

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 36 (1945)
Heft: 13

Artikel: Orientierung über den Entwurf zu Regeln des SEV für Lichtbogen-Schweissgeräte
Autor: Werdenberg, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060232>

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: 03.04.2025

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

A. Kleiner, Delegierter der Verwaltungskommission des SEV und VSE, Florastrasse 47, Zürich 8.

Ex officio: W. Bänninger, Sekretär des SEV.

Zürich, den 10. Juni 1945.

*Für den Vorstand des SEV und die
Kommission für die Denzler-Stiftung:*

Der Präsident: Der Sekretär:
P. Joye. W. Bänninger.

Auszug aus den Statuten der Denzler-Stiftung

§ 2.

Der Verein ernennt eine ständige fünfgliedrige «Kommission für die Denzler-Stiftung», welche entsprechend den nachfolgenden Bestimmungen amtiert.

Sie stellt die Preisaufgaben in Intervallen von ein bis drei Jahren.

Sie prüft die eingegangenen Arbeiten und bestimmt den Gesamtbetrag der Preise und dessen Unterteilung in alleiniger Kompetenz.

Die Kommission kann zu ihren Arbeiten Experten ziehen.

§ 4.

Die Preisaufgabe wird durch die Stiftungskommission unter Gegenzeichnung durch den Vereinsvorstand zu einem vom letzteren bestimmten Zeitpunkt jeweils publiziert im offiziellen Vereinsorgan des SEV und in wenigstens zwei weiteren geeigneten Zeitschriften der Schweiz, mit einer bestimmten, dem Umfange der Aufgabe entsprechenden Eingabefrist.

Gehen keine oder keine befriedigenden Lösungen ein, so kann die Kommission dieselbe Frage in einem folgenden Jahre und auch in einem dritten Jahre wieder ausschreiben, und zwar für sich allein oder neben einer zweiten, neuen Preisfrage.

§ 5.

Die Vereinsleitung bestimmt die Geldbeträge, welche der Stiftungskommission zur Dotierung der Preise zur Verfügung stehen. Diese sollen jedoch keinesfalls die eingehenden Zinsen überschreiten.

Mangels genügender Lösung nicht benutzte Geldbeträge kann der Vorstand auf Antrag der Stiftungskommission entweder zur Erhöhung der Preise späterer Preisaufgaben zur Verfügung stellen, oder aber zur Aeufnung des Kapitals verwenden.

§ 6.

Die jeweilen für Preise für eine Aufgabe ausgesetzte Summe kann von der Kommission je nach der Wertung der eingegangenen Arbeiten einem Bearbeiter allein zuerkannt oder angemessen verteilt werden.

§ 7.

Zur Teilnahme an den Preiskonkurrenzen sind nur Schweizerbürger berechtigt.

§ 8.

Die Preisarbeiten sind auf den angegebenen Termin dem Präsidenten der Stiftungskommission einzusenden in der in der Ausschreibung verlangten Form und derart, dass der Verfasser nicht ersichtlich ist, jedoch versehen mit einem Motto unter Beilage eines versiegelten Umschlags, der den Namen des Verfassers enthält und aussen dasselbe Motto wie die Arbeit trägt.

§ 9.

Nach Prüfung der Arbeiten gibt die Stiftungskommission dem Vorstände die von ihr bestimmte Rangordnung der eingegangenen Arbeiten und die Verteilung des Preisbetrages auf dieselben sowie die Namen der Preisgewinner bekannt, welche sich bei der nachfolgenden, in der Kommissions-sitzung vorgenommenen Eröffnung der Umschläge ergeben haben. Die Preisgewinner und Preise sind wenn möglich in der nächsten Generalversammlung und jedenfalls im offiziellen Organe des Vereins bekanntzugeben.

Ergibt sich bei der Eröffnung, dass derselbe Autor mehrere Preise erhielt, so kann die Stiftungskommission im Einverständnis mit dem Vorstände eine angemessene Korrektur der Preisverteilung beschliessen.

§ 10.

Das geistige Eigentum der Verfasser an allen eingereichten Arbeiten und den darin enthaltenen Vorschlägen bleibt gewahrt. Handelt es sich um zur Publikation geeignete schriftliche Arbeiten, so sind dieselben einem bestehenden fachtechnischen Publikationsorgan, in erster Linie demjenigen des Vereins, zur Verfügung zu stellen gegen das dort übliche, an die Preisgewinner fallende Autorenhonorar.

