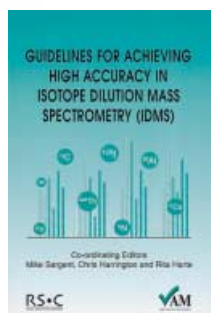




Guidelines for Achieving High Accuracy in Isotope Dilution Mass Spectrometry (IDMS)



Herausgegeben von Mike Sargent, Chris Harrington und Rita Harte. Royal Society of Chemistry, Cambridge 2002. 50 S., Broschur 29.95 £.— ISBN 0-85404-418-3

Nach Aussage der Autoren will diese Broschüre die einfache und robuste Methodik der massenspektrometrischen Isotopenverdünnungsanalyse („isotope dilution mass spectrometry“, IDMS) beschreiben, nützliche Anleitungen zu deren Verwendung geben und Laboratorien ermöglichen, zuverlässige analytische Daten für spezifische Anwendungen zu erzeugen, ohne erst selbst in größere Entwicklungsprojekte einsteigen zu müssen. Die Ausführungen beruhen im Wesentlichen auf den Erfahrungen eines Komitees, das Teil eines vom britischen Department of Trade and Industry Valid Analytical Measurement (VAM) durchgeführten Programms über richtige Analysen höchster Qualität ist. Auch wenn der hohe Anspruch der vorliegenden Broschüre nicht in allen Teilen als erfüllt angesehen werden kann, muss vorab festgestellt werden, dass dieses Büchlein bestimmt hilfreich für alle Analysenlabors sein dürfte, die sich wegen der immer wichtiger werdenden Validierung analytischer Daten in die als besonders genau geltende IDMS einarbeiten wollen.

Das Prinzip der IDMS beruht darauf, dass zu der zu untersuchenden

Probe eine genau bekannte Menge der zu analysierenden Elemente als so genannter „Spike“ in isotopenangereicherter Form (für Elementanalytik) bzw. als entsprechend isotopenmarkierte Verbindung (für Molekülanalytik) hinzugegeben wird. Nach Äquilibration zwischen Probe und Spike wird das Isotopenverhältnis der isotopenverdünnten Probe in der Regel mit einem Massenspektrometer gemessen. Bereits seit längerer Zeit wird die IDMS sehr erfolgreich angewendet, z.B. für die Bestimmung von Uran und Transurane in der Kerntechnik sowie von radiogenen Nukliden im Zusammenhang mit geologischen Altersdatierungen. Auch für die Analytik klinisch wichtiger Substanzen, bei einigen speziellen Umweltproblemen (z.B. Dioxin-Bestimmung) und im Zusammenhang mit der Zertifizierung von Elementkonzentrationen in Referenzmaterialien hat diese Methode bereits große Bedeutung erlangt. In all diesen Fällen liegt der Grund für die Anwendung der IDMS in der Notwendigkeit, eine hohe Richtigkeit des Analyseergebnisses zu erzielen. Einer größeren Verbreitung im Bereich der Elementspuren- und Elementspeziesanalyse stand früher jedoch vor allem die sehr aufwändige Probenvorbereitung entgegen, die mit der seinerzeit verfügbaren Thermionen-Massenspektrometrie (TIMS) verbunden war. Nachdem aber in den letzten Jahren die induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) mit ihrer in der Regel einfacheren Probenvorbereitung, ihrer Multielementfähigkeit und leicht durchführbaren Online-Kupplung mit chromatographischen Verfahren eine enorme Verbreitung gefunden hat, ist das allgemeine Interesse am Einsatz der IDMS in diesem Bereich stark gestiegen.

Anfangs werden in der Broschüre die Vor- und Nachteile der IDMS aufgelistet. Dabei liegt, unter gewissen Voraussetzungen, der wesentliche Vorteil in der Erzeugung vergleichsweise präziser und richtiger Analysendaten, was der IDMS international den Ruf einer definitiven Methode eingebracht hat. Nach vollständiger Äquilibration von Spike und Probe wirken sich Substanzverluste nicht mehr auf das Analyseergebnis aus, da die einzig zu messende Größe ein Isotopenverhältnis

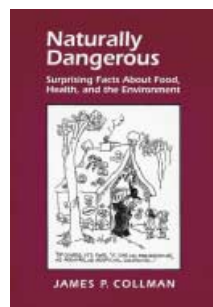
und nicht eine quantitativ zu isolierende Analytmenge ist. Die Aufzählung der Vor- und Nachteile enthält allerdings einige Aussagen, die zu einer falschen Einschätzung der IDMS führen könnten. So wird fälschlicherweise behauptet, die Richtigkeit/Genauigkeit („accuracy“) der IDMS würde durch die Präzision („precision“) der Isotopenverhältnismessung bestimmt. Da für die Isotopenverhältnismessung bei der IDMS-Elementanalyse zwei Isotope (bei Molekülanalyse zwei Massenzahlen) frei von spektroskopischen Interferenzen sein müssen, stellt dieses Problem eine wesentliche Fehlerquelle für IDMS-Bestimmungen dar. Auch sind die als Nachteil aufgeführten (hohen) Kosten für den isotopenangereicherten Spike nur bedingt richtig. Von Ausnahmen abgesehen, wird die IDMS heute fast ausschließlich in der Spurenanalytik eingesetzt. Die dabei verwendete optimale Spikemenge sollte im gleichen Bereich wie die zu analysierende Analytmenge liegen. Da dies bei Spurenanalysen einer Spikemenge von einigen µg oder weniger entspricht, 1 µg eines isotopenangereicherten Materials aber in der Regel nur 0.1–100 Eurocent kostet, fallen für die Elementspurenanalytik die Spikekosten praktisch nicht ins Gewicht. Teurer ist es allerdings, wenn man die Arbeitszeit für die heute meist noch notwendige Eigensynthese isotopenangereicherter Verbindungen zur Bestimmung entsprechender organischer Moleküle oder Elementspezies mit einrechnet, da momentan fast keine Substanzen dieser Art verfügbar sind.

Wer sich weiterhin nicht daran stört, dass einige der aufgeführten Literaturhinweise nicht zu den anerkannten „Keynote References“ in der IDMS zählen, dafür aber manche fehlen, dass die Diagramme für die Optimierung der Spikezugabe ausgesprochen schlechte Darstellungen und zudem nur für eine (willkürlich) angenommene Isotopenanreicherung des Spikes gültig sind, und wer die in letzter Zeit immer wichtiger werdende IDMS-Analyse von Elementspezies vermissen kann, für den ist das Büchlein eine zumindest gute Möglichkeit, sich auf kompakte Weise über Grundlagen der IDMS zu informieren. Ob sich damit allerdings auch Laboratorien, die die IDMS neu einführen wollen, die Lektüre wichtiger

Übersichtsartikel und Originalarbeiten auf diesem Gebiet ersparen können, darf bezweifelt werden.

Klaus G. Heumann
Institut für Anorganische Chemie und
Analytische Chemie
Universität Mainz

Naturally Dangerous



Surprising Facts About Food, Health, and the Environment. Von James P. Collman. University Science Books, Sausalito, CA 2001. 270 S., geb. 21.00 £.— ISBN 1-891389-09-2

Welche Substanzen und Prozesse können für Mensch und Umwelt eine Gefahr bedeuten? In zehn Kapiteln wird über den Nutzen und die Gefahren der täglichen Nahrungs- und Genussmittel, der Arzneimittel, der Krankheitserreger, der radioaktiven Strahlung und der Metalle berichtet. Nicht ein Wissenschaftsjournalist, sondern ein bekannter Chemiker hat sich vorgenommen, ein verständliches Buch zu dieser Thematik zu schreiben. Daher wird auf jede chemische Formel und Gleichung verzichtet, und die Sachlage und die Zusammenhänge werden im Plauderton für jedermann beschrieben. In einer Tabelle werden beispielsweise ausschließlich die Namen der essentiellen und nicht-essentiellen Aminosäuren angegeben. Die Chiralität wird anschaulich an Beispielen wie der menschlichen Hand und von Schneckenhäusern beschrieben. Die meisten Informationen erhält der Leser durch 27 Abbildungen (10 davon in Farbe) und neun Tabellen. Damit das Interesse nicht ermüdet, sind zahlreiche Cartoons eingestreut. Das Buch liest sich locker und flüssig; es dürfte bei Nicht-Chemikern gut ankommen.

