Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 49 (1958)

Heft: 26

Artikel: Statische Frequenzumformung im festen Verhältnis 1:3 mittels Transformatoren

Autor: Fügli, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059754

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: 02.10.2025

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

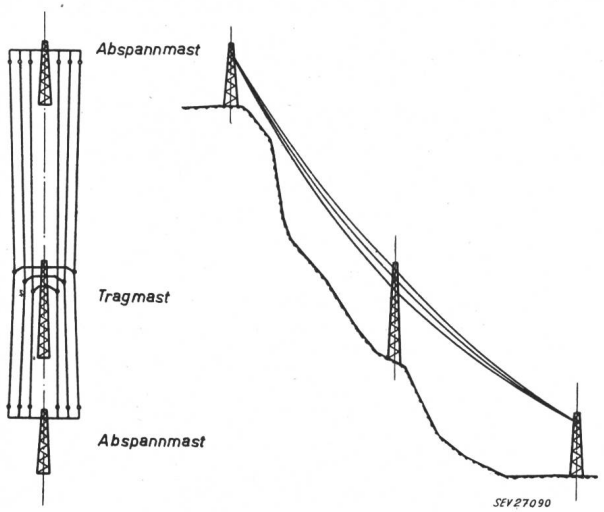

Fig. 4

raturlage Druckkräfte in Erscheinung treten können. Der Seilaufhängepunkt wird sich hiebei auf einer ellipsenähnlichen Fläche bewegen, wobei die grössten Ausschwingungspunkte (Wärme max. bis Kälte max.) in der Nähe der Senkrechten zur Seilachse *(y)* und die durch die Seillängenänderung bedingten achsialen Verschiebungspunkte in Richtung der Seilachse *(x)*, liegen werden (Fig. 3).

Durch die Verlegung des Seilaufhängepunktes steht die Isolatorentragkette nunmehr ständig unter Zugspannung.

Aus Gründen der Zweckmässigkeit wäre der Temperaturdifferenz-Ausschwingwinkel (*T* in Fig. 1) so anzuordnen, dass die maximale Ausschwingung der Isolatorenkette bei maximaler Kälte stets unterhalb der Horizontalen zu liegen kommt (Fig. 1). Das sich aus dieser Anordnung der Isolatorenketten ergebende Leitungsbild zeigt Fig. 4.

Statische Frequenzumformung im festen Verhältnis 1:3 mittels Transformatoren

Von *R. Fügli*, Luzern

621.314.26

Es wird eine Methode aufgezeigt, welche die Berechnung von Transformatoren für die statische Frequenzumformung im festen Verhältnis 1 : 3 zur Netzfrequenz auf Grund experimentell bestimmter Daten gestattet.

Exposé d'une méthode permettant le calcul de transformateurs destinés à la transformation statique de la fréquence à un rapport fixe de 1 : 3 avec la fréquence du réseau, sur la base de caractéristiques déterminées par des expériences.

1. Einleitung

Obwohl die statische Frequenzumformung mittels Transformatoren im festen Verhältnis 1 : 3 zur Netzfrequenz in Bezug auf Inbetriebsetzung und Wartung gegenüber dem rotierenden Umformer erhebliche Vorteile bietet, wird sie in der Praxis nur selten angewendet.

Veranlassung zur Untersuchung der statischen Frequenzumformung im Versuchslokal der Maschinenfabrik Oerlikon gab die Leerlaufspannungsspitze der Gleichrichter in 6-phasen-Saugdrosselschaltung [1]. Diese Spannungsspitze lässt sich bekanntlich dadurch beseitigen, dass der Saugdrosselspule eine Spannung dreifacher Netzfrequenz aufgedrückt wird.

Als weiteres Anwendungsgebiet kommt die Speisung von magnetischen Verstärkern in Frage, weil die Erhöhung der Frequenz gegenüber der Netzfrequenz Vorteile für die Dimensionierung der Transduktoren und für die Regelgeschwindigkeit bietet. Ferner kann die Schaltung auch als Istwertgeber bei Regelungen eingesetzt werden, weil die abgegebene Oberwellenspannung beim Erreichen der Sättigung rasch anwächst.

