

Logische Systeme und der Mensch

Autor(en): **Dessoulavy, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **61 (1970)**

Heft 6

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915923>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Logische Systeme und der Mensch ¹⁾

Von R. Dessoulavy, Lausanne

696-699

681.325.65
(Übersetzung)

Ein logisches System wird als eine Entscheidungs-Maschine betrachtet; der Verfasser untersucht die Verwandtschaft eines solchen Systems mit dem menschlichen Verhalten und weist auf die Unterschiede hin. Nach einigen Betrachtungen über Determinismus und Zufall bei logischen Systemen werden die Rückwirkungen der technologischen Fortschritte im Gebiet der integrierten Schaltungen auf die Arbeit des Ingenieurs beschrieben.

Un système logique peut être considéré comme une machine à décider; l'auteur établit une analogie entre le comportement d'un tel système et celui de l'homme tout en recherchant les limitations. Après quelques considérations sur le déterminisme des systèmes logiques et le hasard, il décrit les répercussions entraînées par les progrès technologiques des circuits intégrés sur le travail de l'ingénieur.

1. Stetig und unstetig

Heute ist es üblich, die Elektronik in eine analoge und eine digitale Elektronik zu unterteilen. Diese mehr oder weniger glücklich gewählten Bezeichnungen, die sich von Analog- und Digital-Rechengeräten ableiten, sind der Ausdruck der auf die Elektronik übertragenen allgemeineren Begriffe «stetig» und «unstetig». Es sei dies an Hand eines praktischen Beispiels erklärt: Ich möchte mich von Lausanne nach Genf begeben (Fig. 1), zwei Städte, die sich an den Ufern des Genfersees befinden. Wenn ich den Wasserweg wähle, kann ich mein Ziel, das Ende des Sees auf beliebig vielen Wegen erreichen. Es besteht eine unendliche Zahl möglicher Verbindungen zwischen den beiden Städten. Das ist das Beispiel einer stetigen Lösung. In jedem Punkt meiner Reise habe ich die Freiheit, meine Richtung zu ändern. Wenn ich dagegen die Reise auf der Strasse unternehme, ist die Freiheit meiner Wahl wesentlich eingeschränkter: Nur an Abzweigungen habe ich die Möglichkeit der Wahl einer bestimmten Route oder einer anderen. Es handelt sich um eine unstetige Lösung, da man nur unter einer beschränkten Anzahl von Wegen wählen kann.

Logische Systeme sind ein Teil der Klasse der unstetigen Systeme. Die Anzahl der Zustände eines solchen Systems ist beschränkt und zählbar. Ein Verstärker dagegen gehört zur Klasse der stetigen Systeme; das Signal, das er verstärkt, kann eine unendliche Zahl von Werten annehmen. Es wäre aber falsch, daraus zu schliessen, dass die unstetigen Systeme weniger gehaltvoll seien als die stetigen. Der Verlust einer gewissen Freiheit in der Zahl der (möglichen) Zustände, die sie annehmen können, wird durch andere Vorteile aufgehoben: vollkommene Bestimmung des Verhaltens des Systems, technische Vereinfachungen, besondere Methoden der Analyse und Synthese, usw.

¹⁾ Auszug aus einem Vortrag, gehalten an der Eröffnungssitzung des «Colloque international sur les systèmes logiques» vom 15. bis 20. September 1969 in Brüssel.

2. Logisches System = Entscheidungsmaschine

In unseren üblichen logischen Systemen vom binären Typ können die Variablen nur zwei Zustände annehmen, nämlich 1 oder 0. Der Ausschluss aller anderen Möglichkeiten verleiht der binären Variablen einen absoluten Charakter, ein «alles oder nichts», dargestellt unter anderem durch die Anwesenheit oder das Fehlen eines Signals, dem Schliessen oder Öffnen eines Kontaktes.

Rufen wir uns in Erinnerung, dass in einem logischen System (Fig. 2) die Variable(n) des Ausgangs $Z_1, Z_2 \dots$ Funktionen der Variablen des Eingangs $X_1, X_2 \dots$ sind. Das logische System kann daher als eine Maschine zum Bestimmen des Zustandes der Variablen des Ausgangs betrachtet werden.

In einem kombinatorischen System wird die Entscheidung einzig und allein vom Zustand der Eingangsvariablen bestimmt. Diese Entscheidung oder Bestimmung ist also eindeutig. Das gilt nicht mehr für ein sequentielles System. Der Zustand der Ausgangsfunktion hängt hier nicht nur vom augenblicklichen Zustand ab. Die Maschine fällt ihre Entscheidung auf Grund der augenblicklichen Erregung und der Vorgeschichte des Systems.

