

speziellen Themen von einer großen Anzahl von Autoren befinden, bietet dieses Buch eine geschlossene Darstellung und wird seinem Anspruch, einen Überblick über die verschiedenen Aspekte der Biotechnologie für alle Interessierten zu verschaffen – insbesondere auch bei einem relativ niedrigen Preis – voll gerecht.

Jürgen Rohr [NB 1170]
Institut für Organische Chemie
der Universität Göttingen

Selective Hydrocarbon Activation. Principles and Progress.

Herausgegeben von J. A. Davies, P. L. Watson, J. F. Liebman und A. Greenberg. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim/VCH Publishers, New York 1990. XIV, 568 S., geb. DM 275.00. – ISBN 3-527-26959-2

Die Suche nach möglichst „milden“, stöchiometrischen, im Idealfall katalytischen, vor allem aber selektiven Wegen zur gezielten Umwandlung von Kohlenwasserstoffen – in erster Linie von Paraffinen – in höherwertige Produkte gehört aus offensichtlichen Gründen zu den großen und permanenten Herausforderungen der chemischen Forschung. Erst das letzte Jahrzehnt hat bei der intermolekularen C–H-Aktivierung gesättigter Kohlenwasserstoffe und verwandter Verbindungen entscheidende Fortschritte gebracht, die zu einem enormen Anwachsen der einschlägigen Literatur, insbesondere was die homogene C–H-Aktivierung an Übergangsmetallzentren betrifft, geführt haben. Einigen wenigen Publikationen pro Jahr noch zu Ende der siebziger Jahre stehen heute weit mehr als tausend Arbeiten jährlich gegenüber, die sich in irgendeiner Form mit der Thematik „C–H-Aktivierung“ befassen. Eine ganze Reihe von Übersichtsartikeln ist in jüngster Vergangenheit erschienen, und die Zeit für ausführliche Zusammenfassungen in Buchform war sicher reif.

Im vorliegenden Werk präsentieren 20 Autoren in 15 Kapiteln alle wesentlichen Aspekte der homogenen Aktivierung von Kohlenwasserstoffen. Die gewählte Form eines Multi-Autoren-Bandes mit Beiträgen von Spezialisten entspricht der Aktualität und dem interdisziplinären Charakter des behandelten Forschungsgebietes und bietet die beste Möglichkeit, der hohen Geschwindigkeit neuer Entwicklungen einigermaßen Rechnung zu tragen, ohne den Anspruch auf eine fundierte Behandlung aufzugeben. Den vier Herausgebern (drei davon sind Mitautoren) ist eine Auswahl und Zusammenstellung gelungen, die dieses Buch zu einem Gewinn für jeden macht, der sich umfassend informieren und auf den (fast) aktuellen Stand bringen will.

Zum Inhalt: Im ersten Kapitel, „The Homogeneous Activation of H–H and X–H Bonds by Metals“ (17 S., 49 Zitate), summiert R. H. Crabtree kurz die unterschiedlichen Mechanismen von C–H-Aktivierungsreaktionen, um dann relativ ausführlich auf die verwandte Aktivierung von H₂, von Silanen und X–H-Bindungen (OH, NH u. a.) einzugehen. Einem Absatz über 2-Elektronen/3-Zentren-Wechselwirkungen (Agostik, H₂-Komplexe etc.) und elektrophile X–H-Aktivierung folgt ein Abschnitt über die photochemische, Quecksilber-sensibilisierte Chemie von C–H- und X–H-Bindungen, die der Autor selbst ausführlich untersucht hat. Crabtrees Beitrag ist informativ und als Einstimmung geeignet, gemessen an anderen Übersichten des gleichen Autors zur Thematik C–H-Aktivierung allerdings nicht ganz konkurrenzfähig. J. V. Zeile Krevor befaßt sich in Kapitel 2, „Alkane Oxidation: The Oxidation of Alkanes by Group VIII Metal Ions“ (21 S., 66 Zitate), mit Problemen der katalytischen Teiloxydation von Kohlenwasserstoffen, auch mit