2. Theorie, Schaltungen

Die Frequenzumformung beruht auf dem nichtlinearen Verlauf der Strom-Spannungscharakteristik der verwendeten Schaltelemente. Wenn man an eine Belastungsimpedanz mit nichtlinearer Strom-Spannungscharakteristik eine einwellige Wechselspannung legt, dann wird der Belastungsstrom einen bestimmten Gehalt an Oberwellen aufweisen. Durch Vorschaltelemente oder durch eine geeignete Schaltung kann man anderseits einen einwelligen Belastungsstrom erzwingen, so dass die Spannung über der Belastungsimpedanz verzerrt wird.

Als nichtlineare Schaltelemente kommen nichtlineare Widerstände oder Eisenkerne mit rechteckiger Magnetisierungskurve [2; 3; 4] in Frage. Die folgenden Betrachtungen beschränken sich auf Eisenkerne, bei Annahme eines symmetrischen Verlaufes der Magnetisierungskurve in Bezug auf den Nullpunkt und bei Vernachlässigung die Hysterese, der Wicklungswiderstände und der primären Streureaktanz.

Will man einen guten Umformungsgrad erzielen, dann müssen die ausgewählten Schaltungen folgende Bedingungen erfüllen:

a) Der netzseitige, primäre Strom soll einwellig sein, damit der Kernfluss möglichst verzerrt wird.

b) Die sekundäre Spannung dreifacher Netzfrequenz darf keine netzfrequenten Anteile enthalten.

Die *einphasige Schaltung* besteht aus einem ungesättigten und einem gesättigten Eisenkern, deren jeweilige primäre Wicklungen in Serie und deren sekundäre Wicklungen gegengeschaltet sind. Die beiden angeführten Bedingungen werden mit dieser Schaltung nur ungenügend erfüllt. Sie soll deshalb nicht weiter behandelt werden.

Demgegenüber liegen die Verhältnisse bei der *dreiphasigen* Schaltung wesentlich günstiger. Bekanntlich kann in einem Dreiphasen-Sternsystem ohne Nulleiter die dritte Stromoberwelle nicht fliessen. Die angeführte Bedingung in a) wird somit vollauf erfüllt, wenn man die primären Wicklungen dreier Einphasen-Transformatoren oder eines Fünfschenkel-Transformators in Stern schaltet. Der Kernfluss wird nun, sofern die Induktion oberhalb

des Sättigungsknies liegt, stark verzerrt. Die drei sekundären Wicklungen schaltet man in der Art des offenen Dreiecks in Serie. Dadurch heben sich die in den sekundären Wicklungen induzierten, netzfrequenten Spannungen auf, weil sie um 120 ° elektrisch verschoben sind, womit aber auch die Bedingung in b) erfüllt ist. Die Komponenten der 3. Oberwelle in den Kernflüssen induzieren in den sekundären Wicklungen gleichphasige Spannungen, die algebraisch addiert werden dürfen.

3. Leerlaufspannung und Kurzschlußstrom als bezogene Grössen

Es sollen bei der dreiphasigen Schaltung zunächst die beiden Extremwerte, Leerlauf und Kurzschluss, auf der Oberwellenseite betrachtet werden.