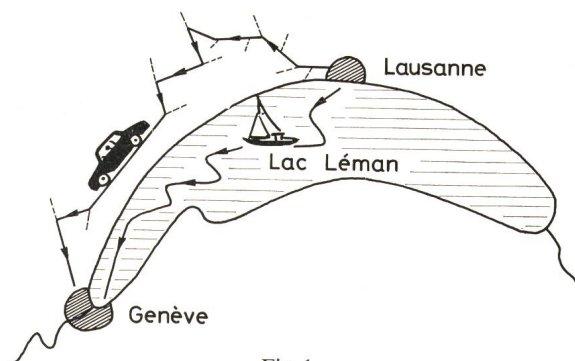


Fig. 1

Begriffe des Stetigen und des Unstetigen

Beispiel einer stetigen und einer unstetigen Lösung beim Problem der Wahl einer Reiseroute

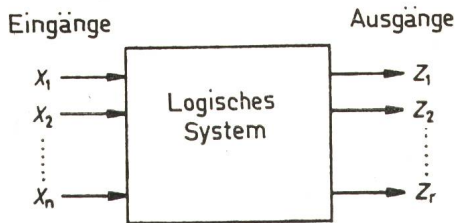


Fig. 2
Schematische Darstellung eines logischen Systems
 X_1, X_2, \dots, X_n binäre Eingangsvariable
 Z_1, Z_2, \dots, Z_r binäre Ausgangsvariable

3. Der Mensch und die logischen Systeme

Versuchen wir festzustellen, in welchen Situationen des täglichen Lebens sich der Mensch auf ähnliche Weise verhält.

Wir treffen oft Entscheidungen von binärem Charakter. Ich beschliesse, ins Kino zu gehen oder zu Hause zu bleiben. An einer Abzweigung entscheide ich mich, ob ich rechts oder links gehen will. Ich kaufe oder verzichte auf diesen Wagen. Ich stimme ja oder nein.

Die Analogie mit einem logischen System ist einfach, solange die Gründe, die unsere Entscheidung oder unsere Handlung beeinflussen, absolut sind und auf eine unzweideutige Art formuliert werden können. Das ist der Fall bei automatischen Entscheidungen, die keine Intelligenz beanspruchen sondern auf einfachen Reflexen beruhen: Man muss bei Rotlicht anhalten und starten, wenn es auf Grün wechselt, um ein alltägliches Beispiel zu bringen.

Eine Entscheidung auf Grund des augenblicklichen Zustandes entspricht aber, nach der vorhergegangenen Definition, dem Charakter des logischen kombinatorischen Systems. Die gleiche Situation, die sich oft wiederholt und zur gleichen Entscheidung oder Handlung führt, ergibt eine Reflexhandlung.

Immerhin, im Leben trifft man nicht immer die gleichen Entscheidungen unter den gleichen momentanen Bedingungen. Unsere Entscheidung wird durch unsere vorhergegangenen Handlungen, unsere Erfahrungen und durch Umweltbedingungen beeinflusst. Das ist aber genau das Verhalten eines sequentiellen Systems.

Wir haben zuvor Beispiele von Entscheidungen binären Charakters gegeben, d. h. solche, die sich auf die Wahl zwischen nur zwei Möglichkeiten beschränken. Eine einzige binäre Variable bestimmt daher die Wahl. Unsere Ehefrauen wären sehr unglücklich, wenn sie ihre Kleider nur unter zwei Modellen auswählen könnten. Glücklicherweise ist die Aus-

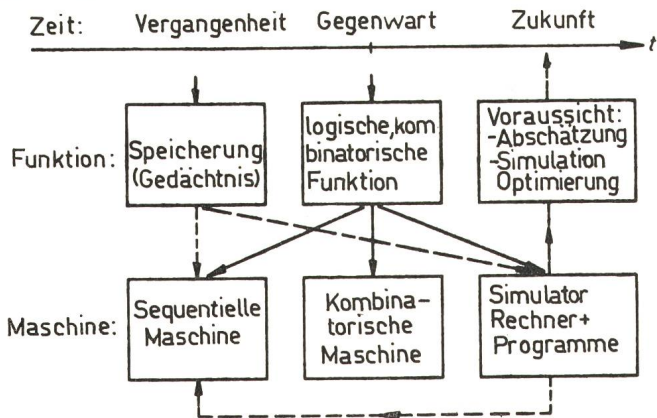


Fig. 3
Die Information und ihre Behandlung im Verlaufe der Zeit
Verwendung der Informationen der Vergangenheit und der Gegenwart mit dem Ziel, eine Voraussage für die Zukunft zu erreichen

wahl vielseitiger, wenn auch oft mager für ihren Geschmack. So wird die menschliche Entscheidung oft durch die Wahl oder die Auswahl, die man unter einer bestimmten, endlichen Anzahl von Möglichkeiten trifft, beeinflusst.

