Leistungselektronik

Ein Handbuch Band 1 / Band 2

Bearbeitet von
Franz Zach

5. überarbeitete und erweiterte Auflage 2016. Buch. CXL, 2877 S. Hardcover
ISBN 978 3 658 04898 3
Format (B x L): 16,8 x 24 cm

Weitere Fachgebiete > Technik > Elektronik > Leistungselektronik

schnell und portofrei erhältlich bei

beck-shop.de
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Willst du ins Unendliche schreiten,
Geh nur im Endlichen nach allen Seiten.
(Goethe, offenbar in weiser Vorahnung zur Erbauung für jene, die in der Technik nur eine reine und profane Zweckwissenschaft sehen.)

Vorwort zur 1. Auflage

Leistungselektronik geht in ihren Anfängen zurück auf die Gleichrichtertechnik, die 1902 begann und nach größerer Ausweitung ab etwa 1925 als Stromrichtertechnik bezeichnet wurde. Ausschlaggebend für die neue Bezeichnung Leistungselektronik ab etwa 1964 war die Einführung der neuen Halbleiterelemente, vor allem der Thyristoren, und die dadurch ermöglichte sprunghafte praktische Weiterentwicklung des Gebietes, die nun auch verstärkte theoretische Anstrengungen notwendig und sinnvoll gemacht hat.

Als Definition des Gebietes Leistungselektronik wird meist „Schalten, Steuern und Umformen elektrischer Energie mit elektronischen Mitteln“ gebraucht.

Es zeigt sich, daß die Leistungselektronik besonders in der Zeit des Einarbeitens oft große Schwierigkeiten bereitet, da sie grundsätzlich verschieden von der linearen Wechselstromtechnik ist. Hier treten abschnittsweise stetige, impulsförmige Vorgänge auf, die für eine rationelle Behandlung andere Vorgangsweisen benötigen, als sie in konventionellen Fächern der Elektrotechnik verlangt werden. In der bisher zur Verfügung stehenden Literatur findet man einerseits eine sehr spezialisierte Behandlung von Teilaspekten (insbesondere der Leistungskreise) der Leistungselektronik, wobei aber z. B. die modernen Steuerungsmethoden sowie die besonders wichtigen und aktuellen Themen der Wechselwirkungen mit elektrischen Netzen und Systemen der Nachrichtentechnik nur gestreift werden.

Andererseits existieren relativ kurze Überblicke, bei denen die Erklärung der angeführten Tatsachen schon aus Raumgründen meist zu kurz kommen muß. Es hat sich in der vieljährigen Forschungs- und Lehrtätigkeit des Verfassers immer wieder gezeigt, daß diese offenbare Lücke in der Literatur, nämlich eine Darstellung der gesamten Leistungselektronik mit genauen Erklärungen, bei Studierenden, aber auch bei Wissenschaftlern und Ingenieuren, die sich in das Gebiet einarbeiten wollen, zu oft beträchtlichen Schwierigkeiten geführt hat. Mit dem vorliegenden Werk wurde nun versucht, diese Lücke in der Literatur zu schließen. In diesem Zusammenhang wurde getrachtet, teilweise erstmals konsequent die nachstehenden Ziele zu verfolgen:

1. Es soll klar erkennbar sein, welche Fakten auf welche elektrotechnische oder andere Grundlagen zurückgeführt werden können. Zu diesem Zweck werden vor allem in der Literatur oft übergangene oder nicht erklärte Voraussetzungen für die verschiedenen zeitlichen Vorgänge und Berechnungen klar formuliert und viele Erklärungen, Ableitungen und Berechnungen neu entwickelt.

2. Wo aus didaktischen oder räumlichen Gründen keine Ableitungen oder zusätzliche Einzelheiten gegeben werden sollen, werden die entsprechenden spezialisierten Publikationen angegeben.

3. Wo es für das Verständnis notwendig ist, werden Beispiele gebracht.

4. Das Buch soll als Grundlage zum Studium und für eine Vorlesung geeignet sein. Es soll aber auch dem später in Praxis oder Forschung tretenden Studierenden sowie dem bereits in Praxis oder Forschung tätigen Ingenieur und Wissenschaftler als Nachschlagewerk dienen, sowie als Quelle zur Auffindung von Literatur über die speziellen Teilbereiche.

