhalten. Die Stellung der massgebenden Schalter und der Belastungszustand aller wichtigen Punkte des Höchstspannungsnetzes ist jederzeit klar ersichtlich, was nicht nur zur Kontrolle der Tagesprogramme dient, sondern auch für die Vorbereitung der nächsten Programme nützlich ist und bei unerwarteten Belastungsänderungen ein rasches Eingreifen ermöglicht. Dazu kommen selbstverständlich auch die Vorteile einer sofortigen, klaren Orientierung bei Betriebsstörungen. Wieviele Telephongespräche werden dann in jenen Momenten vermieden, in denen alle Betriebsleute voll beschäftigt sind, wenn man mit einem Blick erkennen kann, welche Leitung ausgefallen ist!

Beispiele von Betriebsstatistiken

1. Hydrologie

Gut vorbereitete statistische Unterlagen können viel dazu beitragen, den Aufbau des so wichtigen Tagesprogrammes zu erleichtern. Die mittlere Wasserführung des Rheins ist in Fig. 1 dargestellt, wobei oft in solchen Kurven die Wasserführung der Flüsse im laufenden Jahr jeden Tag nachgetragen wird; für Aare und Tessin werden entsprechende Kurven aufgezeichnet. Zur Orientierung von Behörden müssen von Fall zu Fall noch besondere Statistiken aufgestellt werden, die über die Auswirkung der Hydraulizität auf die Ergebnisse des Energiegeschäftes und den Vergleich mit dem Vorjahr Auskunft geben müssen. Auch können die Charakteristiken von verschiedenen Einzugsgebieten verglichen und die Vorteile einer Verteilung der Werke auf Gegenden mit anderen Witterungsverhältnissen (Nordschweiz, Tessin, Wallis, usw.) zum Ausdruck gebracht werden.

2. Betrieb der Speicherwerke

Eine grosse Bedeutung kommt den Speicherwerken und vor allem den jeweiligen Speichervorräten zu. Die Speicherwerke müssen so eingesetzt werden, dass die Vorräte für den ganzen Winter ausreichen und dass eine Reserve bestehen bleibt für einen immer zu befürchtenden trockenen Monat April, eventuell sogar Mai. Eine ganze Reihe von Statistiken ermöglicht es, diese so wichtige Variable aufmerksam zu verfolgen.

Vorerst die Füllung der Speicherseen, die von den Wetterverhältnissen, von den Niederschlägen im Sommerhalbjahr und von der Schneedecke im Frühjahr stark abhängig ist. Über die Wetterverhältnisse im Laufe des Sommers kann nichts vorausgesagt werden, und auch der 100jährige Kalender nützt in dieser Hinsicht herzlich wenig. Dagegen ist die im Frühjahr

vorhandene Schneereserve eine messbare Grösse, die erfasst werden sollte, ist sie doch für einen grösseren Teil der Füllung massgebend. Die Schwierigkeit liegt aber in der Messung selbst. Die in Wasser umgerechnete Schneemenge hängt von der bedeckten Fläche, von der Höhe der Schicht und vom spezifischen Gewicht des Schnees ab. Die EdF hat, laut verschiedenen, von der UNIPEDE herausgegebenen Berichten, in dieser Hinsicht weitgehende Versuche im Einzugsgebiet ihrer Werke gemacht und für diesen Zweck ein ganzes Netz von Beobachtungsposten aufgestellt. Wir haben uns bis jetzt damit begnügt, die Schneehöhe an einem einzigen Punkt, der nicht einmal im Einzugsgebiet selbst liegt, am Anfang eines jeden Monats zu messen und ein mittleres spezifisches Gewicht, das mit der Jahreszeit ändert, anzunehmen. Das Resultat ist nicht schlecht, was beweist, dass man mit sehr einfachen Methoden öfters ohne grosse Kosten ganz brauchbare Anhaltspunkte erhalten kann.