SiO₂-oberflächengebundenen Spezies. Auf stöchiometrische, homogene C–H-Aktivierungen mit Übergangsmetallkomplexen (die Standard- und Paradebeispiele mit Rh, Ir, Pt, Os) wird eingegangen, und die verwandte Chemie von Metall-Ionen in der Gasphase (vide infra) wird kurz angerissen. Das Kapitel schließt mit einem Exkurs zu Modellen biologischer Oxidationssysteme und zum Einsatz von anorganischen Komplexen, eingebaut in Zeolithen. I. P. Rothwells Beitrag, „The Homogeneous Activation of Carbon-Hydrogen Bonds by Electrophilic Early Transition Metal Systems“ (31 S., 100 Zitate), konzentriert sich auf „frühe“ Übergangsmetalle in hohen Oxidationsstufen, unter Berücksichtigung auch von intramolekularen C–H-Aktivierungen durch α -, β - usw. bis hin zu ϵ -Wasserstoffabstraktionen, und auf Cyclometallierungen bei Heteroliganden, wobei besonders Aryloxy-Liganden zum Arbeitsgebiet des Autors gehören. Vorweggenommen wird dann bereits ein Teil der C–H-Aktivierungsschemie durch Organometallverbindungen der Lanthanoide und Actinoide. Eine Diskussion mechanistischer Gesichtspunkte rundet dieses Kapitel ab. Von der Themenstellung her passend folgt P. L. Watsons hochinteressanter Überblick zur „C–H Bond Activation with Complexes of Lanthanide Elements“ (30 S., 86 Zitate). Ausführlich werden die Grundlagen der elektrophilen C–H-Aktivierung unter Einbeziehung thermochemischer Aspekte besprochen, agostische Wechselwirkungen mit elektronenarmen Lanthanoid- und Actinoid-Metallzentren werden im Detail abgehandelt, und anschließend folgt eine ausgezeichnete Zusammenstellung der Aktivierungsreaktionen bei C–H-Bindungen von Alkanen, Alkenen, Alkinen, Arenen und koordinierten Liganden, die mit einem Blick auf β -Eliminierungsprozesse abschließt. Man spürt in diesem Beitrag die Expertise der Autorin und Mitherausgeberin, der ja die Entdeckung der ersten wohldefinierten Homogenreaktion von Methan mit einer Organometallverbindung zuzuschreiben ist, und deren Tätigkeit in der industriellen Grundlagenforschung diesem Übersichtsartikel sicher auch zugute kommt.

Das fünfte Kapitel des Buches, „Development of Catalytic Processes for the Synthesis of Organic Compounds that Involve C–H Bond Activation“ (32. S., 75 Zitate), geschrieben von W. D. Jones, wendet sich, nachdem ebenfalls die wichtigen (und oft übersehenen) thermodynamischen Grenzen des im Titel formulierten Fernziels abgesteckt sind, der eigentlich entscheidenden Frage zu, d. h. der Funktionalisierung von C–H-Bindungen von Arenen und Alkanen, nun aber wieder überwiegend mit „späten“ Übergangsmetallen. Nach den stöchiometrischen Fällen geht der Autor auf die selteneren, zum Teil selbst erforschten Beispiele zumindest kurzzeitig katalytisch aktiver Systeme ein. Der sachkundig aufbereitete Überblick umfaßt eine breite Palette unterschiedlicher Komplexe und Reaktionstypen. Dem vorausgehend schon mehrfach angeschnittenen Problemkreis der Thermochemie ist der folgende Beitrag des Buchs von J. F. Liebman und C. D. Hoff, „The Thermochemistry of Hydrocarbon Activation Reactions: A View from the Organic and Metal Perspectives“ (52 S., 118 Zitate), gewidmet. Hier findet der Leser eine ausführliche, grundlegende, auch recht kurzweilig geschriebene Darstellung der thermodynamischen Seite von Insertionsreaktionen in C–H- und C–C-Bindungen von Kohlenwasserstoffen, ergänzt durch 15 Tabellen und viele weitere Daten. Auf ca. 20 Seiten wird direkt auf metallorganische Thermochemie, speziell auf die Rolle von M–C- und M–H-Bindungsstärken bei „späten“ Übergangsmetallen im Zusammenhang mit Katalyse Bezug genommen. Eine kritische Wertung des verfügbaren Datenmaterials ist in diesem Teil ebenso zu finden wie eine aktuelle Literaturübersicht und Hinweise auf zugehörige Ergebnisse aus der Theoretischen Chemie. Die Abschnitte über Ligandeneffekte auf

L_nM -X-Bindungsstärken, über die Bedeutung der L_nM -X-Bindungsfestigkeit bei katalytischen Reaktionen und die Sammlung wichtiger, repräsentativer Werte für M-C- und M-H-Bindungsenergien eröffnen den Zugang zur unverzichtbaren Abschätzung thermodynamischer Verhältnisse bei der Suche nach Wegen metallinduzierter Reaktionen von Kohlenwasserstoffen. Das einzige rein theoretische Kapitel des Buches „Theoretical Aspects of Alkane C-H Activation by Organometallics“ (28 S., 98 Zitate), stammt aus der Feder von *J.-Y. Saillard*, der vor allem Gewicht auf die Darstellung qualitativer Bindungs- und Reaktivitätskonzepte legt, die praktisch alle auf EH-Modellrechnungen, auf Wechselwirkungs- und Korrelationsdiagrammen, auf Fragment-MO-Analysen, Grenzoritalbetrachtungen und dem Isolobalkonzept beruhen und fast ausnahmslos auf Publikationen der theoretischen Schule von *Ronald Hoffmann* zurückgehen. Daneben bietet dieser Abschnitt des Buches aber auch einen Überblick über die anderen, mehr quantitativ orientierten theoretischen Arbeiten zur C-H-Aktivierung, die bis Anfang 1990 in der Literatur zu finden sind; dem Leser werden bei sorgfältiger Lektüre auch die Grenzen qualitativer Beschreibungen und die Notwendigkeit numerisch und quantitativ verlässlicher Quantenchemie deutlich.

L. D. Fields Übersicht „Alkane Activation with Superacids“ (20 S., 66 Zitate) wendet sich dann einem gänzlich anderen Feld der Alkan-Aktivierung zu und behandelt die Chemie von Alkanen unter dem Einfluß von Supersäuren. Typen und Stärke von superaciden Reagentien, mechanistische Aspekte der C-H- und C-C-Aktivierung und vor allem die Umwandlung von Alkanen in Folgeprodukte bilden den Inhalt dieses Kapitels, in dessen Hintergrund natürlich unübersehbar der Name *Olah* aufscheint. Die Parallelen und die Unterschiede zu den an Metallzentren ablaufenden Aktivierungen von Alkanen werden hier deutlich. Das nächste Kapitel „On the Mechanism of Action of Vitamin B₁₂“ (35 S., 62 Zitate) von *P. Dowd* wechselt über in den Bereich biologischer Systeme, deren Fähigkeit zur Aktivierung von C-H- und C-C-Bindungen erst Leben ermöglicht. Der Autor liefert einen aktuellen Status-Report und eine Zusammenfassung aller wichtigen Aspekte und Hypothesen zu Fragen des Mechanismus B₁₂-vermittelter Substratumwandlungen, bei denen C-H-Abstraktionen an aliphatischen C-Atomen immer noch als wichtigster und am wenigsten verstandener Elementarschritt gesehen werden. Das Spektrum biologischer Systeme, in denen Dissoziationsprozesse von C-H-Bindungen eine entscheidende Rolle spielen, wird im sehr umfangreichen Folgekapitel von *S. E. Groh* und *M. J. Nelson*, „Mechanisms of Activation of Carbon-Hydrogen Bonds by Metalloenzymes“ (61 S., 339 Zitate), noch wesentlich erweitert. Neben Vitamin B₁₂ finden sich hier alle anderen wichtigen Enzymsysteme, die C-H-Bindungsaktivierungen durch Metallzentren zu katalysieren vermögen. Dabei wird das Material nicht nur entsprechend den beteiligten Metall-Ionen aufgelistet, sondern es wird auch auf mechanistische Experimente, Untersuchungsmethoden und Hypothesen kritisch eingegangen und der Unterschied zu den typischen metallorganischen Aktivierungsmechanismen herausgestellt. Zurück zur „anorganischen oder metallorganischen“ C-H-Aktivierung führt dann wieder die Zusammenfassung „Electrochemical Approaches to Transition Metal Mediated C-H Bond Activation“ (27 S., 88 Zitate) von *J. A. Davies* und *R. J. Staples*. Elektrochemisch erzeugte, niedervalente Intermediate vom Typ $d^{10}-ML_2$ ($M = Ni, Pd, Pt$) werden hier neben entsprechenden Spezies von Rh, Ir, Fe und Ru abgehandelt. Dabei sind die beschriebenen elektrochemischen Befunde zwar für sich recht interessant, die Zahl echter, elektrochemisch induzierter, vor allem intermo-

lekularer C-H-Aktivierungen ist jedoch marginal, so daß die elektrochemische Erzeugung der reaktiven Teilchen, die auch thermisch oder photochemisch gut zugänglich sind, in ihren Perspektiven noch nicht recht abschätzbar ist. Ein Abschnitt über die Elektrochemie von M-H- und M-C-Bindungen schließt dieses Kapitel ab.

Die drei nächsten Beiträge befassen sich mit den Ergebnissen spezieller physikalischer Techniken beim Studium der entscheidenden Elementarprozesse der C-H- und C-C-Bindungsaktivierungen an Metallzentren. *Z. H. Kafafi* in „Metal Atom/Cluster Reactions via FTIR Matrix Isolation Studies: C-H vs. C-C Bond Activation“ (19 S., 51 Zitate) berichtet über Resultate der Metallatom-Chemie mehrerer Prototypen von Kohlenwasserstoffen in Matrix bei 10 K, vergleicht mit den bekannten metallorganischen Systemen und stellt den Bezug zu theoretischen Studien her; *K. J. Klabunde*, *G. H. Jeong* und *A. W. Olsen* zeigen in Kapitel 13, „Ground State Metal Atoms and Clusters in Low-Temperature C-H and C-C Activation: Periodic Trends and Unusual Structural Effects“ (30 S., 85 Zitate), ausführlich die Grundlagen bei der Untersuchung von Tieftemperaturreaktionen zwischen Metallatomen oder Metallatomclustern (Oberflächen-Modelle) und Alkanen in Matrix auf. Der große Wert dieses Beitrags liegt in der Einbeziehung aller Übergangsmetallatome und damit in der Herausarbeitung von Zusammenhängen und Trends. Die Bedeutung von Gasphasenstudien zur C-H- und C-C-Aktivierung mit „nackten“ Metall-Ionen, deren Zahl weiter rapide zunimmt, wird im vorliegenden Buch durch das zu den besten Beiträgen gehörende Kapitel 14, „C-H Bond Activation by Gas Phase Atomic Metal Ions“ (62 S., 119 Zitate), von *P. B. Armentrout* repräsentiert. Hier wird eine Abhandlung geboten, die in ihrer Breite und Tiefe vorbildlich ist. Lediglich die Auswahl der Literaturzitate scheint etwas zu restriktiv gehandhabt; viele wichtige Beiträge anderer – vor allem auch europäischer – Autoren fehlen ganz. Im letzten, dem 15. Übersichtsartikel, „Alkane Acidities and Organosilanes in the Gas Phase: A Silicon Reaction Makes Good“ (20 S., 30 Zitate), von *R. Damrauer*, spielen zwar Metalle und die Aktivierung von Kohlenwasserstoffen keine direkte Rolle, die vorgestellte Gasphasen-Anion/Molekül-Chemie von Organosilanen aber führt zu wichtigen Erkenntnissen über Gasphasen-Aciditäten von Alkanen, die natürlich im Zusammenhang mit der Spaltung ihrer C-H-Bindungen wertvoll sind.

Eine kleine Schwäche dieses Buches liegt in den ausführlichen Mehrfach-Wiederholungen aller inzwischen „berühmten“ Standardfälle von C-H-Aktivierungen und natürlich der entsprechenden Literaturzitate in vielen Kapiteln. Dies läßt sich in einer Sammlung von Originalbeiträgen zwar kaum vermeiden, langweilt aber etwas beim Lesen. Die fast ausschließliche Beschränkung auf US-Autoren (18 von 20, wobei einige der großen Namen der einschlägigen Szene leider nicht vertreten sind; daneben ein australischer und ein französischer Autor) ist angesichts des Herausgeberpremsiums gewissermaßen vorgegeben, spiegelt aber wie die Gesamtheit der Literaturzitate leider auch ein wenig den internationalen Leistungsvergleich und die Beitragsdichte auf diesem Forschungsgebiet wider. Der größte Nutzen dieses Buches liegt in seiner breiten und interdisziplinären Darstellung der behandelten Thematik, die von den Herausgebern beabsichtigt war, die gelungen ist, und die doch nicht auf Kosten detaillierter Einzelinformationen geht. Daß der Titel des Werkes heute eher noch eine Hoffnung auf zukünftige Entwicklungen als den Ist-Stand beschreibt, schmälert den Wert dieser Zusammenstellung nicht, sondern macht nur die Notwendigkeit intensiver und fächerübergreifender Forschung unter Einsatz aller zu Gebote stehender Methoden und Werkzeuge offenkundig, wofür einige Orientierungshilfe

gegeben wird. Die Tatsache, daß bei einem sich so rasch entwickelnden Gebiet ein Buch der vorliegenden Art zum Zeitpunkt seines Erscheinens (1990) die allerneueste Literatur, hier also Arbeiten aus einem Teil des Jahres 1989 und aus 1990, nicht mehr enthält, muß man wohl als notwendiges Übel in Kauf nehmen. Es ist klar, daß in schon naher Zukunft von „Principles and Progress“ im Untertitel des Werks nur noch die „Principles“ den Kauf rechtfertigen werden, dies aber mit Sicherheit.

Zweifelloos ist dieses Spezialwerk für jeden, der sich mit der Aktivierung und Funktionalisierung von Kohlenwasserstoffen befaßt oder sich in dieses Gebiet einlesen will, ohne Einschränkung zu empfehlen; es ist zur Zeit die beste Wahl auf dem Markt. In einschlägigen Bibliotheken darf es sicher nicht fehlen.

Peter Hofmann [NB 1166]
Anorganisch-chemisches Institut
der Technischen Universität München, Garching

Biocatalysis (Reihe: Van Nostrand Reinhold Catalysis Series). Herausgegeben von D. A. Abramovicz. Van Nostrand Reinhold, New York 1990. XXV, 369 S., geb. \$ 89.95. – ISBN 0-442-23848-7

Der als Teil einer Reihe über katalytische Syntheseverfahren erschienene Band basiert auf ausgewählten Vorträgen anlässlich einer internationalen Konferenz „Biocatalytic Synthesis of Organic Compounds“, die im August 1988 in Saratoga Springs, NY stattfand. Enthalten sind 17 Beiträge aus unterschiedlichen Problembereichen der Biotechnologie, die – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – hochaktuelle Aspekte eines sich rasant entwickelnden und zunehmend an Bedeutung gewinnenden Gebietes beleuchten. Da die Artikel in Form von Fortschrittsberichten verfaßt sind, stehen erwartungsgemäß weniger die fertige Lösung allgemeiner Probleme als vielmehr neue Forschungsansätze und spezifische Entwicklungen im Vordergrund.

Der thematische Bogen umspannt dabei verschiedenartigste Methoden zur Gewinnung organischer Feinchemikalien, und zwar nahezu gleichgewichtig sowohl mit Hilfe fermentativer Veredelung als auch durch angewandte Enzymologie. In den Beiträgen werden unter anderem so verschiedenartige Problemkreise wie die gentechnologische Optimierung oder Neukonstruktion mikrobieller Metabolismen, ein- und vielstufige enzymatische Umsetzungen, Anwendung freier oder immobilisierter Enzyme in wäßrigem oder organischem Medium, sowie auch stärker verfahrenstechnisch orientierte Untersuchungen zu Mehrphasensystemen und Reaktordesign oder zum Einsatz extremophiler/thermophiler Organismen behandelt. Im einzelnen betreffen die Untersuchungen z. B. den Einsatz von Enzymen bei der Hydroxylierung von Arenen, der Vitamin-C-Synthese, der Acrylamidsynthese durch Nitrilhydratisierung, der Lipasekatalysierten Polyesterbildung, der enantioselektiven Enthologenierung und der Aminosäure-Synthese durch Transaminierung sowie den Gebrauch ungewöhnlicher Oxidoreduktasen oder stereoselektiver Aldolasen. Im Vordergrund steht generell die präparative Anwendung, die häufig ergänzend mit enzymologischen Daten oder mechanistischer Aufklärung untermauert wird. In diesem Umfeld eher unerwartet, aber vermutlich gerade für den Novizen von Interesse ist das Eingangskapitel, eine (kritische) Retrospektive zur historischen Entwicklung der Enzymologie und zum wachsenden Verständnis biokatalytischer Prozesse.

Die Aufsätze sind durchweg ansprechend geschrieben, anschaulich ausgearbeitet und sorgfältig verlegt; die zahlrei-

chen Tabellen, Schemata und Diagramme bis hin zur photographischen Dokumentation tragen zur Übersicht und zum Lesevergnügen bei. Die zumeist sehr unterschiedliche Thematik der Beiträge bedingt, daß Überschneidungen, aber auch interne Querverweise selten sind. Die jeweiligen Literaturverzeichnisse listen in der Regel über Eigenzitate hinaus die wichtigsten relevanten Arbeiten auf, womit die Einarbeitung in ein fremdes Sachgebiet ermöglicht wird. Hilfreich in diesem Zusammenhang und daher zur Nachahmung wärmstens empfohlen ist, daß die Zitate zumeist den vollständigen Titel der Originalarbeit angeben. Vergleichsweise ist dagegen allerdings das Stichwortregister zu knapp ausgefallen.

Aktuelle Information ist eine leicht verderbliche Ware, womit im besonderen Reviews aus sich rasch entwickelnden Fachgebieten zu kämpfen haben. In der Tat spiegeln einige Beiträge des vorliegenden Bandes naturgemäß schon heute nicht mehr in allen Details den aktuellen Stand wider, jedoch garantieren Themenauswahl, -vielfalt und -darstellung dennoch im Schnitt ein gewissermaßen „verbraucherfreundliches“ Verfallsdatum.

Zusammenfassend wird dem Leser ein vielschichtiger und anregender Ausschnitt von zukunftsweisenden Entwicklungen der letzten Jahre aus einem Spektrum aktueller Forschungsgebiete der Biokatalyse angeboten. Auch wegen seines Preises ist dieses Buch eine empfehlenswerte Ergänzung zu thematisch verwandten Monographien, insbesondere für einschlägig orientierte Fachwissenschaftler und Bibliotheken.

Wolf-Dieter Fessner [NB 1167]
Institut für Organische Chemie und Biochemie
der Universität Freiburg

Robert Robinson—Chemist Extraordinary. Von T. I. Williams. Oxford University Press, Oxford 1990. VIII, 201 S., geb. £ 25.00. – ISBN 0-19-858180-7

Ungefähr 16 Jahre sind bereits vergangen seit dem Tode Robert Robinsons, und doch ist dieses Buch die bisher einzige Biographie einer der größten Gestalten der Organischen Chemie. Als ein Chemiker, der auf dem Gebiet der Naturstoffchemie Meisterliches geleistet und beispielhaft zu unserem heutigen Verständnis chemischer Reaktionen beigetragen hat, dominierte Robinson ein halbes Jahrhundert lang die Chemie in Großbritannien, und er spielte zugleich eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der britischen chemischen Industrie. Daß eine Biographie über ihn so lange auf sich hat warten lassen, mag ungewöhnlich erscheinen, ist aber doch auch verständlich. Robinson führte – abgesehen von der Archivierung von Sonderdrucken seiner Veröffentlichungen – keine regelmäßigen Aufzeichnungen. Obwohl er mehrfach versicherte, alles in einer detaillierten „wissenschaftlichen Autobiographie“ zusammenstellen zu wollen, unternahm er doch bis 1970 keinen ernsthaften Versuch dazu. Zu diesem Zeitpunkt war er bereits nahezu vollständig erblindet und eigentlich nicht mehr in der Lage, ein solch anspruchsvolles Vorhaben anzugehen. Dennoch machte er sich mit erstaunlicher Energie an die Arbeit, und mit der Unterstützung einiger junger Assistenten trug er eine große Menge Material zusammen, so daß er bei seinem Tod im Jahre 1975 einen Manuskriptentwurf hinterließ, der sein Leben und seinen wissenschaftlichen Werdegang bis 1930 – damals ging er als Waynflete-Professor nach Oxford – beschrieb. Dieses Manuskript erschien 1976 posthum bei Elsevier als erster Band der geplanten Autobiographie „Memoirs of a Minor Prophet“. Das Buch trug jedoch nur zu deutlich die Spuren Robinsons altersbedingter Gebrechen: Über das ganze Buch verteilt finden sich orthographische Mängel, die im Fahnenstadium