Der Verfasser hofft, durch seine Darlegungen das Verständnis für die Prinzipien zu wecken und vor allem die Fähigkeit zu entwickeln und zu fördern, eigene Schaltungen zu entwerfen, ihre Funktion zu verstehen sowie ihre Arbeitsbereiche abschätzen und die sich ergebenden Verläufe der elektrischen Größen richtig deuten zu können.

Es ist verständlich, daß ein wissenschaftliches Buch mit nicht sehr eng gestecktem Ziel der Mithilfe vieler Persönlichkeiten bedarf. In diesem Zusammenhang ist der Autor besonders Herrn Prof. Dr. H. Bertele zu Dank verpflichtet, der ab etwa 1950 die Basis der Leistungselektronik durch eigene Vorlesungen an der Technischen Universität Wien gelegt hat und mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Der Verfasser dankt weiters insbesondere den Herren Universitätsprofessoren Dr. H. Hofmann, Dr. H. Kleinrath (TU Wien) und Dr. R. Zwicky (ETH Zürich) sowie den Herren Dipl.-Ing. F. Wesselak, Dr. E. Eder, Dr. W. Rašek (Siemens Erlangen), Dipl.-Ing. G. Wasner (Siemens Wien), Dipl.-Ing. H. Juranek (BBC Wien), Dipl.-Ing. H. Jellinek (Elin, Wien), Dipl.-Ing. H. Fritscher (ÖPT, Wien), Oberbaurat Dipl.-Ing. W. Schorn, OAR Ing. O. Smetana, Ing. E. Mayer (Wiener Verkehrsbetriebe bzw. Gemeinde Wien), Mr. E. E. Von Zastrow, Dr. T. A. Lipo, Mr. J. D. Harnden, Jr., Mr. W. McMurray (General Electric, Schenectady, New York, USA), Mr. D. L. Endres, Mr. G. E. Rodriguez (NASA, Greenbelt, Maryland, USA) und Mr. D. White (Germantown, Maryland, USA) für wertvolle Hinweise und hilfreiche Diskussionen bzw. Unterstützung durch Überlassung wissenschaftlichen Materials. Großer Dank gebührt Herrn Doz. Dr. J. S. Sabrodin (Hochschule für Energietechnik, Moskau), der während eines einjährigen Forschungsaufenthaltes in Wien in zahlreichen Diskussionen wertvolle Anregungen und Hinweise gegeben hat.

Ebenso gilt mein Dank für die Unterstützung bei detaillierten Problemstellungen und bei der Anfertigung von Zeichnungen neben vielen anderen den Herren Dipl.-Ing. G. Abraham, cand. ing. E. Neumann und Dipl.-Ing. K. Klausner, vor allem aber dem Springer-Verlag in Wien und der Druckerei für die schon bei meinem Buch „Technisches Optimieren“ stets fruchtbringende Zusammenarbeit und für die vorzügliche Ausstattung des Werkes.

Wien, im Juli 1979

FRANZ ZACH

Vorwort zur 2. Auflage

Die Leistungselektronik hat sich in den Jahren seit Erscheinen der 1. Auflage durch das weitere Vordringen von Leistungstransistoren und GTO-(Gate-Turn-Off-) Thyristoren in den Leistungskreisen und durch den verstärkten Einsatz von Mikroprozessoren in den Steuerungskreisen hinsichtlich der praktischen Ausführungsformen stark weiterentwickelt. Die meisten Grundideen, vielleicht alle prinzipiellen Schaltungsstrukturen, wie sie im vorliegenden Buch behandelt werden, sind jedoch weiterhin gültig. Hier hat die Leistungselektronik einen gewissen stationären Zustand erreicht. (Ergänzend zur 1. Auflage soll bemerkt werden, daß viele Schaltungsstrukturen auch für die in letzter Zeit immer wichtiger werdenden Schaltnetzteile für Stromversorgungen bestimmend bzw. grundlegend sind.) Deshalb konnte der Text der 1. Auflage im wesentlichen beibehalten werden, und der Autor konnte sich auf teilweise sehr wichtige Korrekturen und auf die Angabe bedeutender neuer Gesichtspunkte (auch durch neuere Literatur untermauert) konzentrieren.