Bei *Leerlauf* sind die sekundären Wicklungen stromlos und die resultierenden Ampèrewindungen der Eisenkerne verlaufen nach dem einwelligen, primären Magnetisierungsstrom, sofern man von den Oberwellen höherer Ordnungszahlen als 3 absieht. Die Welligkeit des magnetischen Flusses eines Kernes ist offenbar nur vom Verlauf der Magnetisierungscharakteristik und der erreichten magnetischen Sättigung abhängig. Es ist deshalb naheliegend, die sekundäre Oberwellen-Leerlaufspannung pro Windung (U_{30}/N_2) auf die primäre Phasenspannung pro Windung (U_{1Ph}/N_1) zu beziehen und diese Kenngrösse α in Funktion der magnetischen Induktion B experimentell zu bestimmen (Fig. 1).

$$\alpha = \frac{U_{30}\, N_1}{U_{1Ph}\, N_2} = \mathrm{f}\,(B)$$

Wie leicht einzusehen ist, haben die Kernabmessungen, die primären und sekundären Windungszahlen, sowie die Netzfrequenz auf den Verlauf der Kenngrösse α keinen Einfluss. Für ein bestimmtes Blech kann somit die zu erwartende Oberwellenspannung pro Windung errechnet werden, sofern der Verlauf von α und die primäre Phasenspannung bekannt sind und die Induktion B festgelegt wurde.

Bei *Kurzschluss* an den Klemmen des sekundärseitigen, offenen Dreiecks besteht die resultierende Durchflutung für einen Kern aus dem primären, netzfrequenten Magnetisierungsstrom und dem Kurzschlußstrom der Sekundärseite. Der Kernfluss wird einwellig, sofern man die eingangs erwähnten Voraussetzungen beachtet und wiederum von den Ordnungszahlen höher 3 absieht. Für die primäre und sekundäre Durchflutung soll die Kenngrösse β definiert werden. Sie soll gleich dem Quotienten sein aus sekundärseitigem Kurzschlußstrom × Windungszahl ($I_{3cc}N_2$) und primärseitigem Strom × Windungszahl ($I_{1cc}\,N_1$):

$$\beta = \frac{I_{3cc}\, N_2}{I_{1cc}\, N_1} = \mathrm{f}\,(B)$$

β ist für ein bestimmtes Blech in Funktion der magnetischen Induktion B experimentell zu bestimmen (Fig. 1). Der Verlauf von β wird von den Kernabmessungen, den primär- und sekundärseitigen Windungszahlen, sowie der Netzfrequenz nicht beeinflusst.

Der zu erwartende Kurzschlußstrom auf der Sekundärseite kann errechnet werden, wenn die sekundäre Windungszahl, die Kernabmessungen und die Induktion B festgelegt sind.

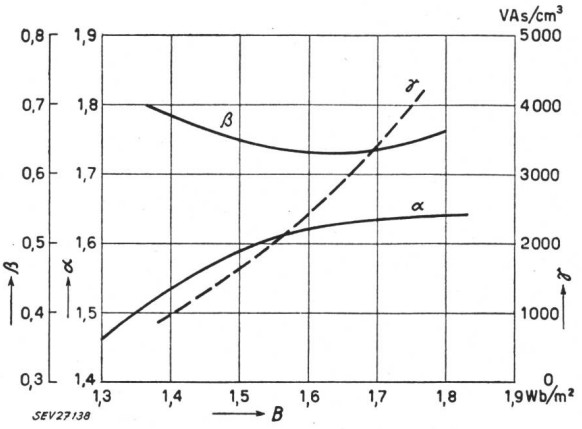

Fig. 1
Werte von α, β und γ für ein 3-W-Blech
B magnetische Induktion

4. Die äussere Charakteristik

Im Gegensatz zum normalen Transformator wird bei der statischen Frequenzumformung die Netzseite von den Belastungsverhältnissen auf der Sekundärseite praktisch nicht beeinflusst. Durch die nichtlineare Charakteristik der Magnetisierungskurve steht bei einer bestimmten magnetischen Induktion ein konstanter Oberwellenfluss zur Verfügung, der durch die Durchflutung des Belastungsstromes auf der sekundären Seite je nach dessen Grösse und Phasenlage mehr oder weniger geschwächt wird.

Aus Leerlaufspannung U_{30} und Kurzschlußstrom I_{3cc} lässt sich die Quellenimpedanz Z_q bestimmen:

$$Z_q = \frac{U_{30}}{I_{3cc}}$$

Nach den angeführten Voraussetzungen vernachlässigt man die Ohmschen Widerstände, so dass Z_q eine reine Reaktanz X_q sein soll.