Kann auch das logische System dasselbe? Bestimmt, aber man muss in diesem Fall die von einer Kombination mehrerer binären Ausgangsvariablen bewirkte Wahl ausdrücken.

So ist zum Beispiel ein elektronischer sechsstelliger Zähler ein sequentielles System, dessen 24 binäre Ausgangsvariablen gestatten, die erreichte Zahl anzuzeigen, eine Zahl aus einer Anzahl von zehn Millionen Möglichkeiten.

«Regieren heisst voraussehen». Anders ausgedrückt, der intelligente Mensch wird seine Entscheidungen nicht nur auf Grund der Vergangenheit und der Gegenwart treffen, sondern auch auf Grund der Auswirkungen, die seine Entscheidung auf das Kommende haben wird. Das logische System

Binäre Variable	1	0
Voraussetzung	richtig	falsch
Signal	vorhanden	fehlend
Kontakt	geschlossen	offen
.....

$$1969 = \frac{0001}{1} \frac{1001}{9} \frac{0110}{6} \frac{1001}{9}$$

Fig. 4
Beispiel einer Codierung binärer Informationen und Erläuterung des BCD-Codes (Binär-Dezimal-Code)

ist, so wie wir es definiert haben, nicht in der Lage von vornherein vorauszu sehen, es reagiert nur auf das Vorhergegangene und das Gegenwärtige. Ist hier der Punkt, der die Überlegenheit der Menschen über die Maschine kennzeichnet? In der Tat wird eine gültige Voraussage nicht einfach durch Phantasie oder durch Instinkt erhalten, sie ist die Frucht einer langsam gereiften Überlegung, die sich auf Erfahrung und die Berücksichtigung sehr verschiedener Faktoren stützt.

Die Maschine kann eine grosse Hilfe für den Menschen sein, seine Voraussagen zu treffen. Sie gestatten ihm Simulationen, um das Optimum zu finden.

Wir gelangen damit zu einem erweiterten Gebiet der logischen Systeme, nämlich zu jenem der operationellen Forschung.

In Fig. 3 sind die damit verbundenen Funktionen zusammengefasst:

- Vergangenheit: Speicherung (Gedächtnis)
- Gegenwart: logische Funktionen
- Zukunft: Voraussicht, durchgeführt durch Abschätzung, Simulation und Optimierung, welche gestattet, den besten Teil der Voraussicht herauszuziehen.

Der untere Teil der Figur zeigt die entsprechenden Maschinen.

In dem Mass wie gewisse Eingangsvariablen des sequentiellen Systems von einem Simulator stammen, der fähig ist, Voraussagen durchzuführen, fällt die fragliche Maschine ihre Entscheidungen nicht nur auf Grund der Vergangenheit und der Gegenwart, sondern ebenfalls auf Grund der Zukunft. Dies führen z. B. die Schachspielmaschine und bis zu einem gewissen Grad der Prozessrechner durch.

4. Grenzen der logischen Systeme

Das grundlegende Problem bei der Verwendung eines logischen Systems ist das der Sprache. Die Maschine kennt

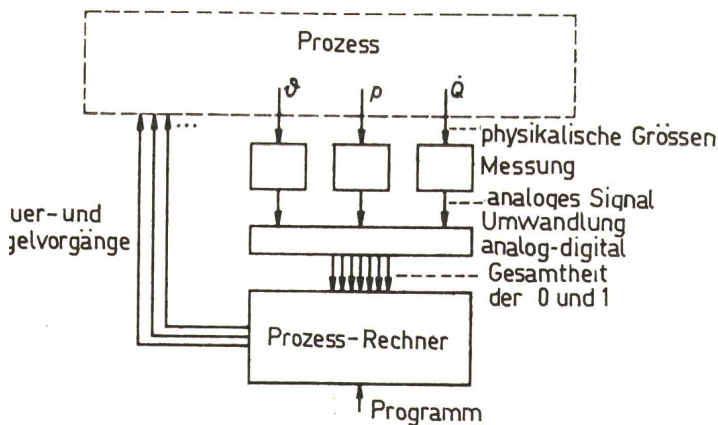


Fig. 5
Automatische Prozess-Steuerung mit Hilfe eines Rechners
 θ Temperatur; p Druck; \dot{Q} Leistung