Orientierung

über den Entwurf zu Regeln des SEV für Lichtbogen-Schweisgeräte

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 24. Mai 1945 in Zürich,

von W. Werdenberg, Winterthur

389.6(494):621.791.735

Der Vorsitzende des Fachkollegiums 26 des CES gibt einen Ueberblick über den vom FK 26 aufgestellten Entwurf zu Regeln des SEV für Lichtbogen-Schweisgeräte (Generatoren und Transformatoren). Nach Begründung der Notwendigkeit, Regeln aufzustellen, erläutert der Autor die wichtigsten Begriffe, die durch diese Regeln definiert und genormt werden sollen. Als genormte Betriebsart wird ein Dauerbetrieb mit aussetzender Belastung, und zwar mit einer relativen Einschaltdauer (ED) von 60 % festgelegt, wobei die Spieldauer 2 Minuten beträgt. Der zulässige Schweißstrom bei ED=60 % wird als Nennstrom bezeichnet. Der grösste einstellbare Schweißstrom wird als Vielfaches des Nennstromes vorgeschrieben. Für Umformergruppen wird der grösste primäre Motorstrom und für Transformatoren der grösste primäre Kurzschlussstrom definiert. Ueber die Phasenkompensation bei Lichtbogen-Schweisstransformatoren werden keine Vorschriften aufgestellt, sondern nur Empfehlungen gegeben.

Le président du Comité Technique 26 du CES présente un aperçu du projet de Règles de l'ASE pour les appareils de soudure à l'arc (générateurs et transformateurs) élaboré par le CT 26. Après avoir démontré la nécessité d'établir des règles, M. Werdenberg expose les principales notions qu'il s'agissait de définir et de normaliser. Le régime normal est un régime continu avec charge intermittente et durée d'enclenchement relative de 60 %, la durée du cycle étant de 2 minutes. Le courant de soudure admissible pour cette durée d'enclenchement relative de 60 % est désigné comme courant nominal. Le courant de soudure maximum admissible est prescrit à un multiple du courant nominal. On a défini la valeur maximum du courant primaire du moteur des groupes convertisseurs et la valeur maximum du courant de court-circuit primaire des transformateurs. En ce qui concerne la compensation de phase lors de l'emploi de transformateurs de soudure à l'arc, il est simplement prévu des recommandations.

1. Einleitung

Ich habe die Aufgabe, Sie über die vom SEV vorgesehenen Regeln für Lichtbogenschweismaschinen kurz zu orientieren. Eigentlich gebührt diese

Ehre dem Protokollführer des Fachkollegiums 26 des CES, Herrn Ingenieur H. Hafner von der Maschinenfabrik Oerlikon. Er hatte die Hauptarbeit zu leisten, und es ist sicher zu einem grossen Teil

seiner gewissenhaften und gründlichen Untersuchung vieler Detailfragen zu verdanken, wenn heute ein brauchbarer Entwurf vorliegt. Gestatten Sie mir deshalb, dass ich die Gelegenheit benütze, um als Vorsitzender des Fachkollegiums 26 hier Herrn Hafner zu danken.

2. Warum werden Regeln aufgestellt?

a) Es war gewiss nicht Freude am Reglementieren, was den SEV im Jahre 1942 veranlasste, ein Fachkollegium für Elektroschweissung einzusetzen. Es war vielmehr der Wunsch der Werke und der seriösen Fabrikanten, dass auf diesem Gebiet eine gewisse Ordnung geschaffen werde. Vorerst sollten allgemein gültige Regeln für die stark verbreiteten *Schweissmaschinen mit Metall-Lichtbogen* und für eine einzige Schweißstelle geschaffen werden. Auf dieses Gebiet hat sich bisher auch die Arbeit des FK 26 beschränkt; Schweissmaschinen für mehrere Schweißstellen, oder die Widerstands-Schweissung, oder das Arcatom-Verfahren sind einstweilen nicht bearbeitet worden. Eigentlich hätten solche Regeln schon längst vorliegen sollen; denn die Verbreitung der Schweissmaschinen hat sehr stark zugenommen.

Bis zum Jahre 1935 wurden in der Schweiz 2600 Stück verkauft. Gegenwärtig ist diese Zahl auf 8200 Stück angestiegen. Immerhin wird voraussichtlich die Zahl der Schweissmaschinen noch weiter steigen, sind doch nach den Angaben des eidg. statistischen Amtes rund 20 000 metallverarbeitende gewerbliche Betriebe und Fabriken vorhanden.

b) Die interessierten Kreise wünschten vor allem eine Klärung folgender Punkte: *Nennleistung, grösster einstellbarer Schweißstrom und Phasenkompensation*. Die besondere Betriebsweise der Schweissmaschinen bringt es nämlich mit sich, dass aus der Grösse der Maschine nicht ohne weiteres auf die Nennleistung und den grössten Schweißstrom geschlossen werden kann.