Bei rein induktiver Belastung mit der Reaktanz X_b erhält man die maximale Blindleistung Q_m für den Belastungspunkt, $X_q = X_b$:

$$Q_m = \frac{U_{30}\, I_{3cc}}{4}$$

Die äussere Charakteristik verläuft geradlinig zwischen den Extremwerten U_{30} und I_{3cc} (Fig. 2).

Bei *rein Ohmscher Belastung* mit dem Widerstand R erhält man die maximale Wirkleistung P_m nach der Differentiation $\mathrm{d}P/\mathrm{d}R = 0$ für den Belastungspunkt $R = X_q$, wobei

$$P_m = \frac{U_{30}\, I_{3cc}}{2}$$

Die abgegebene Wirkleistung ist also doppelt so gross als die maximale Blindleistung bei induktiver Belastung. Der Verlauf der äusseren Charakteristik ist in Fig. 2 eingetragen; diese lässt sich mit Hilfe eines Vektordiagramms leicht überprüfen.

Bei *gemischt Ohmisch-induktiver Belastung* lassen sich analoge Überlegungen anstellen.

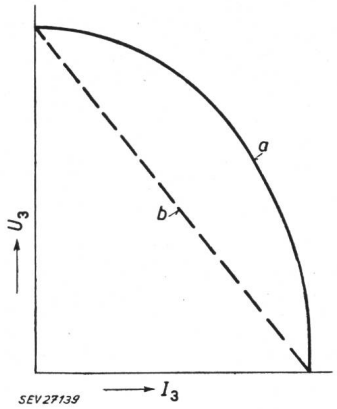

Fig. 2
Verlauf der Charakteristiken
a bei Ohmscher Belastung
b bei induktiver Belastung
U_3 Oberwellen-Spannung
I_3 Oberwellen-Strom

5. Umformungskoeffizient

Unter dem Umformungskoeffizienten δ soll das Verhältnis von nutzbarer Schein- oder Wirkleistung auf der Sekundärseite zu aufgewendeter Scheinleistung auf der Netzseite verstanden werden.

Man erhält somit z. B. für rein Ohmsche bzw. rein induktive Belastung und für den Betriebspunkt mit maximaler Wirk- bzw. Scheinleistung einen Umformungskoeffizienten von:

$$\text{Ohmisch:}\quad \delta = \frac{U_{30}\, I_{3cc}}{2 \cdot 3\, U_{1Ph}\, I_{1cc}} = \frac{\alpha\beta}{6}$$

$$\text{Induktiv:}\quad \delta = \frac{U_{30}\, I_{3cc}}{4 \cdot 3\, U_{1Ph}\, I_{1cc}} = \frac{\alpha\beta}{12}$$

Die Umformungskoeffizienten sind verhältnismässig klein; dies ist mithin ein Grund, weshalb die statische Frequenzumformung bei grösseren Leistungen unwirtschaftlich wird. So erhält man z. B. für das untersuchte 3-W-Blech bei 16 kGs und Ohmscher Belastung einen Umformungskoeffizienten von ca. 17,3 %, bei induktiver Belastung einen solchen von ca. 8,6 %.

6. Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung von Transformatoren zur Erzeugung von Scheinleistung dreifacher Netzfrequenz erfolgt auf Grund der mit dem betreffenden Blech durchgeführten Messungen zur Bestimmung der Kenngrössen α und β in Funktion der magnetischen Induktion B. Bei der Berechnung der maximalen Blind- bzw. Wirkleistung können die Ausdrücke U_{30} und I_{3cc} durch die bezogenen Grössen α und β ersetzt werden. Gleichzeitig setzt man für die nachfolgend aufgeführten Grössen folgende Ausdrücke ein:

Primärer Strom bei sekundärem Kurzschluss:

$$I_{1cc} = \frac{H\, l_{Fe}}{N_1}$$

wobei H magnetische Feldstärke; l_{Fe} mittlere Eisenlänge; N_1 primäre Windungszahl bedeuten.