nur 1 und 0. Man benötigt einen Code, um die wirklichen Variablen in binäre zu verwandeln. Fig. 4 illustriert einige Beispiele eines auf Feststellungen oder Zahlen angewandten Codes. Der BCD-Code (Binär-Dezimal-Code) ist sehr bekannt; er gestattet, alle ganzen Zahlen auszudrücken. Andere Codes übersetzen die Buchstaben des Alphabets.

Alle messbaren physikalischen Grössen, die sich durch Zahlen ausdrücken lassen, sind den logischen Systemen zugänglich. Die Analog-Digital-Umsetzer vollziehen diese Transformation laufend. Eine Gesamtheit physikalischer Grössen, jede für sich gemessen und auf eine geeignete Weise codiert, kann somit die Eingangsvariablen eines logischen Systems liefern. Auf diese Weise werden die Grössen einem Spezialrechner für die automatische Steuerung eines Prozesses übermittelt (Fig. 5).

Je komplizierter ein Prozess ist, desto schwieriger wird es, den jeweiligen Einfluss jedes Faktors auf die Gesamtheit richtig auszudrücken. Die hauptsächliche Schwierigkeit für den Ingenieur liegt in der Aufstellung von Regeln, nach denen das logische System seine Entscheidung in Abhängigkeit der physikalischen Eingangsgrössen treffen muss. Um sich in der Sprache der Rechenmaschinen auszudrücken, kann man sagen, dass die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der «software» den Vorrang gegenüber denen der «hardware» haben.

Eine letzte Betrachtung, welche die Grenzen der logischen Systeme unterstreicht, ist die Berücksichtigung nicht messbarer Faktoren, die aber bei menschlichen Entscheidungen eine wichtige Rolle spielen. Der Chirurg entschliesst sich nicht nur auf Grund des physischen Zustandes des Patienten zur Operation, sondern berücksichtigt auch dessen moralische Verfassung. Kann man den Willen zu heilen, den Mut oder andere menschliche Werte wie das Genie, die Liebe, die Schönheit in Zahlen fassen?

Unsere tatsächlichen Kenntnisse über das Funktionieren des menschlichen Gehirns lassen vermuten, dass es auf eine von der Rechenmaschine vollkommen abweichende Art arbeitet. Es ist leicht festzustellen, dass das Gehirn von der Vorstellung des Ganzen ausgeht. Wir unterscheiden mit einem Blick einen Hund von einer Katze oder einer Taube, ohne dass wir auf Einzelheiten eingehen müssen. Welcher Rechner kann das? Sogar beim Erkennen handgeschriebener Zahlen macht ein Rechner mehr Fehler als ein sechsjähriges Kind. Die Fähigkeit, den Zusammenhang zwischen einer globalen

äusseren Wahrnehmung und einem in unserem Hirn registrierten Modell festzustellen, ist eine der Charakteristiken der Intelligenz. Prof. Zeemann, ein Mathematiker, der sich auf das Studium der Vorgänge im Gehirn spezialisiert hat, fasst die Situation sehr gut mit folgendem Vergleich zusammen: «Das Hirn ist gleichzeitig unexakt und intelligent. Der Rechner dagegen ist exakt und unintelligent.» Das sind wahrscheinlich die fundamentalen Unterschiede, die gestatten, zu sagen, dass (glücklicherweise) der Rechner in seiner tatsächlichen Konzeption das menschliche Gehirn für wichtige Entscheidungen nicht ersetzen kann, sondern es nur ergänzt.

5. Determinismus und Zufall

Die logischen Systeme zeigen, wie bereits erwähnt, einen absoluten Charakter, der ein bis in die letzten Einzelheiten voraussehbares Verhalten zur Folge hat. Dies ist einer der seltenen Zweige des Ingenieurs, wo die Erfahrung vollständig mit der Theorie übereinstimmt. Diese Besonderheit motiviert das Interesse, das Sie dem Entwickeln theoretischer Methoden der Analyse und der Synthese logischer Systeme entgegenbringen.