Bekanntlich ist der Betrieb einer Schweissmaschine dadurch charakterisiert, dass die Maschine nur vorübergehend, während des eigentlichen Schweissvorganges, belastet ist und in der übrigen Zeit, wenn die Elektrode ausgewechselt wird, oder wenn die Schweissnaht unterbrochen wird, oder das Schweißstück gewechselt wird, leer läuft. Während der Belastung wird die Maschine auch kurzzeitig kurzgeschlossen, nämlich immer dann, wenn ein Tropfen der Elektrode sich mit dem Werkstück verbindet und wenn das erstmal gezündet wird. *Die Belastung einer Schweissmaschine wechselt also sehr häufig zwischen Leerlauf, Last und Kurzschluss.*

c) Der prozentuale Anteil der Belastungsdauer an der gesamten Einschaltdauer wird allgemein *ED*, d. h. *relative Einschaltdauer*, genannt. Eigentlich sollte man ja von einer Belastungsdauer sprechen; der Ausdruck *ED* hat sich aber bereits eingebürgert, so dass von einer Aenderung dieser Bezeichnung abgesehen werden musste.

Je nach der Belastungsweise kann nun einer Maschine ein verschieden grosser Schweißstrom entnommen werden. Von dieser Möglichkeit ist nun

auch in der Weise Gebrauch gemacht worden, dass immer grössere Schweißströme aus gleich gross gebliebenen Maschinen entnommen wurden. Es wurde einfach stillschweigend die zulässige Einschaltdauer herabgesetzt. Damit wurde die Maschine konkurrenzfähiger. Dem Benutzer war aber damit nicht gedient, und auch der seriöse Fabrikant musste danach trachten, dass auf diesem Weg einmal Halt geboten wurde.

d) Da als *Nennleistung* einer Maschine die Leistung definiert ist, für die eine Maschine gebaut ist, konnte je nach der angenommenen *ED* die Nennleistung in weiten Grenzen beliebig deklariert werden. Auch davon wurde reichlich Gebrauch gemacht.

Viele Tarife enthalten nämlich eine Grundgebühr, die nach der Nennleistung berechnet wird. Selbstverständlich wurden Maschinen mit geringern Energiekosten bevorzugt; also wurde einfach auf dem Leistungsschild eine kleine Nennleistung angegeben.

Damit war aber den Werken nicht gedient; sie gingen daran, die massgebende Leistung nach eigenen Grundsätzen zu bestimmen. Auch der Installateur konnte mit diesen Angaben nichts mehr anfangen; er wusste nicht mehr, wie die Zuleitungen und Sicherungen zu dimensionieren waren.

Fig. 1 zeigt den heutigen Zustand bei den Schweisstransformatoren. Darin sind aufgetragen die wirklich grösste aufgenommene Leistung und die bisher

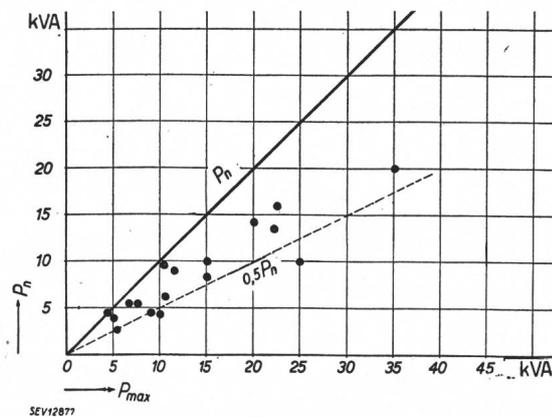


Fig. 1.
Tatsächliche und deklarierte Leistung
von Schweisstransformatoren

P_n Nennleistung.

P_{max} grösste aufgenommene Leistung.