Wir prüfen gegenwärtig ein neues System, das fast so einfach ist wie das bisherige, in bezug auf die Messungen aber doch dazu beitragen sollte, das gesamte Einzugsgebiet besser zu erfassen. Es liegen leider noch keine Ergebnisse vor, um die Methode beurteilen zu können.

Die Entleerung der Seen spielt auch eine wichtige Rolle. Diese Kurven sind aber einfach, so dass wir hier nicht näher darauf einzugehen brauchen. Etwas aufmerksamer muss das Stadium der vollständigen Entleerung der Speicher verfolgt werden, da die Gefahr besteht, dass Eisschichten den Stollen-Einlauf verstopfen, was genauere Beobachtungen und eine präzise Statistik erfordert.

Bei der Beurteilung der Speicherreserven ist es nicht nur notwendig, diese in absoluten Zahlen zu kennen, sondern es ist auch sehr wichtig, zu wissen, wie sie sich im Verhältnis zu den Abgabeverpflichtungen ändern. Oft wird beim Verkauf von Speicherenergie eine gegebene Energiemenge während eines Winterhalbjahres veräussert und dabei dem Bezüger die Möglichkeit eingeräumt, die Energie zu beziehen, wann es ihm passt, selbstverständlich innerhalb bestimmter Grenzen. Je nach Hydraulizität wird dann der Bezug eher auf den Anfang des Winterhalbjahres konzentriert, auf die ganze Periode gleichmässig verteilt oder für den Februar und März aufbewahrt. Für das Lieferwerk ist es von Bedeutung, zu wissen, dass für solche Verpflichtungen in den Stauseen stets genügend Reserven vorhanden sind. Eine solche Kontrolle hat zu einer etwas ungewöhnlichen Statistik geführt, die jeweils den Stand der Energieverpflichtungen den verbleibenden Speichervorräten gegenüberstellt (Fig. 3). Die täglichen Verbesserungen im Verhältnis zum Sollwert, also zur gleichmässigen Verteilung der Speichervorräte und der Verpflichtungen, sind mit Horizontalschraffur angegeben, die Verschlechterungen dagegen mit Diagonalschraffur. Eine dauernde Periode mit Diagonalschraffur ist ein Zeichen dafür, dass die Reserven zu rapid sinken und dass Energie eingeführt oder ein schon bestehender Import vergrössert werden muss.

3. Energieaustausch mit dem Ausland

Das Gebiet der Energieaustausche mit dem Ausland erfordert ebenfalls eine genaue Statistik. Diese Geschäfte werden in Zusammenarbeit mit der Vereinigung exportierender Elektrizitätsunternehmungen getätigt. Oft schliessen sich dabei mehrere grosse Überlandwerke der Schweiz zusammen, um gemeinsam Energieaustausche mit dem Ausland vorzunehmen.