Zunächst werden Nahrungsmittel beschrieben. Der Leser wird über die Zusammensetzung und Bedeutung der

Kohlenhydrate, Eiweißstoffe und Fette informiert. Nach Meinung des Autors können „trans-Fette“ durch Isomerisierung bei der Hydrierung von ungesättigten Fetten entstehen und in Margarine enthalten sein. Aufgrund ihres cancerogenen Potentials sollen sie gesundheitsgefährdend sein. Man erfährt, dass der übermäßige Genuss von Schokolade wegen deren Gehalts an Theobromin und von Exophinen (als „pleasure-giving“ Peptide für das Gehirn) süchtig machen kann. Es schließt sich eine informative Kurzgeschichte über dieses Genussmittel an. Da der Durchschnittsamerikaner 22 Pfund (pound) Fett pro Jahr in Form von Snacks zu sich nimmt, boomt dort der Markt der Fettersatzstoffe wie „Crisco“, wobei neuerdings schädliche Nebenwirkungen der „kalorienlosen“ Fette festgestellt wurden. Welche Nahrungsmittel zu Nierensteinen in Form von Calciumoxalat führen, erfährt der Leser in einer Tabelle. Warum der Genuss von Wildfleisch wie Reh und Hirsch zu Trichinose und anderen parasitären Erkrankungen führen kann, wird ebenfalls in diesem Kapitel ausführlich erläutert.

In den Kapiteln über Pharmazeutika und die „natürlichen“ Medikamente einschließlich der homöopathischen Mittel lernt der Leser Nutzen und Gefahren der verschiedenen Mittel kennen. Die Folgen des Genusses von Marihuana, Opium und Heroin werden ausführlich beschrieben. Zahlreiche der homöopathischen Mittel werden nicht von der amerikanischen FDA („Food and Drug Administration“) kontrolliert. Über schädliche Nebenwirkungen dieser Mittel, z. B. der bei Erkältungskrankheiten viel benutzten Echinacea-Extrakte, wird berichtet. Ausführlich werden der Genuss und die Geschichte der verschiedenen alkoholischen Getränke behandelt.

Nachdem ein Kapitel über Nutzen und Gefahren von Mikroorganismen wie Viren, Bakterien und Pilzen aufklärt, wird im folgenden Kapitel über die Ursachen von Krebserkrankungen behauptet, dass diese Erkrankungen nur zu 2% auf den Kontakt und die Aufnahme von anthropogenen Umweltgiften in der Nahrung zurückgehen. Nach Ansicht des Autors nimmt der Durchschnittsamerikaner nämlich täglich ca. 1 g an „natürlichen“ Pestiziden zu sich.

Das ist nach Meinung des Autors bedeutend mehr als die Rückstände von industriell erzeugten Pestiziden in der Nahrung. Art und Natur der „natürlichen“ Pestizide werden allerdings nicht näher erläutert. Erst durch die Entwicklung der modernen Spuren- und Ultraspurenanalytik ist nach der Meinung des Autors das Problem der Spurenschadstoffe als mediales Kunstprodukt entstanden. Übermäßiges Rauchen, Trinken und ungesunde Essgewohnheiten sind die Hauptverursacher von Krebserkrankungen beim Menschen.

Im Kapitel über „natürliche und nichtnatürliche Moleküle“ werden zunächst eine Reihe von natürlichen Giftstoffen aus Tieren und Pflanzen, danach Aphrodisiaka und Pheromone vorgestellt. Die „Man-made“-Chemikalien werden nur auf drei Seiten behandelt. Wir erfahren, dass die Anwendung von DDT etwa 300 Millionen Menschen vor der Malariaerkrankung gerettet hat; die negativen Effekte werden nicht angesprochen. Im folgenden Kapitel „Is the Sky Falling“ wird der Leser über sauren Regen, die globale Erwärmung durch den Anstieg der Konzentration der „Treibhausgase“ und das Ozonloch weitgehend sachlich informiert. Ein Satz wie „burning fossil fuels regenerates energy and turns the former plant products back into carbon dioxide“ macht allerdings stutzig. Es dürfte auch von Interesse sein, warum nach Meinung des Autors die USA das Kyoto-Protokoll von 1997 zur Begrenzung der Kohlendioxid-Emissionen bisher nicht unterzeichnet haben (Seite 188): Er gibt vorwiegend politische Gründe an.

Im Kapitel über Staub, Magnetismus und das Sporttauchen erfährt der Leser vieles über die Gefahren dieser Phänomene, besonders über die schädlichen lungengängigen Asbest- und Rußpartikel. Hier wird auf die Gefahren bei der Entsorgung von Asbest in öffentlichen Gebäuden hingewiesen, und Verfahren zur Verminderung des Rußausstoßes in Dieselmotoren werden diskutiert. Im Kapitel „We all are Radioactive“ wird der Leser über diese „natürliche“ Erscheinung aufgeklärt, während die potenziellen Gefahren wie etwa die Entsorgung von abgebrannten Kernbrennstoffen nur am Rande erwähnt werden.