In der Zeit seit 1979 haben viele weitere Persönlichkeiten und Institutionen die Arbeiten des Autors und somit die Verifizierung und Weiterentwicklung mehrerer in der 1. Auflage oft nur kurz angedeuteter neuer Ideen teilweise wesentlich gefördert oder Hinweise zu Korrekturen gegeben. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sei besonders gedankt: dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, dem Forschungsförderungsfonds für die gewerbliche Wirtschaft, den Herren Dir. Ing. K. Straub, Dkfm. J. Groschopf, P. Vetter, Dr. H.-P. Kreuth, Ing. G. Schmidt, Dipl.-Ing. G. Nicoltsios, Dipl.-Ing. W. Spitaler, Ing. W. Kölzer (alle Siemens Wien), Dipl.-Ing. K. Kaiser, Dipl.-Ing. H. Ertl, Dipl.-Ing. P. Potakowskyj, cand. ing. H. Kolar, Dipl.-Ing. K. Haidinger (alle TU Wien), sowie weiteren Mitarbeitern und Studenten (welche z. B. in Seminaren, Diplomarbeiten und Dissertationen wesentliche neue Gesichtspunkte herausarbeiten konnten), Prof. Dr. B. K. Bose (Univ. of Tennessee, USA) und Springer-Verlag Wien. Der Dank gilt aber insbesondere meiner Familie für ihre vielfache Unterstützung.

Wien, im August 1987

FRANZ ZACH

Vorwort zur 3. Auflage

Durch die sehr schnell entstandene Notwendigkeit, eine dritte Auflage des vorliegenden Werkes erscheinen zu lassen, konnte der Text der zweiten Auflage im wesentlichen beibehalten werden. Dies gilt umsomehr, als das Buch vor allem grundlegende Strukturen behandelt, wie bereits im Vorwort zur zweiten Auflage erwähnt. Es wurde aber die Gelegenheit benützt, eine Anzahl weiterer wichtiger Korrekturen und Ergänzungen vorzunehmen. Die entsprechenden Hinweise kamen wieder von Mitarbeitern und Studenten, denen an dieser Stelle herzlichst gedankt sei, insbesondere den Herren cand. ing. E. NEUMANN und Dipl.-Ing. G. PRELEUTHNER.

Wien, im Oktober 1989

FRANZ ZACH

Vorwort zur 4. Auflage

Während die 1. Auflage höchste Anerkennung fand (wobei die Rezensionen bis zur Beurteilung „... ein Werk, das seinesgleichen sucht“ reichten*; Elektronik, München, 1980, H. 3) und auch die 2. Auflage sehr positiv beurteilt wurde, tauchte bei einer Besprechung der 3. Auflage die Anregung auf, doch auch die inzwischen verbreiteten neueren Bauelemente der Leistungselektronik stärker zu berücksichtigen. (Damit war natürlich die Behandlung nunmehr wirtschaftlich interessant gewordener neuerer Schaltungen geboten.) So stellte sich ca. 1993, nachdem die 3. Auflage schon bald nach ihrem Erscheinen vergriffen war, dem Autor diese Aufgabe, die sehr ernst genommen wurde. Dies drückt sich in einer Vervierfachung des ursprünglichen Umfangs aus. (Bei einem wichtigen Werk des Bauwesens konnte übrigens eine ähnliche Entwicklung festgestellt werden: Der Umfang hat sich alle 15 Jahre verdoppelt, dies entspricht hier also einer Vervierfachung seit 1978.)