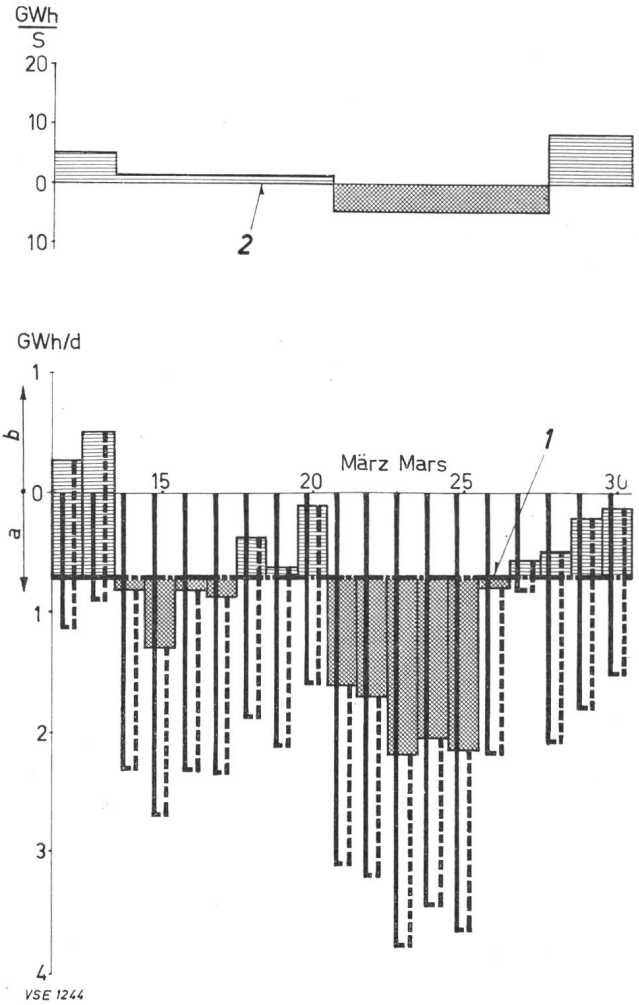

Fig. 3
Ausschnitt aus einer Energiebilanz

unten
a Speicherbezug pro Tag
b Pflichtabgabe pro Tag
1 Sollbetrag (0,71 GWh/d)
Speicher- und Import-Energie
Pflichtabgabe
Positiver Tages-Saldo (verbessert die Energiebilanz)
Negativer Tages-Saldo (verschlechtert die Energiebilanz)

oben
2 Sollbetrag
$\frac{GWh}{S}$ GWh pro Woche

Im Jahre 1951 wurde die Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité (UCPTE) gegründet, in welcher sich acht westeuropäische Länder zusammengeschlossen haben, um die bestmögliche Ausnutzung der Erzeugung der Werke und vor allem die Verwertung der Überschüsse aus Wasserkraftanlagen zu ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Zusammenarbeit sind sehr erfreulich, und die Vereinigung besitzt ein gut ausgebautes Meldesystem; auch publiziert sie ausführliche Berichte mit ausgezeichneten Statistiken.

4. Andere Betriebsstatistiken

Der Betrieb benötigt noch sehr viele andere statistische Angaben, und es wäre müssig, sie alle aufzählen zu wollen. Einige dieser Statistiken, wie die Statistik

der Verluste, der Spannungsvariationen, der Phasenverschiebung, der Störungen, werden dauernd nachgeführt, da sie für die Betriebsführung ständig benötigt werden; andere dagegen, die weniger wichtig sind, können sporadisch oder nur bei Gelegenheit erstellt werden, um eine bestimmte Frage genau abzuklären.

5. Energiebeschaffung in der Zukunft

Ein sehr wichtiges Gebiet, dem grosse Aufmerksamkeit zu schenken ist, ist die Entwicklung der zukünftigen Energiebeschaffung, dies um so mehr, als der Zeitpunkt, da alle ausbauwürdigen Wasserkräfte ausgenutzt sein werden, nicht allzu fern liegt. Dann wird die Erzeugung elektrischer Energie aus anderen Energieträgern die Deckung der weiteren Bedarfszunahme übernehmen müssen. Im Zusammenhang mit den Anpassungen und Erhöhungen der Tarife wird sich auch eine gewisse Änderung der Verbrauchsstruktur bemerkbar machen. Auf diesem Gebiete werden statistische Berechnungen erforderlich sein, wobei den sich ändernden Verhältnissen gebührend Rechnung zu tragen sein wird.