In allen anderen Ingenieur-Disziplinen hat die Berechnung einen approximativen Charakter. Die physikalischen Erscheinungen sind selbst von unbestimmten Schwankungen, dem Rauschen, befallen, das ihrer Genauigkeit Grenzen setzt. Wie kommt es, dass eine logische Schaltung, auch den verschiedenen Rauschquellen ihrer Elemente ausgesetzt, dafür unempfindlich ist?

Die inneren Rauschquellen könnten theoretisch ein erratic Verhalten des logischen Schaltkreises hervorrufen, aber die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses ist so gering, dass man ihm praktisch nie begegnet. Das Rauschproblem ist daher aus den Überlegungen des «Logik»-Ingenieurs verbannt, obwohl es eines der schwerwiegendsten Probleme seiner Kollegen aus dem Gebiet des Nachrichtenwesens ist, die sich mit der Übertragung der Information für die logischen Systeme der Rechner beschäftigen.

Bei der Realisierung eines logischen Systems, das eine grosse Funktionssicherheit verlangt, sieht sich der Entwickler den Problemen der Zuverlässigkeit gegenüber. Das unvermutete Auftreten einer Störung kann katastrophale Folgen haben, und man muss redundante Systeme finden, welche die gewünschte Lebensdauer sicherstellen. Trotz seiner Wünsche für das Absolute, sieht sich der Ingenieur vor Probleme des Zufalls gestellt.

Es ist im Zusammenhang mit den Problemen des Zufalls und des Rauschens amüsant festzustellen, dass trotz Fehlens des Rauschens in den logischen Systemen gewisse Zählketten mit Rückkopplung den Bau von verkaufsfähigen Rauschgeneratoren gestatten. In der Tat handelt es sich hier um «Pseudo-Zufalls-Generatoren», d. h. sie zeigen einen periodischen Charakter, dessen statistische Eigenschaften genau bekannt und denen des natürlichen Rauschens sehr ähnlich sind.

6. Einfluss der Technologie

Es ist allgemein bekannt, dass die Entwicklung des Transistors erst den ausserordentlichen Aufschwung der logischen Kreise ermöglicht hat.

Eine erste Mutation in der Realisierung logischer Kreise geht auf das Erscheinen der integrierten Schaltungen zurück.

Die Arbeit des Ingenieurs ist dadurch gewaltig vereinfacht worden: Um sein Gerät zu bauen genügt es, mikrominiaturisierte Einheiten auf vorbereiteten Platten nach dem logischen Schema seines Konzeptes anzuordnen. Es war daher eines der Ziele, eine Schaltung zu finden, die mit einem Minimum von Toren und Flip-Flop ein Optimum an Verbindungseinfachheit bietet.

Eine zweite Mutation, die noch viel wichtiger ist, wird gegenwärtig entwickelt: die Integration in grossem Massstab (large scale integration). Diese Mutation ist bedeutungsvoll, denn sie verändert gänzlich die Aufgabe des Ingenieurs. Er arbeitet nicht mehr mit diskreten logischen Elementen, sondern mit logischen Gesamtheiten, die die vielfältigsten Funktionen zu realisieren gestatten.

Wenn der Konstrukteur sich bisher auf die Bestellung von Toren und Flip-Flop beim Hersteller integrierter Schaltungen beschränken konnte, muss er jetzt einen viel engeren Kontakt mit dem Fabrikanten suchen, um eine optimale Lösung für seine Produkte zu finden. Diese Verlagerung des Schwerpunktes der Beschäftigung des Ingenieurs verlangt nach neuen mathematischen Hilfsmitteln.

Die Möglichkeiten der Programmierung integrierter Gedächtnisse in grossem Maßstab verpflichtet den Praktiker, sich auch mit der «software» bei der Konzeption seiner Systeme zu beschäftigen.

Wir sehen in dieser Entwicklung eine Erweiterung des Tätigkeitsbereiches des Ingenieurs, dessen Ausbildung diesen neuen Techniken angepasst werden muss, wenn er seine Aufgaben mit Erfolg bewältigen will.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Wir haben den fundamentalen Charakter der logischen Systeme unterstrichen, wie ihr unstetiges und absolutes Verhalten. Indem wir das logische System als eine Maschine,

die auf Grund der Vergangenheit und der Gegenwart, eventuell auf Grund der Zukunft entscheidet, haben wir eine Analogie mit dem menschlichen Verhalten gesucht. Die logischen Systeme sind jedoch in ihren Möglichkeiten beschränkt; die Rechenmaschine ergänzt bedeutend mehr das menschliche Gehirn als es ersetzt.

Der Absolutismus der logischen Systeme, sowohl in der Theorie wie auch in der Praxis, könnte zum Glauben verführen, dass sich der Ingenieur, der ein logisches System entwickelt, nicht um die Phänomene des Zufalls zu kümmern braucht. Kenntnisse auf diesem Gebiet werden aber benötigt, um das Problem der Informationsübertragung mit einem vernachlässigbaren Fehleranteil zu lösen und um die Zuverlässigkeit eines Systems zu berechnen.

Diese Betrachtungen zeigen, dass der Entwerfer logischer Systeme eine umfassende Bildung und die Fähigkeit einer raschen Anpassung haben muss, die ihm gestattet, die neuen technologischen Entwicklungen voll auszunutzen.

Die Disziplin der logischen Systeme, durch ihre Vitalität und ihre Anforderungen, trägt sicherlich bei der Ausbildung des Ingenieurs viel zur Verbreiterung seiner Kenntnisse bei, so wie es *Louis Armand* in einem kürzlich erschienenen Artikel «Der Ingenieur und die europäische Kultur» wünscht, und aus dem ich die folgenden Abschnitte zitieren möchte:

«Wenn ich ein neues Diplom vergeben müsste, das dem Titel des Ingenieurs anzufügen wäre, würde ich nicht versuchen, dieses auf eine Spezialisierung festzulegen, denn ich gebe es zu, ich fürchte die Spezialisierung; ich würde es das BME, das Diplom für «Broad Minded Engineers» nennen, und ich bin sicher, dass die Empfänger dieses Diploms zu den vordersten auf dem Weg des Fortschrittes gehörten.

Die wissenschaftliche und technische Zusammenarbeit muss sich zwischen allen Ländern entfalten und darf sich nicht auf Europa beschränken.»

Adresse des Autors:

Prof. *R. Dessoulavy*, Chaire d'électronique de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 16, chemin de Bellerive, 1007 Lausanne.

FRIEDRICH WILHELM SCHINDLER-JENNY

1856—1920

918



Dass die Elektrizität imstande ist, Wärme zu erzeugen, weiss man zwar seit *Fourcroy* im Jahre 1800, als dieser entdeckte, dass ein schlechter Leiter zum Glühen kommt; aber man konnte lange Zeit mit dieser Erscheinung nichts anfangen.

Nach seiner Ausbildung an der Handelsschule in St. Gallen und Lausanne kam *Schindler* während seiner Lehr- und Wanderjahre nach Livorno und Paris. In Paris fand 1881 die erste internationale Elektrizitätsausstellung statt, von der so vielfältige Impulse ausgingen. Er veranlasste seinen Vater, der inzwischen im vorarlbergischen Kennelbach eine Baumwollspinnerei übernommen hatte, eine Turbine und einen Edisonschen Dynamo zu kaufen und richtete damit 1884 die erste Beleuchtungsanlage in Österreich ein. An dieser Anlage beobachtete *Schindler* die starke Wärmeentwicklung am Nebenschlussregler, was ihn auf den Gedanken brachte, die Elektrizität zur Erzeugung von Nutzwärme zu benutzen.

Dem Unterfangen stellten sich aber grosse Hindernisse in den Weg, was vor ihm schon viele andere erfahren mussten. Einerseits galt es Leitmaterialien, die den hohen, mindestens 600...700 °C betragenden Temperaturen Stand zu halten vermochten, ohne zu verzundern, und andererseits geeignete Isoliermittel zu finden.

Schindler experimentierte unermüdlich, ohne in seinen Bemühungen zu erlahmen, mit Sand und, nach einem Gespräch mit einem Töpfer, mit Tonkörpern. Damit hatte er Erfolg und erhielt 1891 österreichische und schweizerische Patente, im Februar 1892 auch ein solches für elektrische Bügeleisen, die zu einem grossen Erfolg wurden. An der «Columbus-Weltausstellung» von 1893 in Chicago zeigte *Schindler* die erste elektrische Küche. Während 10 Jahre früher an der Elektrizitätsausstellung in Wien elektrische Wärmeapparate gezeigt worden waren, die noch als zwecklose Kuriositäten abgetan wurden, gelang es *Schindler*, seinen Erzeugnissen in zunehmendem Masse Absatz zu verschaffen.

1898 gründete er die «Elektra — Wädenswil» (die 1925 an die «Therma» übergang), 1901 folgte die «Elektra — Bregenz», die heute noch besteht.

H. Wüger