

finden sich Angaben zum Geschlecht, zur Aussprache, Herkunft und grammatikalischen Handhabung eines Begriffs. Notorisch falsch ausgesprochene Namensreaktionen (Michael-Addition, Darzens-Reaktion) sollten damit ebenso der Vergangenheit angehören wie „das“ Aldehyd und „der“ Tetraeder. Die Herkunft der Namensreaktionen fördert bisweilen Überraschendes zutage. So erfährt man, dass die Reimer-Tiemann-Reaktion nach drei Chemikern benannt wurde (zwei Reimer!). Kurios auch, dass das Todesjahr von J. J. Ritter (1975), dem Namensgeber der Ritter-Reaktion, mit einem Fragezeichen versehen ist.

Für die Wortschreibungen werden die Regeln der neuen Rechtschreibung angewendet, die abweichende fachsprachliche Schreibweisen zulassen. Es wird z.B. fein unterschieden zwischen dem „Zyklus“ im Sinne eines nicht näher spezifizierten Kreislaufs und der Cyclisierung im Sinne des fachsprachlichen Ringschlusses einer Verbindung. Konsequenterweise sollte allerdings neben der im Wörterbuch verwendeten Schreibung „nukleophil“, „Akzeptor“ usw. auf die weit verbreitete c-Schreibung dieser Wörter zumindest hingewiesen werden. Die Nomenklatur der chemischen Verbindungen richtet sich nach den IUPAC-Empfehlungen.

Erfreulicherweise sind auch veraltete Begriffe (Hydroxylgruppe, Mercapto-) und häufige Falschschreibweisen (quaternär, Quartz, Anne[l]lation) aufgeführt und mit einem Verweis zum korrekten Stichwort versehen – ein ausgesprochen nützlicher Service, den die meisten Wörterbücher nicht bieten.

Unbedingt lesenswert sind die einführnden Abschnitte B und C ab Seite 35, in denen allgemeine Anmerkungen zur Rechtschreibung und Sprachdisziplin gemacht werden. Einige besonders häufige und unschöne Wortmissbildungen (Hydrophobizität, proben, geträgert) werden zur Abschreckung vorgeführt, mehr davon wäre zu begrüßen gewesen. Dass „refluxen“ erlaubt sein soll, ist allerdings diskussionswürdig. Die Schreibung „Reaktand“ usw. wird als grammatikalischer Unfug entlarvt. Dem unfreiwillig komischen Plural zum Trotz lautet die korrekte Form „Reaktant“.

Zur Verwendung von Bindestrichen gibt das Wörterbuch dem Leser klare Richtlinien an die Hand, mit denen sich z.B. eindeutig zwischen einem Phenol-Derivat (d.h. einem Derivat des Phenols) und einem Phenylderivat (d.h. einer phenylsubstituierten Stammverbindung) unterscheiden lässt.

Bei einigen Synonymen hätte sich der Autor ruhig die Freiheit nehmen können, Empfehlungen zur bevorzugen, „besseren“ Variante auszusprechen. So findet sich das unlogisch gebildete „Biradikal“ gleichberechtigt neben dem sprachlich einwandfreien „Diradikal“, und von überflüssiger Fremdwörterei (monodentat, dinuklear) sollte mit Nachdruck abgeraten werden. „Va“ ist auch in Ausnahmefällen nicht als Elementsymbol für Vanadium zu dulden, und statt gramnegativ sollte es Gramnegativ lauten.

Die Fachbegriffe werden etymologisch präzise und inhaltlich prägnant erläutert, und von biochemischen Methoden bis hin zu technischen Geräten sind alle Bereiche der Chemie, auch solche am Rande, abgedeckt. Naturgemäß sind Begriffe aus jüngeren Disziplinen wie der kombinatorischen Chemie spärlicher vertreten; vermisst werden z.B. „Bibliothek“ und „Diversität“.

Das Buch ist im Übrigen sehr sorgfältig lektoriert – bei der Erstauflage eines derart komplexen Werkes keine leichte Aufgabe. Mehr als ein fehlerhaftes Stichwort (Cadmilumchlorid) war nicht zu finden. Unter dem Eintrag „Kupplung“ wird, einer angloamerikanischen Unsitte folgend, die Ullmann-zur Ullman-Reaktion – das Stichwort selbst ist korrekt geschrieben.