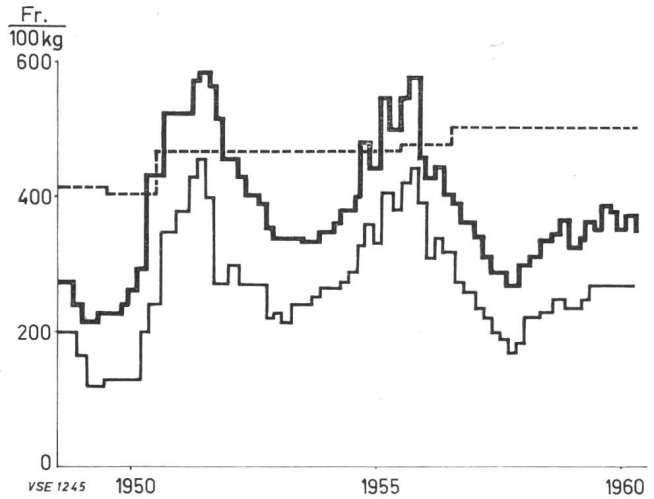

Fig. 4
Einkaufspreise für Cu-Draht und Aldrey-Seil

------ Aldrey-Seil, Querschnitt 550 mm²
▬▬ Neukupfer
—— Altkupfer

6. Kommerzielle Statistiken

Auch auf kommerziellem Gebiet werden – vielleicht etwas seltener – statistische Unterlagen gesammelt, die sehr nützliche Angaben über Betrieb, Unterhalt, Baukosten, Löhne, Amortisationen liefern. Als Beispiel zeigt Fig. 4 die Entwicklung der Kupfer- und Aldrey-Preise. Anstelle einer langen Reihe von Zahlen erhält man mit einem Blick eine Übersicht über die gesamte Entwicklung während einer langen Periode.

Es ist sogar möglich, eine ganze Bilanz oder eine Gewinn- und Verlustrechnung statistisch zu erfassen, wie dies aus den Diagrammen der Fig. 5 hervorgeht; oben die Entwicklung aller Posten während 20 Jahren, unten die prozentuale Aufteilung dieser Posten auf das erste und das letzte Jahr der betreffenden Periode. Ich gebe zu, dass der Buchhalter nicht mehr die Genugtuung hat, jede Zahl bis zum letzten Rappen genau erfassen zu können; denn in dieser Hinsicht muss die Genauigkeit der Übersichtlichkeit weichen, aber die statistischen Unterlagen dienen letzten Endes doch meistens nur dazu, Anhaltspunkte für die Zukunft zu gewinnen, und für diese Anhaltspunkte ist eine grosse Genauigkeit selten notwendig, da die Verhältnisse von Jahr zu Jahr doch immer etwas ändern.