Die schwarzen Punkte zeigen, dass fast in allen Fällen die auf dem Leistungsschild angegebene Nennleistung P_n kleiner ist als die vom Schweisstransformator aufgenommene Leistung P_{max} .

deklarierte Nennleistung verschiedener Fabrikate. Man erkennt deutlich, wie willkürlich die Nennleistungen festgelegt wurden.

e) Die *Schweisstransformatoren* mit ihrer einpoligen, stark schwankenden Belastung des Drehstromnetzes und mit ihrem schlechten mittleren Leistungsfaktor von etwa 0,3 (0,4 bei Belastung) veranlassten viele Werke, eine Phasenkompensation der Transformatoren zu verlangen. Zum Teil glaubte man damit die unerwünschten Spannungsschwankungen vermindern zu können, was natürlich mit

den dauernd angeschlossenen Kondensatoren nicht geht. Dann wurden aber auch sehr verschiedene Grade von Leistungsfaktor-Verbesserungen verlangt; z. B. $\cos \varphi = 1$ bei Vollast oder überhaupt nur das Vorhandensein irgendeines Kondensators.

f) Diese Hinweise mögen genügen, um die Notwendigkeit einer Regelung zu zeigen.

3. Wie wurde geregelt?

a) Vorerst galt es, die für alle Schweissmaschinen als Grundlage dienende *Betriebsweise* zu normen.

Als genormte Betriebsart wurde ein *Dauerbetrieb mit aussetzender Belastung (DAB)*, und zwar mit einer *relativen Einschaltdauer von 60 %*, festgelegt.

Wir sind damit bewusst von den Regeln anderer Länder abgewichen. Diese legen als Nennbetrieb meistens den Dauerbetrieb fest, d. h. $ED = 100 \%$. Eingehende Messungen im praktischen Betrieb haben aber gezeigt, dass eine Einschaltdauer von 100% praktisch gar nicht vorkommt, und zwar nicht einmal dort, wo Gehilfen die Elektroden wechseln und die Schweissnähte bearbeiten. Eine ED von 60% dürfte deshalb für die gebräuchlichsten Elektroden den in der Praxis vorkommenden Höchstwert darstellen. Deutschland legt einen *DAB* mit 55% ED fest¹⁾.

Um verschiedene Maschinen beurteilen zu können, muss nun auch noch gesagt werden, von welcher Zeitdauer diese 60% zu rechnen sind. Diese Zeitdauer, die man *Spieldauer* nennt, wurde auf 2 Minuten festgesetzt. Messungen haben nämlich ergeben, dass die Abschmelzzeit einer üblichen, 45 cm langen Elektrode etwa 70 Sekunden beträgt. Bei einer Einschaltdauer von 60% ergibt dies dann eine Spieldauer von $70 : 0,6 = 117$ Sekunden, also rund 2 Minuten.

b) Als *Nennstrom* wurde logischerweise der für diese genormte Betriebsart *zulässige Schweißstrom* bezeichnet. Da auch die Arbeitsspannung, d. h. die im belasteten Zustand an den Anschlussklemmen des Schweisskabels auftretende Spannung festgelegt wurde, ergibt das Produkt aus Nennstrom und zugehöriger Arbeitsspannung nun eindeutig die Nennleistung der Schweissmaschine.

c) Der Nennstrom entspricht also einer ED von 60% . Diese ED kommt nur in intensiven, schweren Betrieben vor. Der grössere Teil der Schweissmaschinen steht aber in leichten oder mittelschweren Betrieben, wo die Einschaltdauer fast immer kleiner ist. In solchen Betrieben könnte sehr wohl mit grösseren Strömen als dem Nennstrom geschweisst werden. Es ist klar, dass sowohl die Hersteller als auch die Benutzer diese Möglichkeit ausnützen wollen. Denn die Maschine kann für grössere Ströme oder kleinere zulässige ED kleiner und darum billiger ausgeführt werden.

Die Regeln berücksichtigen diese Begehren, indem sie gestatten, auch grössere Ströme als die Nennströme einzustellen. Die über dem Nennwert

liegenden Einstellmöglichkeiten müssen aber besonders gekennzeichnet sein. *Ausserdem ist der grösste einstellbare Schweißstrom genormt worden*, und zwar als Vielfaches des Nennstromes, nämlich:

für Gleichstrommaschinen als das 1,3-fache,
für Transformatoren als das 1,7-fache

des Nennstromes. Dabei entspricht dem 1,3-fachen Nennstrom eine Einschaltdauer von 35% und dem 1,7-fachen Nennstrom eine solche von 21% .

Diese unterschiedliche Behandlung erscheint auf den ersten Blick nicht recht verständlich. Sie ist aber durch die verschiedenen Zeitkonstanten von Generatoren und Transformatoren begründet. Selbstverständlich sind diese Faktoren 1,3 und 1,7 das Ergebnis eines Kompromisses zwischen technischen und wirtschaftlichen Notwendigkeiten. Bei Schweissung mit diesen Strömen in leichten und mittleren Betrieben darf aber angenommen werden, dass keine vorzeitige Alterung der Maschinen eintritt.

d) Um dem Installateur die nötigen Angaben zu geben für die Dimensionierung der Installationen, sind auch der *grösste primäre Motorstrom* und der *grösste primäre Kurzschlußstrom des Transformators* definiert worden.

e) Es ist vorgesehen, in den Regeln eine Phasenkompensation *nicht* vorzuschreiben. Es soll lediglich eine Bestimmung aufgenommen werden, die dafür sorgt, dass wenigstens sinnvoll kompensiert wird und die Schweissmaschinen nicht schlechter behandelt werden als die übrigen Energieverbraucher. Die Regeln verlangen deshalb, dass dort, wo *Kondensatoren* eingebaut werden, diese so zu dimensionieren seien, dass der aufgenommene Strom im Leerlauf und im Nennbetrieb ungefähr gleich gross ist.

Fig. 2 zeigt, wie nur eine solche Kompensation erreicht, dass der für die Dimensionierung der Zu-

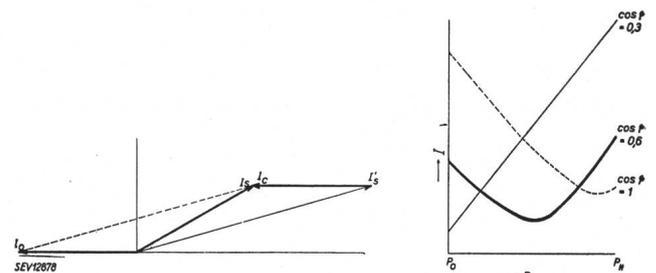


Fig. 2.

Kompensation von Schweisstransformatoren

- I_0 Leerlaufstrom
- I_c Kondensatorstrom.
- I_s Nennstrom ohne Kondensator.
- I_n Nennstrom mit Kondensator.
- I aufgenommener Strom.
- P aufgenommene Leistung.

Grösse des Stromes bei verschiedener Kompensation in Funktion der Belastung.

leitungen massgebende Strom ein Minimum wird. Der Leistungsfaktor beträgt dann im Nennbetrieb etwa 0,6 und liegt bei allen kleineren Schweissströmen wesentlich höher; er besitzt also Werte, die von Motoren kaum erreicht werden.

¹⁾ Allerdings für den grössten einstellbaren Schweißstrom.

4. Schlussbemerkung

Damit bin ich am Schluss meiner Ausführungen angelangt. Selbstverständlich enthalten die Regeln noch weitere Bestimmungen, die aber in erster Linie den Spezialisten interessieren. Ich hoffe, wenigstens gezeigt zu haben, dass die vorgesehenen

Regeln die von den Benützern, den Energielieferanten und auch von den Fabrikanten gewünschte Ordnung bringen.

Adresse des Autors:

W. Werdenberg, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Winterthur, Winterthur.

Gesichtspunkte beim Bau eines Gross-Senders

Vortrag, gehalten an der 8. Hochfrequenztagung des SEV vom 1. September 1944 in Bern,

von M. Dick, Baden

621.396.71

Für den Bau von Grossendern gibt es zahlreiche Lösungen. Der leitende Ingenieur hat viele Entscheidungen zu treffen, bei denen physikalische, konstruktive, betriebstechnische und wirtschaftliche Forderungen zu berücksichtigen sind. Ein Telephoniesender kann in einer Vorstufe oder in der Endstufe moduliert werden. Die erste Lösung ergibt einen billigeren Aufbau, die zweite hingegen einen um ca. 50 % besseren Wirkungsgrad, so dass diese wirtschaftlich günstiger ist. Gewisse Schwierigkeiten sind beim Bau der dazu notwendigen grossen Modulationstransformatoren zu überwinden. Bei der Gestaltung der Hochfrequenzkreise, insbesondere des Endkreises, sind betriebstechnische Gesichtspunkte ausschlaggebend. Die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten sind der genauen Berechnung zugänglich. Zwei Sender mit 10 kW Trägerwellen und 20 kW Oberstrichleistung für Kurzwellen von 10...90 m und für Mittelwellen von 160...600 m Wellenlänge, Bauart Brown Boveri, werden als Beispiel kurz beschrieben.

Il existe diverses solutions pour la construction de grands émetteurs. L'ingénieur en chef a beaucoup de décisions à prendre où des exigences physiques, constructives, économiques et d'exploitation sont à considérer. Un émetteur de téléphonie peut être modulé dans un étage préalable ou dans l'étage final. La première solution est de construction meilleur marché; la seconde par contre est d'un rendement environ 50 % plus élevé de sorte que celle-ci est plus favorable au point de vue économique. Certaines difficultés sont à vaincre dans la construction des gros transformateurs de modulation que nécessite la seconde solution. Dans l'élaboration des circuits haute fréquence, en particulier du circuit final, des considérations techniques d'exploitation sont déterminantes. Les diverses solutions peuvent être calculées rigoureusement. A titre d'exemple, deux émetteurs de construction Brown Boveri seront décrits succinctement; la puissance de l'onde porteuse est de 10 kW en téléphonie et de 20 kW en régime télégraphique; la longueur d'onde est réglable de 10 à 90 m pour l'un et de 160 à 600 m pour l'autre.

I. Einleitung

Der Bau eines Grossenders stellt eine sehr komplexe Aufgabe dar. Der leitende Ingenieur hat dabei sehr viele Entscheidungen zu treffen, über die Schaltung, den Aufbau, die Konstruktion usw. Meist stehen bei diesen Entscheidungen verschiedene Forderungen einander entgegen. Selten kann eine Entscheidung rein getroffen werden, sondern es sind meist Kompromisse einzugehen. Vielfach lassen sich die Forderungen schwer in eine genaue Formel fassen, so dass in Ermangelung genauer Unterlagen nach freiem Ermessen entschieden werden muss. Von einem universellen Standpunkt aus betrachtet wird das Optimum jedoch von einer einzigen, ganz bestimmten Lösung erreicht. Die Erfahrungen aus der Praxis weisen schrittweise den Weg zu dieser Lösung, die den richtigen Kompromiss zwischen den verschiedenen Forderungen schliesst, so dass das Optimum im Laufe der Zeit sozusagen asymptotisch erreicht wird.

Als Beispiel kann der Entwicklungsvorgang, der sich bei den Radioempfängern vollzogen hat, betrachtet werden. Auch dort waren am Anfang der Entwicklung vom Empfängerbauer sehr viele Entscheidungen zu treffen, über welche viele nötige Bestimmungsstücke noch fehlten. So kam es, dass die verschiedensten Apparatetypen, z. B. Neutroden-Empfänger, Reflex-Empfänger oder Superheterodyne-Empfänger, nebeneinander bestanden, dass über die Rückkopplung sehr viel geschrieben und diskutiert wurde, dass Widerstandsverstärker gegen Transformatorverstärker ausgespielt wurden usw. Heute haben sich nicht bloss die Vor- und Nachteile aller dieser verschiedenen Lösungsmöglichkeiten abge-

klärt, sondern es hat sich automatisch ganz langsam jener Kompromiss herausgeschält, der unter Berücksichtigung aller gegebenen Umstände die beste Lösung darstellt. Unter den verschiedenen Empfängerfabrikaten hat eine weitgehende Vereinheitlichung sowohl des elektrischen, als auch des konstruktiven Aufbaues Platz gegriffen.

Die gleiche Entwicklung, die sich bei den Empfängern vollzogen hat, ist auch bei den Sendern zu erwarten. Da aber die Sender in ihrem Aufbau viel komplizierter sind und da sie andererseits in viel geringerer Zahl als die Empfänger fabriziert werden, vollzieht sich die Entwicklung in viel langsamerem Tempo. Gewisse Ansätze sind indessen schon zu konstatieren, und zwar scheint diese Normalisierung bei den Sendern mittlerer Grösse von ca. 10 kW Leistung am weitesten gediehen zu sein. Zwischen den verschiedenen Fabrikaten der gesamten Weltproduktion bestehen schon recht gute Aehnlichkeiten.

Aus der Fülle der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten seien einige Punkte herausgegriffen, die irgendwie charakteristisch sind.

2. Die Modulationsart

Wenn der leitende Ingenieur den Sender projiziert, so hat er zunächst ganz prinzipiell über die Modulationsart zu entscheiden. Fest steht zunächst nur, dass der Sender eine Anzahl HF-Verstärker-Kaskaden besitzt, bei welchen nach Fig. 1 die Modulation irgendwo einzuführen ist. In Frage stehe ein amplitudenmodulierter Sender. Spezielle Modulationssysteme, z. B. Chirex- oder Doherty-Modulation, seien zunächst ausser Betracht gelassen. Es