Seit der 1. Auflage des vorliegenden Werkes scheint der Umfang an Publikationen auf dem Gebiet der Leistungselektronik explosionsartig angewachsen zu sein. Das betrifft alle Bereiche (Bauelemente, Schaltungen, Steuerungen, Anwendungen und EMV), wobei sowohl die Anzahl der Fachzeitschriften, der Konferenzen und der Spezialpublikationen (insbesondere von Firmen) als auch der Einzelbeiträge stark gewachsen ist. Es ist demnach nicht möglich, alle Gebiete umfassend zu behandeln. Dies gilt z. B. für die Grundlagen der Bauelemente, wo eine Unmenge physikalisch orientierter tiefschürfender Publikationen existiert. Demgemäß werden hier vor allem Fakten behandelt, die für das Verständnis des Einsatzes in Schaltungen relevant sind und das Hauptaugenmerk auf die Funktion der Bauelemente und die Schaltungstechnik gelegt. Insbesondere werden besonders wichtige und repräsentative Strukturen und Methoden hier im Detail genau dargelegt, um so dem Leser die wichtigsten Grundlagen für die Erarbeitung der heutzutage schon sehr spezialisierten Fachliteratur zu bieten.

Die Zielsetzung der Bearbeitung des Stoffes wurde bereits als Punkte 1. bis 4. im Vorwort zur 1. Auflage dargelegt und gilt heute so wie damals, speziell bezüglich des Bemühens, viele in der Literatur (z. B. in Firmenschriften) offensichtlich aus Platzgründen nicht näher erläuterte Formeln und Zusammenhänge aus Grundgesetzen abzuleiten und entsprechend zu erklären. (Die des öfteren geäu-

*Vom Verfasser dieser Rezension sind mir leider nur die Anfangsbuchstaben seines Namens bekannt.

ßerte Bitte nach Zurverfügungstellung näherer Erklärungen oder genauer Ableitungen von Formeln hat kaum jemals Erfolg gehabt. Oft konnte nicht einmal eine Auskunft darüber erhalten werden, ob Gleichungen durch Berechnungen auf Basis physikalisch-technischer Grundgesetze oder aus der Beschreibung von Experimenten gewonnen wurden.) Es hat sich nämlich anscheinend eingebürgert, daß häufig Formeln und Beschreibungen von anderen Quellen übernommen und dann weder die Herkunft noch der Gültigkeitsbereich z. B. von Dimensionierungsrichtlinien bekannt gegeben werden. Letzteres hat sich in Diskussionen mit Entwicklern aus der Industrie als besonders störend herausgestellt, weil viele Beziehungen dann zu falschen Ergebnissen führen, da ihre Gültigkeitsbereiche mangels Ableitungen oder zumindest Nennung der Voraussetzungen für die Anwendbarkeit (aus Platzgründen oder „einfachheitshalber“) nicht angegeben werden.

Das Bemühen um entsprechende Klärungen (neben der starken Erweiterung) macht auch das lange Intervall zwischen 3. und 4. Auflage verständlich. Es ist fast verständlich, daß auf diesem Wege die unermüdliche und selbstlose Mitwirkung einer außerordentlich großen Zahl von Fachleuten aus der Industrie und von Universitäten unerläßlich war, und deshalb können nur jene genannt werden, die besonders viel beigetragen haben:

Zu Beginn der Arbeit an der 4. Auflage waren dies meine ehemaligen Diplomanden und Dissertanten Dipl.-Ing. Dr. J. Kolar, in der Zwischenzeit zum Professor für Leistungselektronik an der ETH Zürich ernannt, sowie Dipl.-Ing. Dr. H. Ertl, nunmehr Univ.-Prof. an der TU Wien.

Wichtige fachliche Beiträge aus der ersten Zeit stammen von Dipl.-Ing. Spachinger (dessen großes Organisationstalent die erweiterte Neuauflage schon in der Anfangsphase entscheidend förderte), Kirchner, Kornberger und Steinhuber, in einer späteren Phase von den Herren Dipl.-Ing. G. Stockner, Pöchacker, Berthold, Schönig, Tavella, Gosetti, Gebhard, Windisch, Granzer, Stumvoll, Schrott, Huska, Edelmoser, Himmelstoß, Brandl, Kienreich, Mehofer, Hofbauer, Gut, Bittmann, Spießberger, Vogelsberger, Mündlein, Grawatsch, Eichhorner, Daum, Dursun, Borowicka, Eilenberger, Hellerschmied, Goldschmid, Czernohorszky, Kozel, Kosel, Misak, Prankl, Jäger, Kucera uvm. und insbesondere auf dem Gebiet der magnetischen Materialien von Univ.-Prof. Dr. K. Rumatovski (Poznan / Posen, Polen). Herausragend sind die Beiträge meines Dissertanten Dipl.-Ing. G. Liegl, der aufgrund seiner langjährigen Firmenerfahrung weitaus die meisten Beiträge liefern konnte, die von der Auswahl und Beschreibung von Bauelementen über Erfordernisse der Industrie an die moderne Leistungselektronik bis zur Klärung neuartiger Schaltungstopologien sowie entsprechender Regelungen und schwierigster mathematischer Ableitungen in diesem Zusammenhang reichen.

Weitere wichtige Beiträge, sei es hinsichtlich fachlicher Aspekte, Korrekturen, Entwurf und Ausführung von Grafiken oder das Verfassen von Texten, kamen von den Herren Dipl.-Ing. Neboian, Krammer, Eischer, Degwerth, Einhorn, Kitzler,

KLIMA, LAUBER, HEGNY, JORTHAN, KANIAK, OBERTHANNER, RIESCH, RIGLER, TYCYK, LUCZYNSKI, STROBACH, LASSL, SCHEFFEL, CHR. MAIER, PROKOPETZ, BREUER, ZEILINGER, PINK und CHELU. Dipl.-Ing. F.-ST. CHELU hat einerseits höchste Expertise im Umgang mit dem Textprogramm TeX entwickelt und andererseits durch sein Organisationstalent bei wichtigen Entscheidungen bezüglich Stoffeinteilung, Stichwortauswahl und didaktischem Aufbau der Texte unverzichtbare Beiträge geleistet. Herr STROBACH hat das ursprüngliche Buch (3. Auflage) vollständig durchgearbeitet und konnte wichtige Korrekturen und Ergänzungen beitragen.

Von der Industrie ist weiters vor allem Mr. HIDEO MATSUDA (Toshiba), Mrs. P. PROVENCHER (Unitrode) und Herrn Ing. R. KELLER (eupec) für die Zurverfügungstellung wissenschaftlichen Materials zu danken, ebenso den Herren Dipl.-Ing. W. BERL, Dipl.-Ing. W. HOFMÜLLER und Ing. H. SCHWEIGERT (Siemens-SIMEA, Wien), Herrn Ing. J. RAUSCHER (Fronius, Thalheim / Wels), Herrn Dipl.-Ing. G. RÜBIG (Fa. Rübig, Wels), Frau Chr. ZIEROTH (ZM Communications, Nürnberg), weiters Mr. B. CARSTEN (BC Assoc., USA) und Mr. I. D. JITARU (Delta Energy Systems, USA) für wertvolle Hinweise bzw. das vorliegende Werk fördernde Zusammenarbeit.

Vor allem aber ist meiner Frau und meinem Sohn größter Dank auszusprechen, und zwar nicht nur (wie dies in vielen Vorworten geschieht) für die fast unendliche Geduld und das Verständnis, die sie meinen Arbeiten während vieler Jahre entgegenbrachten, sondern vor allem auch für grundlegende Beiträge zum Text inklusive den Korrekturen, seien es solche fachlicher oder stilistischer Natur. So hat sich mein Sohn schon als Zwölfjähriger aus eigenem für mein Manuskript interessiert und meiner Aussage, es sei „ohnehin schon fast fertig“, nicht ganz vertraut. Nach einigen Wochen retournierte er meine Arbeiten – sie waren übersät von einer unglaublichen Anzahl von roten Zeichen, wo vor allem Stilverbesserungen (unnötige Wortwiederholungen etc.), aber auch fachliche Ungereimtheiten (Rechenfehler u. dgl.) angemerkt waren. Dies gab letztlich den Anstoß zu einer nochmaligen gründlichen Überarbeitung des Manuskripts, wobei sich dann auch wieder Ergänzungen als notwendig erwiesen und eine nochmalige Verzögerung der Fertigstellung, aber hoffentlich eine wesentliche Verbesserung des ersten Manuskripts mit sich brachte. Meine Frau hat sich nach dieser Zeit in ebenso aufopfernder Weise und mit größter Geduld noch weiteren Korrekturlesungen gewidmet – man kann also (fast) von einem Familienunternehmen sprechen.

Dank gebührt auch dem Springer-Verlag Wien (speziell Frau S. SCHILGERIUS und Herrn Ing. E. SCHWARZ) für die Geduld bei den vielen Terminverschiebungen und die vorzügliche Ausstattung des Werkes sowie der Druckerei.

Zwei Dinge sollten nicht unerwähnt bleiben, die seit den frühen Auflagen eingeführt wurden: Erstens das Internet: So angenehm hiedurch die Einholung von Informationen zeitweise war, so unverläßlich hat es sich für eine nachhaltige Dokumentation herausgestellt. Nachdem in einer Anfangsphase für einen Abschnitt viele Internet-Abrufe verwendet wurden, stellte sich aber nach einigen Monaten heraus, daß diese Informationen inzwischen nicht mehr verfügbar waren; deshalb

wurde in weiterer Folge wieder auf gedruckte Literatur zurückgegriffen.

Zweitens die Rechtschreibreform: Ursprünglich angeblich von konkurrierenden Verlagen zwecks Umsatzsteigerung ausgelöst, wurde eine Reform durchgesetzt, die leider ohne Rücksicht auf bestehende Druckwerke erfolgte. Nicht umsonst haben sich im Herbst 2007 laut einer Zeitungsmeldung (Kronen Zeitung, 10. 11. 2007, S. 16) 700 deutschsprachige Autoren (inklusive der Literatur-Nobelpreisträgerin E. JELINEK) gegen die Anwendung der neuen Rechtschreibung auf ihre Werke ausgesprochen. Für das vorliegende Werk ist das insbesondere von Bedeutung, als die in der klassischen („alten“) Rechtschreibung verfaßte 3. Auflage in vielen Teilen weiter gültig ist und daher weiterverwendet wird. Außerdem wurden wesentliche Teile der Ergänzungen vor Inkrafttreten der neuen Rechtschreibung fertiggestellt. Durch den Wechsel auf die neue Rechtschreibung (wie zwischendurch versucht wurde) hätte sich eine neue Fehlerquelle ergeben, wahrscheinlich wäre ein Gemisch aus alter und neuer Rechtschreibung entstanden. Schon allein durch neue Zeilenumbrüche (wozu vielfach der Ersatz eines ß durch ss genügte) ergeben sich des öfteren neue Seitenumbrüche mit Verschiebungen von Abbildungen etc. – Dies hätte wieder Auswirkungen auf die Seitenzahlen und das Stichwortverzeichnis gehabt. Da aber ohnehin Worte wie Stengel (→ Stängel) und Gemse (→ Gämse) nicht vorkommen, bleibt als einziges wesentliches Merkmal der Unterschied in der Verwendung des „ß“ vor allem am Wortende und nach kurz ausgesprochenen Vokalen, hier insbesondere bei daß (→ dass) und muß (→ muss). Besonders der Ersatz von „ß“ durch „ss“ erscheint dem Autor als Mißstand (→ Missstand). Nicht nur, daß frühere Generationen offenbar wegen des im Deutschen so häufigen Zusammentreffens von nunmehr drei „s“ als „sss“ es als klarer und ästhetischer empfunden haben, das „scharfe ß“ zu bevorzugen, ergeben sich nun auch neuartige merkwürdige Konstellationen, z. B. beim Trennen (Meßer- gebnis → Messer- gebnis etc.) Warum man nicht den ähnlichen Fall des ck (Rück- kehr → Rükk- kehr) ähnlich behandelt hat bzw. eher auf eine Verringerung der Anzahl der Zeichen (z. B. bei „ch“ und „sch“, die in vielen Sprachen mit einem einzigen Zeichen ausgedrückt werden*), sondern vielmehr eine Erhöhung der Zeichenanzahl (ß → ss) angestrebt hat, bleibt ein Rätsel. [Auch Besonderheiten wie „ie“ statt „ii“ und die Sonderzeichen ä, ö und ü wurden nicht in Frage gestellt. Ein ähnlicher Fall wäre die Vereinigung von f und v gewesen, wo im Deutschen keinerlei Unterschied in der Aussprache existiert (vgl. z. B. engl. father – dort genügt auch ein f). Es wird immer nur am scharfen ß herumgenörgelt.] Aber schließlich kann man nicht eine Reform groß ankündigen und dann erkennen, daß (→ dass) sie nicht unbedingt notwendig gewesen wäre.

Es wird gehofft, durch diesen Exkurs Verständnis für die Beibehaltung der alten Rechtschreibung hervorgerufen zu haben, ein „orthographischer Stilbruch“ (alte Textteile in der alten, Teile der Ergänzungen in der neuen Rechtschreibung) wäre

*Z. B. C̈ für Ch bzw. CH, c̈ für ch; S̈ für Sch bzw. SCH, s̈ für sch – im Deutschen ist man ja von den Umlauten an die zwei Punkte gewöhnt, und das Schriftbild würde sich nicht grundlegend ändern. Gute Textverarbeitungsprogramme unterstützen die Hinzufügung der beiden Punkte.

sicher zu verwirrend bzw. inakzeptabel gewesen.

Weiters soll bemerkt werden, daß bei der Verwendung angloamerikanischer Ausdrücke der deutschsprachigen Literatur folgend meist Großschreibung verwendet wird. Das Setzen von Bindestrichen ist in der englischsprachigen Literatur ziemlich uneinheitlich, wobei deren Verwendung meist bei der Verbindung von Worten verschiedener Gattung, also z. B. Zahlwort mit Hauptwort, Adverb mit Verb u. dgl. erfolgt (siehe Fußnote am Anfang von Kapitel 10).

Sehr viel Augenmerk wurde auch dem Stichwortverzeichnis gewidmet. Vorbild waren hier manche enzyklopädische Werke oder z. B. Werke über TeX-Programmierung, deren Stichwortverzeichnis ebenfalls sehr umfangreich ist. Aus eigener Erfahrung ist hier ein Mehr einem Weniger vorzuziehen. Außerdem hat die Arbeit an einem ausführlichen Stichwortverzeichnis den unschätzbaren Wert, die Strukturierung des Textes und das Definieren von Begriffen hinsichtlich der Einheitlichkeit der Einteilungsgrundsätze nochmals überdenken zu müssen. Dies wurde vielfach in solchen Fällen deutlich, wo ein Begriff erläutert wurde, aber z. B. dessen Gegenteil fehlte oder ein gemeinsamer Überbegriff (siehe z. B. unter „Regelkreis“ oder unter „Verschneidung“) ursprünglich eher ungeordnet in verschiedenen, mehr oder weniger ähnlich klingenden Stichworten aufgelistet war. Natürlich kann man nicht alle Stichworte in einer einheitlichen Art gruppieren; hier wurde aber versucht, durch hinreichend viele Querverweise genügend Hilfestellung zu bieten. Jedenfalls wurde der Zeitaufwand für die Erstellung dieses Verzeichnisses verbunden mit den dadurch angeregten Korrekturen (und sei es nur bezüglich der Vereinheitlichung der Nomenklatur) und Ergänzungen zunächst gewaltig unterschätzt – mindestens ein zusätzliches Jahr Arbeit wurde notwendig.

Abschließend wird gehofft, Wissenschaftlern bzw. Entwicklern aus Industrie und von Hochschulen oder Universitäten sowie Studenten nunmehr ein Werkzeug in die Hand gegeben zu haben, das einerseits Hilfe beim Studium und andererseits Nachschlagewerk bei wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten auf dem Gebiet der Leistungselektronik sein kann. Der Autor hat jedenfalls getrachtet, ein Werk zu schaffen, das ihm während seiner langjährigen Tätigkeit als unabhängiger Forscher und in Kooperation mit der Industrie viele Dienste geleistet hätte. In diesem Sinne wurden Text (speziell, was die Erklärungen grundlegender Zusammenhänge betrifft), Abbildungen und Stichworte ausgewählt bzw. gestaltet. Es wäre erfreulich, wenn es auch für andere in diesem Fachgebiet Tätige ein wertvolles (vielleicht sogar unverzichtbares) Lehr- bzw. Nachschlagewerk würde.