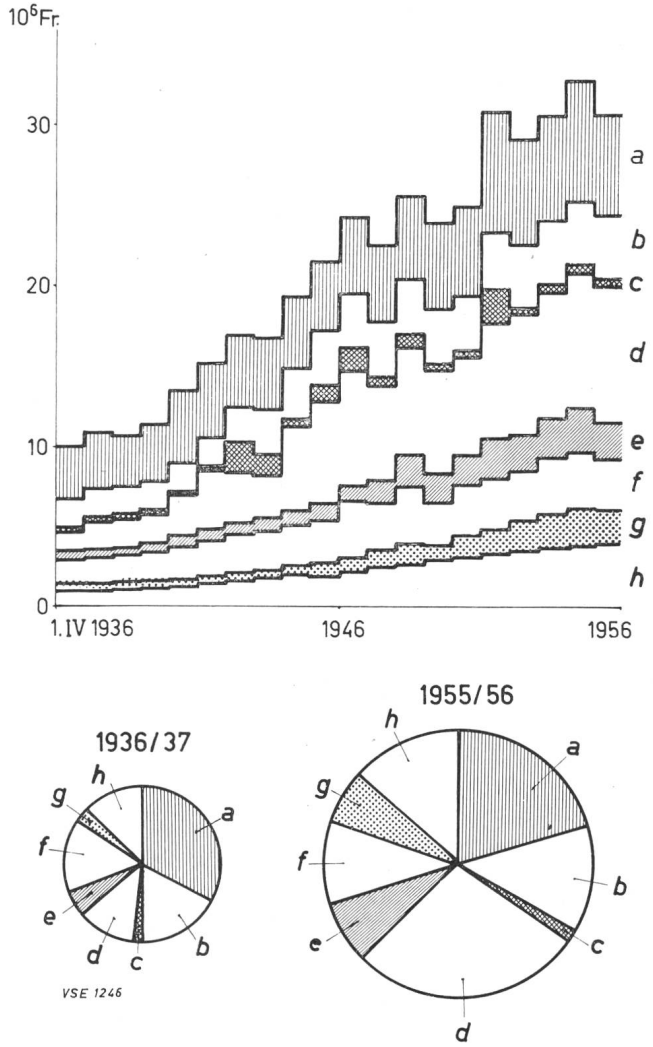

Fig. 5
Soll-Posten der Gewinn- und Verlustrechnung

a	Reinertrag	*e*	Unterhalt
b	Zinsen	*f*	Steuern
c	Diverse Abschreibungen	*g*	Unkosten
d	Abschreibungen Anlagen	*h*	Löhne

Empfehlungen für die Ausarbeitung von Statistiken

Nun möchte ich noch auf einige Punkte hinweisen, die mithelfen können, gute und nützliche Statistiken zu erstellen. Es sind Regeln, die zum Teil bereits erwähnt wurden; aber es ist vielleicht doch von Nutzen, sie anhand von Beispielen etwas näher zu erörtern.

a) Klarheit und Einfachheit

Was verlangt man von einer Statistik und vor allem von der graphischen Darstellung einer Statistik? Dass sie rasch erfasst und ohne Kopfzerbrechen verstanden werden kann. Wer nun aber statistische Daten durch Kurven graphisch darstellen muss, ist in der Regel mit der Materie so gut vertraut, dass er oft der Versuchung nicht widerstehen kann, in eine und dieselbe Figur mehrere Kurven einzuzeichnen: Ist nun eine erste Kurve entstanden, dann wird wahrscheinlich eine zweite Kurve, die mit der ersten in direktem Zusammenhang steht, auf das gleiche Blatt gezeichnet, nach-

her kommt eine dritte Kurve, und wenn der Chef noch eine oder zwei Varianten verlangt, dann sind es schon sechs oder neun Kurven. Sehr leicht kommt man dann zum «Schnittmusterbogen» mit einem Wirrwarr von zahlreichen Kurven und mehreren Maßstäben, in welchen sich nur noch der Verfasser zurecht findet, weil es sein eigenes Kind ist; jemand anders hingegen muss mühsam alle Details studieren, um das ganze Kurvenbild zu verstehen. Wir aber müssen den Mut haben, einen neuen Bogen aufzuspannen und die wichtigsten Kurven von den Hilfskurven auszuscheiden, um ein klares und übersichtliches Bild zu erhalten.

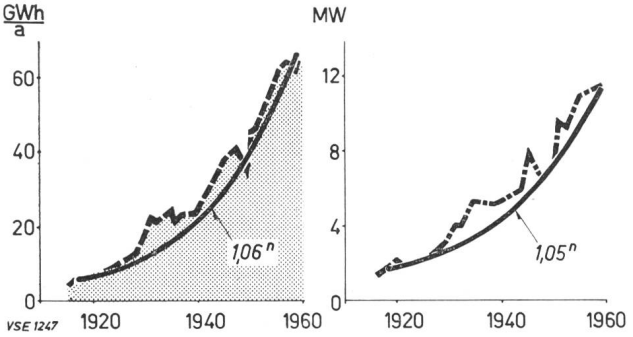

Fig. 6

Energieabgabe und Höchstbelastung in einem bestimmten Absatzgebiet

links Jahres-Energiebezug
- effektive Werte
- theoretische Kurve

rechts Jahres-Höchstbelastung
- effektive Werte
- theoretische Kurve

b) Wahl der Maßstäbe

Diese Wahl ist äusserst wichtig, um ein gutes Resultat zu erzielen. Die linearen Maßstäbe sollten, wenn immer möglich, in einem einfachen Verhältnis zur Längeneinheit stehen, damit die Koordinaten von Punkten mit einem normalen Maßstab ohne grosse Umrechnungen abgelesen werden können. Werden auf einer Darstellung mehrere Diagramme nebeneinander gezeichnet, so sind alle Skalen gleich zu wählen, auch wenn zufälligerweise eine der Funktionen bedeutend kleinere Werte aufweisen sollte. Das Gesamtbild würde verfälscht, wenn für die kleineren Werte ein grösserer Maßstab zur Anwendung gelänge.