Die ausgezeichnete inhaltliche Qualität macht es leicht, die Anschaffung und ausgiebige Nutzung des Wörterbuchs chemischer Fachausdrücke nachdrücklich zu empfehlen. Wem es nicht gleichgültig ist, dass ein Begriff wie Edukt als Synonym für einen Ausgangsstoff ein Unding ist oder wer sich je Gedanken darüber gemacht hat, warum es „anellieren“ heißt, aber „annular“, für den ist dieses Buch ein Muss.

Frank Maaß  
Redaktion Angewandte Chemie  
Weinheim

## Solvent-free Organic Synthesis



Von Koichi Tanaka.  
Wiley-VCH, Weinheim 2003. 433 S., geb., 139.00 €.— ISBN 3-527-30612-9

*Solvent-free Organic Synthesis* ist eine lange erwartete aktuelle Zusammenstellung experimenteller Syntheseprozesse, bei denen während des Reaktionschritts keine Lösungsmittel verwendet werden. Und noch besser, es werden auch viele bekannte Reaktionen vorgestellt, die nach der Reaktion kein Lösungsmittel für Extraktion, Chromatographie oder Umkristallisation benötigen, weil sie reine Produkte liefern, die nicht mit Hilfsstoffen vermischt sind.

Warum ist es wichtig, Lösungsmittel zu vermeiden? Man hofft, dass die Umweltschädigung durch die Abfallbewirtschaftung mit lösungsmittelfreien Verfahren beträchtlich verringert wird. Das heißt aber, dass alle Lösungsmittel, auch die für die Produktreinigung und -isolierung verwendeten, mit berücksichtigt werden müssen. Dennoch gibt es derzeit in aktuellen Publikationen keine Einigung in diesem Punkt beim Etikett „lösungsmittelfrei“, und auch in diesem Buch folgen weniger als 100 aus 537 Reaktionsgruppen in 14 Kapiteln der harten Linie.

Behandelt werden Reduktionen, Oxidationen, sieben Arten von Bindungsbildungen (C-C, C-N, C-O, C-S, C-P, C-X, N-N), Umlagerungen, Eliminierungen, Hydrolysen, Schutzreaktionen und Entschützungen. Um das Buch handhabbar zu halten, werden Solvata-tionen, Protonierungen, Komplexbildungen, Stereoisomerisierungen, Polymerisationen (außer im Festkörper) und Gasphasenreaktionen nicht behandelt. Dieser zwingende Ansatz fördert das gezielte Blättern und Erfolgsvergleiche zu den verschiedenen Reaktionstechniken im Hinblick auf ihre ökologische und ökonomische Leistungsfähigkeit. Der Autor enthält sich der Beurteilung der publizierten Reaktionen aus den

beiden zurückliegenden Dekaden und wählt eine geschickte Formatierung der verfügbaren Daten nach Reaktionstyp, Reaktionsbedingungen, Schlüsselbegriffen, graphischer Zusammenfassung, experimenteller Vorschrift (mindestens eine pro Reaktionsgruppe) und Referenzen. Der Leser hat es somit leicht, selbst die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit (Gibt es Ausbeuteangaben und alle wichtigen Daten für die Wiederholung? Wird unnötiger Abfall erzeugt, der mit den besseren Techniken vermieden würde?) zu beurteilen. Diese Möglichkeiten sind wichtig, da die gegenwärtige „Green Chemistry“ von einem Formalismus der mächtigsten Förderorganisationen bestimmt scheint. Dieser wird häufig als die „12 Commandments of EPA and White House“ apostrophiert. Leider verleiten diese nicht dazu, 100 % Ausbeute an nur einem Produkt ohne Abfall zu erreichen, und vielfach begünstigen sie das glatte Gegenteil von Nachhaltigkeit. Ein Vergleich der Synthesen von Schiff-Basen auf den Seiten 207–210 mit denen auf 283–285 oder auf den Seiten 229–231 mit denen auf 285–286 macht dies mehr als deutlich, und es gibt weitere Beispiele dieser Art. Der überaus positive Einfluss der vorliegenden Zusammenstellung wird das Aufbrechen des existierenden Dogmatismus beflügeln und den Weg zu besseren oder völlig abfallfreien Synthesen ebnen, wo immer das möglich ist.