Wien, im März 2009

FRANZ ZACH

„Vieles, was sich streng beweisen läßt,
ist nicht sehr wichtig.
Das wirklich Wichtige ist oft
unbeweisbar."
Nach dem französischen
Philosophen Gabriel Marcel.

Vorwort zur 5. Auflage

Die Vorlesungstätigkeit sowohl an der TU Wien als auch an der Fachhochschule Technikum Wien (welche sich durch die Betonung der Forschung auf universitärem Niveau aus der breiten Masse der Fachhochschulen hervorhebt*), basierend auf der 4. Auflage, führte in den vergangenen Jahren zu einer Reihe von Ergänzungen und Neuerungen. Dies ist auch durch das Nachdenken über das Gesagte im Zuge der Vortragstätigkeit begründet. Umfangreichere Themen werden in den Anhängen 12A, 13A und 13B am Ende des zweiten Bandes angereiht. (Eine Einbindung an früherer Stelle hätte zu viele Seitenverschiebungen gebracht und wäre damit eine große Fehlerquelle für die Seitenangaben von schon bestehenden Querverweisen und für das Stichwortverzeichnis geworden.) Kleinere Ergänzungen werden im bestehenden Text eingefügt. Selbstverständlich wurden auch Druckfehler korrigiert. Anhang 12A bringt eine Darstellung einiger im Kapitel 12 als exakte Kurvenverläufe gezeigten Diagramme, wodurch eine größere Übersichtlichkeit erreicht wird, Anhang 13A eine detaillierte Erklärung sowie Analyse der elektrischen Vorgänge, wie sie typisch für leistungselektronische Schaltungen sind. (Diese Abhandlung wurde von leitenden Professoren des MIT wegen der klaren Darstellung besonders gelobt, weshalb sie hier wiedergegeben wird**.) Ähnlich ist die Motivation für Anhang 13B, in dem das *u-Zi*-Diagramm auf Wunsch vieler Studenten nunmehr ausführlich erklärt und mit Hilfe typischer Beispiele illustriert ist. Zusätzlich zu Computersimulationen lassen sich mit diesem grafischen Verfahren grundlegende Zusammenhänge typischer leistungselektronischer Schaltungen anschaulich darstellen und ganz allgemein und prinzipiell erkennen. Ähnlich wie bei den früheren Auflagen ist der Autor speziell seiner Frau und seinem Sohn, weiters den Herren Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. H. Ertl und FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. F. Himmelstoss, ebenso wie Herrn Dipl.-Ing. Dr. Ch. Augesky, Dipl.-Ing. H. Stubner, B. Eichhorner und Th. Trondl (Siemens Wien), Frau Dipl.-Ing. S. Thurner, den Herren Dipl.-Ing. G. Liegl, D. Prokopetz, B. Krammer, F. St. Chelu, F. Zeilinger und B. Schirmaier sowie vielen Studenten (aus Vorlesungen, bei Seminaren, Diplomarbeiten und Dissertationen) zu großem Dank verpflichtet.

Wien, im Juni 2015

FRANZ ZACH

*Popp, R., und E. Schüll: FH2030 – Zur Zukunft der österreichischen Fachhochschulen. Wien/Berlin: LIT Verlag. 2013. Weiters: Salzburger Nachrichten vom 11. 9. 2013.

**siehe Literaturangabe [13.5], S. 1659 in Band 2

http://www.springer.com/978-3-658-04898-3

Leistungselektronik
Ein Handbuch Band 1 / Band 2
Zach, F.
2015, CXL, 2877 S. 1574 Abb. In 2 Bänden, nicht einzeln erhältlich., Hardcover
ISBN: 978-3-658-04898-3