c) Art der Darstellung

Auch die Zeichen und die Art der Darstellung sind mit Sorgfalt zu wählen. Für die Darstellung der Entwicklung von Leistungs- oder Energiepreisen eignet sich eine Punktkurve am besten; bei Energiemengen pro Monat oder pro Jahr sind dagegen Stäbe vorteilhafter, da sie der Integration einer Leistung während einer gewissen Zeit entsprechen. Sollen aber nicht zusammenhängende Werte verglichen werden, z. B. spezifischer Konsum in verschiedenen Ortschaften oder Ländern, dann sind Stäbe zu wählen, die durch Intervalle voneinander zu trennen sind. Die Art der Darstellung ist von sehr grosser Bedeutung, und es lohnt sich immer, die erforderliche Überlegungszeit dafür zu opfern.

d) Stetigkeit in der Darstellung

Es empfiehlt sich, in der Darstellung der Statistiken auch eine gewisse Konstanz walten zu lassen. Für Statistiken, die sich jedes Jahr wiederholen, kann jede der Jahreskurven auf eine separate Transparentfolie aufgeklebt werden, was erlaubt, nur diejenigen Kurven zusammenzunehmen, die für den Vergleich erforderlich sind. Nicht nur die Kurven, sondern auch die Farben sollten eine gewisse Stetigkeit aufweisen. Das Auge kann sich sehr gut an Farben erinnern, und mit angenehmen, passenden Farben können sogar künstlerische Wirkungen, die gut im Gedächtnis bleiben, erreicht werden.

e) Abgrenzung des Geltungsbereiches

Vor nicht sehr langer Zeit hatte ich eines schönen Tages die Freude, feststellen zu können, dass sich für ein gewisses Absatzgebiet die Kurven der Entwicklung von Leistungs- und Energieabgabe leicht in einer einfachen Formel ausdrücken lassen (Fig. 6). Nicht immer hat man dieses Glück, und um so eifriger schreitet man dann zur Extrapolation, was absolut zulässig zu sein scheint. Die Energieabgabe wuchs nämlich in unserem Fall mit der Funktion $1{,}06^n$ und die Leistung mit einer solchen von $1{,}05^n$. Und da erlebt man die grosse Enttäuschung, dass die so gut gelungene Extrapolation für die Jahre ab 2000 zu einer Benützungsdauer von mehr als 8760 h/Jahr, also zu einer Unmöglichkeit, führt (Fig. 7). Was ist nun hier geschehen? Die Kurven von 1920 bis 1960 stimmen vollauf und auch die entsprechende Gesetzmässigkeit, was aber nicht stimmt, ist die Extrapolation auf längere Dauer mit dem gleichen Zuwachsfaktor. In den zugrundegelegten 40 Jahren haben sich nämlich die Wärmeanwendungen rascher entwickelt als die andern Verwendungsarten, so dass sich das Diagramm ausgefüllt hat; dies hat aber seine Grenzen, und in der Zukunft wird die Benützungsdauer zu steigen aufhören und voraussichtlich sogar eine sinkende Tendenz aufweisen. Die Zuwachsrate der Leistungskurve wird dann grösser sein als diejenige der Energiekurve.