Primäre Phasenspannung:

$$U_{1Ph} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f N_1 B A_{Fe}$$

wobei f Netzfrequenz; B magnetische Induktion; A_{Fe} effektiver Eisenquerschnitt bedeuten.

Eisenvolumen eines Kerns:

$$V_{Fe} = l_{Fe}\, A_{Fe}$$

Mit Hilfe dieser Ausdrücke erhält man z. B. für die maximale Blindleistung bei rein induktiver Belastung die Gleichung:

$$Q_m = \frac{\pi}{2\sqrt{2}}\, \alpha\beta f B H V_{Fe}$$

Die Grössen α, β und H sind für ein gegebenes Blech nur von der Induktion B abhängig. Definiert man deshalb eine weitere Kenngrösse (Fig. 1)

$$\gamma = \alpha\beta H B \quad [\text{VAs/m}^3]$$

so erhält man damit bei rein Ohmscher bzw. induktiver Belastung die Gleichungen:

$$P_m = 2{,}22\, \gamma f V_{Fe}$$
$$Q_m = 1{,}11\, \gamma f V_{Fe}$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen kann rasch abgeschätzt werden, ob ein vorhandener Kernschnitt für die verlangte Leistung ausreicht. Die Fensterquerschnitte sind durchwegs gross, weil die Induktion im Eisen weit über der Sättigung liegt und die übertragene Leistung wesentlich kleiner ist als bei normalen Transformatoren.

Für einen gegebenen Kern ist die Belastungsgrenze durch die Erwärmung des Eisens festgelegt. Die hohe Oberwelligkeit des Kernflusses, sowie die grosse magnetische Sättigung bewirken eine starke Erwärmung des Eisens. Die Eisenverluste bzw. die Enderwärmung desselben müssen bei primärseitiger Sternschaltung und sekundärseitigem Leerlauf experimentell bestimmt werden, wobei je nach Kühlart (Luft-, Öl- oder forcierte Luftkühlung) bestimmte maximale Verluste pro Oberflächeneinheit zulässig sind.

7. Berechnungsgang

Abschliessend sollen die wichtigsten Punkte der Berechnung zusammengefasst werden. Normalerweise sind die folgenden Grössen bekannt:

a) Spannung des speisenden Dreiphasennetzes
b) Belastungsimpedanz auf der Oberwellenseite (U_3, I_3).

Man wird vorerst mit vorhandenen Kernen verschiedener Blechqualitäten die Kenngrössen α und β in Funktion der Induktion B experimentell bestimmen. Gleichzeitig misst man die Eisenverluste in Funktion der Induktion bei primärseitiger Sternschaltung und sekundärseitigem Leerlauf. Der Verlauf der Kenngrösse γ in Funktion der Induktion lässt sich aus den Werten für α und β berechnen.

Auf Grund der maximal zulässigen Eisenverluste legt man die Induktion B fest und bestimmt hierauf

das für die verlangte Leistung notwendige Eisenvolumen. Die Wahl der Kernabmessungen richtet sich ganz nach den vorhandenen Kernblechschnitten.

Die Berechnung der primären Windungszahl N_1 erfolgt wie üblich aus primärer Phasenspannung, Induktion und Eisenquerschnitt.

Die Windungszahl N_2 soll derart gewählt werden, dass der Betriebspunkt auf der äusseren Charakteristik möglichst nahe dem Arbeitspunkt liegt, für den die abgegebene Leistung ihr Optimum erreicht. Die Bedingung $X_b = X_q$ für rein induktive Last und $R_b = X_q$ für rein Ohmsche Last muss mithin erfüllt werden.

Man addiere deshalb vektoriell zur Spannung über der Belastungsimpedanz Z_b, die Spannung über der Quellenimpedanz Z_q, wobei man in praxis die Wicklungswiderstände vernachlässigt. Bei rein Ohmscher Belastung ist dann $U_{30} = U_3 \sqrt{2}$ bzw. bei rein induktiver Belastung $U_{30} = 2\ U_3$. Aus dem Wert α für die betreffende Induktion B kann somit auf die Windungszahl N_2 geschlossen werden.

Die Ströme auf Primär- und Oberwellenseite bestimmen die Drahtquerschnitte. Um bei der Anordnung mit 3 Einphasenkernen die Streuung klein zu halten, ist eine Aufteilung der primären und sekundären Wicklungen auf beide Schenkel ratsam.

Eine genaue Anpassung an die verlangten Daten auf der Oberwellenseite ist mit Hilfe von Anzapfungen auf der Primär- oder Sekundärseite möglich, wobei man im ersten Fall die Induktion und somit die Werte von α, β und γ beeinflusst und im zweiten Fall die äussere Charakteristik der Oberwellenseite verändert.

Literatur

[1] *Marti, O. K.* und *H. Winograd:* Mercury Arc Power Rectifiers. New York: McGraw-Hill 1930.

[2] *Blake, L. R.:* The Frequency Tripler. Proc. IEE Part II. Bd. 100(1953), Nr. 75, S. 296...309.

[3] *Brailsford, F.:* Frequency-Changing at Supply Frequencies by Static Means. J. IEE Bd. 73(1933), Nr. 441, S. 309...316.

[4] *Cantwell, J. L.:* Frequency Tripling Transformers. Electr. Engng. Bd. 55(1936), Nr. 7, S. 784...790.

Adresse des Autors:

R. Fügli, dipl. Ing. ETH, W. Bertschinger A.-G., Lindenstrasse 15, Luzern.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Aus dem Tätigkeitsbericht der Studienkommission für Atomenergie

061.1.05(494) «1957» : 621.039

[Aus dem Tätigkeitsbericht der Studienkommission für Atomenergie, Mitt.-Bl. Del. Atomenergie, Bd. 2(1958), Nr. 3, S. 25...26]

Die Schweizerische Studienkommission für Atomenergie unterbreitete kürzlich dem Bundesrat ihren Tätigkeitsbericht für das Jahr 1957. In der Einleitung gibt Prof. *P. Scherrer*, Präsident der Kommission, einen kurzen Überblick über die Entwicklungsrichtungen und einige neuere Erkenntnisse der Kernphysik, die von allgemeinem Interesse sein dürften:

Die Kernphysik spaltet sich immer deutlicher in zwei Teile, welche sich durch den Energiebereich, in dem gearbeitet wird, unterscheiden: Unter 100 MeV Energie liegt das Gebiet der *klassischen Kernphysik*, und über 100 MeV befindet sich der Bereich der *Physik der Elementarteilchen*.

Während in der klassischen Kernphysik die Eigenschaften der Atomkerne studiert werden, befasst sich die Teilchenphysik mit der Struktur und dem Verhalten der Einzelteilchen, der Nukleonen, Mesonen und Hyperionen. Vor 100 Jahren, zur Zeit der Entwicklung der kinetischen Gastheorie, sind die Atome als einheitliche Gebilde ohne innere Struktur betrachtet worden. 70 Jahre später haben die Physiker Proton und Elektron als einheitliche, unveränderliche Teilchen angesehen, und heute weiss man, dass die Situation beim Nukleon ähnlich ist wie beim Atom. Das Atom verhält sich für kleine Energien (z. B. beim thermischen Zusammenstoss mit andern Atomen) wie eine elastische Kugel, wird aber bei höheren Energien in Kern und Elektronen gespalten. Genau so erweist sich das Proton als Elementarteilchen, wenn man mit Energien unter 100 MeV arbeitet. Bei grösseren Energien aber spaltet es π-Mesonen ab, die selbst wieder komplizierte instabile Teilchen sind. Bei sehr hohen Energien treten neue Mesonensorten hinzu, deren Natur noch wenig bekannt ist. Ein äusserst interessanter theoretischer Versuch liegt von Heisenberg vor, dem es gelingt, die grosse Mannigfaltigkeit der neuen Teilchen und ihrer Wechselwirkungen von einem einheitlichen Standpunkt aus zu beschreiben.

Im Gebiet der klassischen Kernphysik besteht der Atomkern aus Protonen und Neutronen, deren Wechselspiel ergründet werden soll. Bei der äusserst dichten Packung der Teilchen fiel es den Theoretikern sehr schwer, den Aufbau des Kerns zu verstehen. Erst die Beschaffung eines ungeheuer umfangreichen experimentellen Materials hat es ermöglicht, die Struktur des Atomkerns und sein Verhalten bei Reaktionen zu beschreiben. Erst die neueste Zeit hat das Schalenmodell gebracht und eine exakte Beschreibung der Energiezustände der Kerne ermöglicht. Jedoch müssen viele grundlegende Eigenschaften wie z. B. die Art der Wechselwirkung zwischen zwei Nukleonen phänomenologisch in die Theorie eingeführt werden.

Experimentell werden heute hauptsächlich zwei Wege beschritten: Im einen Fall ist ein einzelner Kern Gegenstand der Untersuchung, und man forscht nach den Eigenschaften seines Grund- und seiner angeregten Zustände, treibt also *Kernspektroskopie*. Im andern Falle wird der Kern mit andern Teilchen, z. B. Lichtquanten, Elektronen, Protonen, Neutronen oder auch schweren Kernen beschossen, und man erzwingt so eine Kernreaktion. Beide Wege haben bei der Erforschung des Kernbaues eine grosse Rolle gespielt.

Das Jahr 1957 bereicherte die Physik um eine grosse Entdeckung. Aus der täglichen Anschauung ist man überzeugt, dass zu jedem physikalischen System auch das dazu spiegelbildliche prinzipiell möglich ist. Nichts steht im Wege, zu einer rechtsgängigen Schraube eine genau gleiche linksgängige, d. h. die dazu spiegelbildliche, anzufertigen. Auch kann ein Kreisel genau so gut rechts herum wie links herum rotieren. So weit wir wissen, ist die Rechts-Links-Asymmetrie der Natur im Makroskopischen erfüllt. Die Symmetriebetrachtungen über Rechts-Links-Symmetrie erwiesen sich für die Physik als sehr fruchtbar, weil aus ihnen ohne nähere Beschreibung des Systems wichtige Gesetzmässigkeiten abgeleitet werden konnten. Es lag darum nahe, sie auch auf die Quantenmechanik auszudehnen, welche die theoretische Grundlage für die ganze mikroskopische Welt der Kernphysik bildet. Hier wurde auf Grund der vermuteten Spiegelungssymmetrie der Natur der Satz von der Erhaltung der sog. Parität postuliert, welcher präzise Aussagen über die Eigenschaften von Kernen und Kernreaktionen gestattet. Anfangs des Jahres sind aber Experimente bekannt geworden, die dieser Paritätserhaltung widersprechen. Aus Messungen über den Beta-Zerfall lernte man, dass sich das Neutrino immer wie eine Linksschraube verhält. Wenig später kam man zum selben Resultat bei Untersuchungen über den Zerfall des μ-Mesons, und jetzt steht fest, dass bei allen sog. «schwachen Wechselwirkungen», zu denen auch der μ-Meson- und der Beta-Zerfall gehören, die Parität nicht erhalten bleibt.

Welch grosse Anstrengungen für die Förderung der Kernphysik und -technik überall unternommen werden, mögen ein paar Zahlen dokumentieren: 1939, im Jahre der Entdeckung der Uranspaltung, wurden etwa 250 Originalarbeiten auf dem Gebiet der Radioaktivität veröffentlicht; 1953 waren es allein diesseits des Eisernen Vorhanges etwa 6000 und 1957 über