

Zur Geschichte der „Karlsruher Nuklidkarte“

Seit mehr als vier Jahrzehnten liefert sie Naturwissenschaftlern übersichtlich wertvolle Informationen über Halbwertszeiten, Zerfallsarten und Energien von Radionukliden. Gemeint ist die „Karlsruher Nuklidkarte“, deren Erfolgsgeschichte bereits 1956, dem Gründungsjahr des Forschungszentrums, im damaligen Institut für Radiochemie und jetzigem Institut für Instrumentelle Analytik (IFA) ihren Anfang nahm und bis

heute in der nunmehr 6. Auflage fortgeschrieben wird. Seither wurden über 160000 Wandkarten und über 200000 Broschüren mit Faltkarten aufgelegt. Mitautorin der ersten Stunde ist *Gerda Pfennig*, ehemalige IFA-Mitarbeiterin, die bis heute die Daten pflegt und aktualisiert; seit 1981 arbeitet *Dr. Hanna Kiewe-Nebenius* (IFA) als Autor mit. (sf)

Nach dem zweiten Weltkrieg war es Deutschland erst ab 1955, nach der ersten „International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energies“ in Genf, wieder erlaubt, auf dem Gebiet der Kerntechnik und Radioaktivität zu arbeiten. Es bestand ein großer Bedarf an Ausbildung für die nun sich rasch entwickelnden Arbeitsgebiete der Kernphysik, Radiochemie und Reaktortechnologie. *Professor Walter Seelmann-Eggebert* wurde zum Direktor des Instituts für Radiochemie der 1956 gegründeten Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft Karlsruhe und auf den Lehrstuhl für Radiochemie an der Technischen Hochschule (TH) Karlsruhe berufen. Im Institut wurden „radiochemische Isotopenkurse“ angeboten, und im Rahmen dieser Lehrtätigkeit entstand die Karlsruher Nuklidkarte, die die wesentlichen Eigenschaften der damals bekannten Nuklide (Halbwertszeit, Zerfallsart, Energien der emittierten Teilchen und der häufigsten Gammastrahlen) in übersichtlicher Form darstellte.



Die Anordnung der Nuklide entspricht in Anlehnung an eine ursprünglich von *E. Segré* vorgeschlagene Weise einem Diagramm mit der Anzahl der Neutronen auf der Abszisse und der Protonen auf der Ordinate. In den jeweiligen Schnittpunkten von Neutronen- und Protonenzahlen sind in einem Kästchen die Angaben über das betreffende Nuklid zusammengefasst. Durch die Farbe der Kästchen wird die jeweilige Zerfallsart dargestellt (schwarz = stabiles Nuklid; rot = β^+ -Zerfall oder Elektro-

Eggebert und *Gerda Pfennig* vom Institut für Radiochemie, wurden jeweils mehrere tausend Exemplare entsprechenden Institutionen im Ausland zur Verfügung gestellt. Zusätzlich gab es eine Ausgabe in DIN A4-Einzelblättern zur Benutzung am Schreibblech. Die Nuklidkarte umfasste damals 267 stabile und über 1030 instabile Nuklide sowie mehr als 220 Isomere der damals bekannten 102 Elemente von Wasserstoff bis Nobelium.



neineinfang; blau = β^- -Zerfall; gelb = α -Zerfall; weiß = isomere Übergang). Als Literaturquellen wurden in allen Auflagen neben umfangreichen Recherchen aus der Originalliteratur (u. a. basierend auf den „Recent References“ der „Nuclear Data Sheets“) die jeweils aktuellen Ausgaben der wichtigsten Standard-Datensammlungen benutzt, wie die „Nuclear Data Sheets“ des National Research Council, Washington D. C., oder die „Table of Isotopes“.

Bereits ab der 1. Auflage der Nuklidkarte, die 1958 in Form einer Wandkarte erschien, erstellt von *Walter Seelmann-*

Infolge der großen Nachfrage wurde in den 60er Jahren bereits die zweite Auflage nebst weiteren Nachdrucken erstellt. Die Bearbeitung erfolgte wiederum durch *Walter Seelmann-Eggebert* und *Gerda Pfennig* unter Mitarbeit von *Prof. Helmut Münzel* und *Gisela Zundel*. Diese Auflage der Nuklidkarte umfasste 103 Elemente und ca. 70 neue instabile Nuklide. Wegen der weitweiten Verbreitung der Nuklidkarte wurde für die dritte Auflage 1968 eine Version mit viersprachigen Erläuterungen (deutsch, englisch, französisch, spanisch) erstellt. Als neue Zerfallsart wurde die Spontanspaltung durch die Far-

be grün gekennzeichnet. Die Atomgewichte wurden jetzt bezogen auf Kohlenstoff ($^{12}\text{C} = 12$) angegeben. Die Anzahl der Elemente betrug 105, dazu kamen ca. 250 neue Nuklide, sodass die Zahl der Felder auf über 1800 angewachsen war.

In der vierten Auflage 1974 erfolgte die Angabe der γ -Energien für alle Nuklide in Kilo-Elektronenvolt, da inzwischen für die Messung der γ -Strahlen allgemein Ge(Li)-Detektoren anstelle von NaI-Kristallen verwendet wurden. Dies trug der größeren Genauigkeit bei der Energiebestimmung Rechnung und erforderte eine Überarbeitung aller Felder. Der Anteil der auszuwertenden Originalliteratur war sehr hoch, weil die Evaluation der Massen nur sehr langsam erfolgte und daher für zahlreiche Massen die Literatur mehrerer Jahre noch nicht in diesen Zusammenstellungen berücksichtigt war. Durch die Anwendung von zunehmend physikalischen Trennmethode wurden besonders im Bereich der Spaltprodukte immer mehr kurzlebige Nuklide nachweisbar, sodass die Zahl der Nuklide erneut um ca. 300 auf nunmehr über 1900 anstieg.