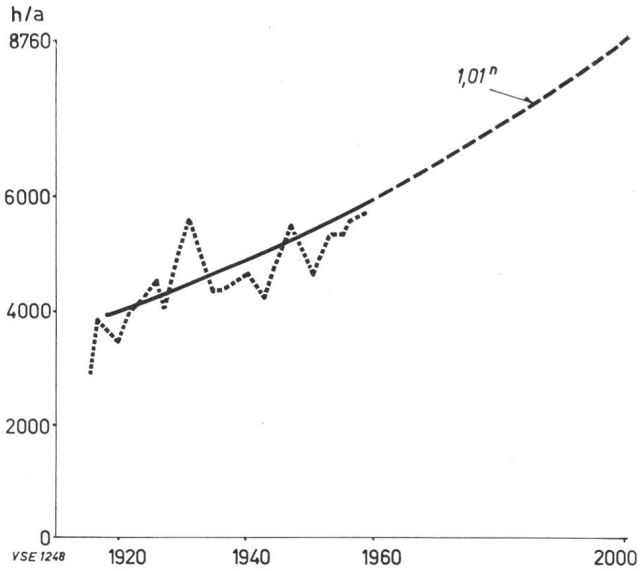

Fig. 7

Jährliche Benutzungsdauer der stündlichen Höchstbelastung in einem bestimmten Absatzgebiet

- effektive Werte
- theoretische Kurve

Dieses bewusst einfach gehaltene Beispiel zeigt doch, dass Vorsicht am Platze ist. Man hüte sich vor Fehlschlüssen, die durch allzu schöne Kurven entstehen können.

In diesem Zusammenhang müssen wir wieder daran erinnern, dass die Statistik doch nur ein Hilfsmittel ist, und so nützlich sie auch sein kann, darf sie doch nie den gesunden Menschenverstand ausser acht lassen.

f) Eine weitere Gefahr ist die *optische Täuschung*, die aber in gewissen Fällen auch als Vorteil gewertet werden kann. Zur einfachsten optischen Täuschung führt die Wahl des Nullpunktes ausserhalb des gezeichneten Diagrammes. Am schlimmsten ist es, wenn 20 bis 30 % des unteren Teils des Diagrammes einfach weggelassen werden. Auf diese Weise steigen die Entwicklungskurven viel rascher und viel schöner! Aber dies entspricht nicht der Wahrheit.

Andere optische Täuschungen sind weniger auffällig, können aber doch zu falschen Vorstellungen führen. In Fig. 8 haben wir ebenfalls ein Beispiel aus der Praxis, nämlich die Entwicklung der Wohnbevölkerung von fünf schweizerischen Städten, und zwar in % der Bevölkerung von 1850 und von 1900. Nachdem der Zuwachs im Laufe der Jahre nicht gleich war, sind auch die Tangenten verschieden, so dass sich bei der Verschiebung des Ausgangspunktes das Bild vollständig ändert. Dies ist vor allem bei der Gemeinde B auffällig. Will man speziell die Zunahme der Bevölkerung studieren, dann empfiehlt es sich, die logarithmische Skala zu wählen.

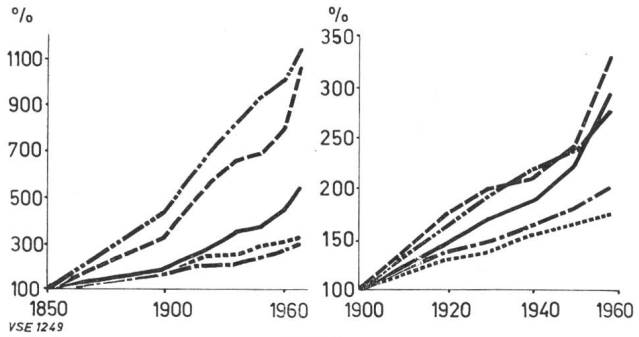

Fig. 8
Entwicklung der Wohnbevölkerung in fünf schweizerischen Städten
links in Prozenten der Wohnbevölkerung von 1850
rechts in Prozenten der Wohnbevölkerung von 1900

--- Gemeinde A
—— Gemeinde B
-·-·- Gemeinde C
—·— Gemeinde D
····· Gemeinde E

Die Mechanisierung der Statistik

Noch ein Wort über die Mechanisierung der Statistik. Früher wurden die verschiedenen Werte von Hand addiert. Mit einer geringen Mehrarbeit konnte die Addition auch graphisch vorgenommen werden. Die Darstellung in Kurvenform wurde sehr oft verwendet.