Das Buch von Tanaka muss sich mit den vielen wohl im Übermaß geförderten Reaktionen unter Mikrowellenbestrahlung („Gebot“ der Nutzung neuartiger Energien) auseinandersetzen. Diese werden oft mit dem Etikett „lösungsmittelfrei“ publiziert, auch wenn hohe Anteile an flüssigen Katalysatoren oder Überschüsse an flüssigem

Reaktanten eingesetzt wurden, die eindeutig als Lösungsmittel dienten. Der Autor versuchte diese Beispiele auszuschließen, aber er war bei mindestens 25 unzulässigen Reaktionsgruppen zu duldsam (besonders auffällig auf den Seiten 115, 116, 120, 131, 289, 290, 405). Er fand aber eine elegante Lösung für die Behandlung der Reaktionen unter Mikrowellenbestrahlung: Weil sie ungewöhnlich häufig gravierende Nachteile aufweisen (sehr kompliziert; hoher Lösungsmiteinsatz für Adsorptionen, Extraktionen und Chromatographie; Entfernung von Hilfsstoffen; Erzeugung von unnötigem Abfall; Verschwendung von Energie und Hilfsstoffen; häufig fehlende Ausbeuteangaben und unvollständige experimentelle Angaben...), sind sie zu Recht in Anhangkapiteln von den einfachen und preisgünstigen Reaktionstechniken abgetrennt. Diese Haltung ist sehr befriedigend, weil existierende Zusammenstellungen von Reaktionen mit Mikrowellen meist die Notwendigkeit des Einsatzes besonders komplizierter und aufwändiger Technik nicht belegen, wenn viel einfachere Reaktionsführungen energiesparend höhere oder quantitative Ausbeuten mit weniger oder keinem Abfall ergeben und zudem das Potenzial für Aufskalierung in den kg-Maßstab und weit darüber hinaus bieten. So gehören alle im Buch beschriebenen lösungsmittelfreien „Großansätze“ zu den vorteilhaften Kristallreaktionen oder zur direkten Kristallisation aus stöchiometrischen Mischungen flüssiger Reaktanten (Seite 90, 209–210, 220, 223, 229, 305), und diese erfordern auch keine Lösungsmittel für reinigende Aufarbeitungsschritte. Derartige Verhinderung von Abfall durch Vermeidung von Lösungsmitteln, Katalysatoren und Hilfsstoffen, wenn diese Uneinheitlich-

keit der Reaktion und Ausbeuteminde- rung unter 100 % erzeugen, ist eine fortgesetzte Aufgabe. So findet man lösungsmittelfreie Knoevenagel-Kondensationen katalysiert (Seite 48, 54, 57, 69), unkatalysiert (Seite 89–91) und unter Einsatz von Mikrowelle (Seite 94–96, 98, 101, 105–107, 110), und jeder kann sofort selbst entscheiden. Das Buch von Tanaka bietet somit erstmals eine faire Vergleichsmöglichkeit der lösungsmittelfreien Techniken, was ohne Frage die Förderungspolitik verändern wird, weil das Verlangen nach 100 % Ausbeute und nachhaltiger Reaktionstechnik zwingender wird.

Stereoformeln sind durchweg mit derselben Keilschreibweise gezeichnet wie in den Originalpublikationen. Dies hätte durch konsequente Nutzung von dicken und schraffierten (alternativ dünnen) Bindungsstrichen zur Angabe der relativen Konfigurationen von Stereozentren verbessert werden können, wenn racemische Diastereomere synthetisiert wurden.

Der Inhalt des Buches wird durch ein 13-seitiges Sachverzeichnis erschlossen, das alle Schlüsselbegriffe der Reaktionsgruppen ordnet. Das gezielte Blättern wird durch das Inhaltsverzeichnis unterstützt.

Dieses Buch ist ein Muss für alle Studierenden (Bibliotheken) und akademischen sowie industriellen Forscher, die nachhaltige Synthesen nutzen und verbessern wollen, sowie für alle Förderorganisationen, die das Wohlergehen unserer Umwelt ermöglichen.

Gerd Kaupp  
Organische Chemie I  
Universität Oldenburg

DOI: 10.1002/ange.200385032