Anfang der 80er Jahre erschien die 5. Auflage der Autoren *Seelmann-Eggebert, Pfennig, Münzel* und, neu dazugekommen, *Hanns Kiewe-Nebenius*. Der Anteil der eingearbeiteten Originalliteratur war sehr hoch, da für etwa 30% aller Massen die Evaluationen vor der Fertigstellung der 4. Auflage erschienen waren. Insgesamt war diesmal ein Zeitraum von drei Jahren für die Bearbeitung erforderlich. Etwa in 3/4 aller Felder erfolgten Änderungen der Zerfallsdaten. Der Einsatz von online-Massentrennern ermöglichte die Untersuchung von Nukliden mit immer kürzeren Halbwertszeiten, so dass die Zahl der neuen Nuklide um über 300 zunahm und jetzt 107 Elemente mit insgesamt 2224 Nukliden erfasst waren. Als neue Zerfallsart wurde der Protonen-Zerfall aufgenommen (Farbe: orange). Die Atomgewichte, Häufigkeiten, Spaltausbeuten wurden ebenso wie die Tabellen der Eichnuklide, Dichten und Konstanten auf den neuesten Stand gebracht. Mehrere Nachdrucke waren erforderlich, auch aufgrund der Ereignisse von Tschernobyl.

Nach einem Zeitraum von über einem Jahrzehnt wurde im Forschungszen-

trum Karlsruhe entschieden, noch einmal eine neue Auflage der Karlsruher Nuklidkarte zu erstellen, die dem Wissenszuwachs der letzten Jahre Rechnung tragen sollte. Besonders Interesse



sant waren natürlich die Untersuchungen der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt, die zur Entdeckung von vier neuen schweren Elementen mit den Ordnungszahlen 108–111 führten. Die Namen der schweren Elemente 103–111 waren noch nicht offiziell, weil es zwischen den verschiedenen Forschungsgruppen Streitigkeiten über die Entdeckung und damit das Recht zur Namensgebung gab.

Die Bearbeitung erfolgte durch *Gerda Pfennig* und *Hanns Kiewe-Nebenius*, die diese Auflage dem 1988 verstorbenen Initiator der Karlsruher Nuklidkarte, *Walter Seelmann-Eggebert*, widmeten. Insgesamt ergaben sich durch die Bearbeitung Änderungen in etwa der Hälfte aller Nuklidfelder und eine Zunahme um über 480 Felder auf eine Gesamtzahl von ca. 2890 Nukliden von nunmehr 111 Elementen. Als neue Zerfallsart wurde die Cluster-Emission (z.B. C-14, O-20, Farbe: violett) aufgenommen. Ferner wurden die Neutronenwirkungsquerschnitte, die natürlichen Häufigkeiten der stabilen Isotope, die Atomgewichte sowie die Isobaren- ausbeuten für die thermische Spaltung von ^{235}U auf den neuesten Stand gebracht und die Tabellen im Erläuterungsheft aktualisiert.

Als im Jahr 1998 ein Nachdruck erforderlich war, wurden neben einigen wenigen Korrekturen am vorhandenen Datenbestand vor allem ein weiteres inzwischen gefundenes Element (112), ferner die nun offiziell vergebenen Namen der Elemente 104–106 sowie 33 geänderte oder neue Nuklide im Bereich der Transuranelemente 83–112 eingefügt. Für diesen Bereich stellte die GSI freundlicherweise ihren aktuellen Datensatz zur Verfügung. Darüber hinaus wurden für etwa 150 weitere Nuklide die seit 1995 publizierten Zerfallsda-

ten aufgenommen. Dabei handelt es sich zumeist um sehr kurzlebige, für aktuelle astrophysikalische Fragestellungen interessante Nuklide in den Randbereichen der Karte. Bei einem unveränderten Nachdruck der Nuklidkarte im Jahr 2001 wurden lediglich die Konstanten auf der Innenseite des Erläuterungsheftes auf den neusten Stand gebracht.

Obwohl sich die Karlsruher Nuklidkarte – insbesondere für didaktische Zwecke – nach wie vor großer Beliebtheit erfreut, ist zu erwarten, dass ihr Einsatz im Bereich der aktuellen Forschung aufgrund zunehmender Angebote im Bereich elektronischer Medien merklich zurückgehen wird. Diese zeichnen sich vor allem durch die Verwendung vollständiger, quantifizierter, aktualisierbarer und/oder evaluierter Zerfallsdatensätze sowie durch komfortable Handhabung und Recherchierbarkeit aus.

Mit dem Übergang des Instituts für Radiochemie, das seit 1958 die Karte erstellt hat, in das Institut für Instrumentelle Analytik verschwindet neben der entsprechenden Thematik auch das erforderliche Know how zur Weiterführung dieser Arbeiten, sodass – außer etwaiger unveränderter Nachdrucke – mit keiner weiteren Neuaufgabe der Karlsruher Nuklidkarte zu rechnen ist. Allerdings kann auch davon ausgegangen werden, dass der größte Teil der jetzt enthaltenen Daten, der auch sämtliche praktischen Anwendungen (Ausbildung, Strahlenschutz, Radionuklidtechnik etc.) abdeckt, vollständig etabliert ist, so dass für diese Bereiche kaum noch relevante Änderungen zu erwarten sind.

Gerda Pfennig
Hanns Kiewe-Nebenius