Und heute? Jeder Angestellte hat an seinem Arbeitsplatz eine Rechenmaschine. Diese addiert, subtrahiert, multipliziert, notiert, hält Saldi zurück, usw., und das Ergebnis davon ist, dass die Statistik meistens in Zahlen statt in Kurven ausgedrückt wird. Es ist bedeutend einfacher, mit den Zahlen zu operieren und dazu noch viel genauer. Ferner können ganze Programme oder andere technische Angaben durch den Fernschreiber leicht, rasch und fehlerlos auf grosse Distanzen übermittelt werden. Somit werden oft nur noch die allerletzten Ergebnisse in Kurvenform aufgetragen, und leider verschwinden die farbigen Diagramme immer mehr und werden bald nur noch als Erinnerung an die gute alte Zeit zurückbleiben.

Die Statistik aber besteht weiter, sie kann sogar noch stark erweitert werden, wenn die Arbeit von der Maschine übernommen wird. So können z. B. mit Hilfe des Lochkarten-Verfahrens grosse Gebiete erfasst und wichtige Ergebnisse aus hunderttausenden von Angaben sozusagen mühelos erarbeitet werden.

Die Betriebsstatistik ist ein immenses Gebiet, über das man unendlich lange sprechen könnte. Ich habe in grossen Zügen versucht, zu zeigen, wie man sie mit Vorteil einsetzen kann und was man womöglich vermeiden sollte. Die Ausdehnung des Gebietes führt aber noch zu einer weiteren Gefahr, die einem vielleicht nicht immer gegenwärtig ist; die Gefahr, sich darin zu verlieren! Unzählige Statistiken werden erstellt; sie müssen erstellt werden, aber jeder sollte den Mut haben, das Gute vom weniger Guten zu scheiden. Genau wie bei der Archivierung und der Registratur, wo der Papierkorb bei der heutigen Papierflut eine massgebende Rolle zu spielen hat, so sollte auch bei der Statistik der Stempel «nicht weiterführen» mit Vorteil öfters gebraucht werden und unbarmherzig den Ballast wegschaffen, was dann der Statistik die Möglichkeit gibt, sich zu entfalten und ihre Aufgabe zu erfüllen.

Genau wie alle andern Erscheinungen im Leben vermittelt auch die Statistik ein Bild von der Persönlichkeit des Verfassers. Die Statistik kann langweilig, unübersichtlich, kompliziert, unverständlich, mit einem Wort schlecht sein. Wenn sich der Leser zuerst einen Weg durch einen Wirrwar von Kurven und eine Ansammlung von Skalen bahnen muss, dann kommt die Arbeit, so gut sie auch sein mag, nicht zur Geltung, und es ist zu befürchten, dass ihr Wirkungsgrad nicht sehr hoch sein wird. Denn wir müssen uns vor Augen halten, dass die Statistik, obschon sie nur ein Hilfsmittel ist, doch eine Art Eigenrentabilität besitzt. Sie kostet Arbeit, also Geld, und muss, um wirklich ihrem Zweck zu entsprechen, auch helfen, in ihrem Anwendungskreis Arbeit und Geld zu sparen.

An lebendige, attraktive, schöne Statistiken, die mit einem Blick die Lage klar erfassen lassen, gewöhnt man sich gerne wie an einen guten Freund, dessen Charaktereigenschaften nicht zuerst abgetastet werden müssen. Solche Statistiken werden immer geschätzt. Auch bringen sie Freude an der Arbeit und können in erfreulicher Weise zur Entfaltung eines erfolgreichen Team-work beitragen.

Adresse des Autors:
R. Leresche, Vizedirektor der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten.