

Bücher und CDs

Quantenmechanik verstehen

Eine Einführung in den Welle-Teilchen-Dualismus für Lehrer und Studierende

Herbert Pietschmann

Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 2003, x + 139 S., 22 Abb., geb., ISBN 3-540-42977-8, EUR 20,50

Wenn schon Feynman anmerkte, dass "selbst die Experten [die Quantenmechanik] nicht so verstehen, wie sie gerne wollten, ... weil sich alle menschliche Erfahrung und Intuition auf große Objekte bezieht", so sollte man sich nach Pietschmann nicht entmutigen lassen. Teile der QM, vor allem der mathematische Formalismus, sind widerspruchsfrei und lassen sich "verstehen", doch wenn es um die Interpretation, um den Versuch der Veranschaulichung geht, finden wir Widersprüche zwischen unseren Vorerfahrungen und Intuitionen einerseits und dem Verhalten der Quantenobjekte andererseits. Wenn wir - nach Pietschmann - eingesehen haben, dass diese Widersprüche nicht eliminiert werden können, dann haben wir Quantenmechanik, ein Erbe des vorigen Jahrhunderts, in einem weiteren Sinn ebenfalls "verstanden".

Mit dem vorliegenden schmalen Buch mit gut lesbarem Satz wendet sich der Autor an gymnasiale Lehrkräfte und Studierende (die im Dickicht der Details in QM-Lehrbüchern den Wald nicht mehr sehen). Dabei scheut er auch einen gewissen mathematischen Aufwand nicht, ist doch Mathematik die Sprache, in der der widerspruchsfreie Teil der QM formuliert wird. Thema ist die nichtrelativistische QM, also etwa die Grundzüge der Atomphysik.

Pietschmann folgt ein wenig der historischen Entwicklung, was durch die Bedeutung der Planckschen Konstante auch nahe gelegt wird und er scheut sich keineswegs, ein Liebling der Schulbuchautoren, das Bohrsche Atommodell als das zu bezeichnen, was es ist: ein Hinweis auf die Quantisierung des Drehimpulses, jedoch nur von historischer Bedeutung, denn "es beschreibt in keiner Weise die tatsächliche Physik der Atome!" In einer Fußnote setzt er hinzu: "Meines Erachtens muss dies im Schulunterricht sehr deutlich dargestellt werden! Wenn Atomphysik über das Bohrsche Modell hinaus nicht gelehrt werden kann, dann ist es wohl besser, auch dieses wegzulassen!" Ähnlich fordert Pietschmann, die Grundzüge der chemischen Bindung am einfachsten Molekül einzuführen, dem H₂-Molekül: Das Pauliprinzip - eine keiner klassischen Denkweise entsprechende Einschränkung der Wellenfunktion - führt dazu, dass sich ein Paar von Elektronen mit antiparallelen Spins trotz ihrer wechselseitigen elektrischen Abstoßung bevorzugt zwischen den beiden positiven Kernen aufhält und dadurch die Stabilität des Moleküls bedingt.

Bewusst beschränkt sich Pietschmann auf die nichtrelativistische Quantenphysik und stellt sie in sehr nüchterner, keineswegs dem heutigen Trend nach Effekt folgender Weise dar. So sind auch dem EPR-"Paradox" lediglich 4 Seiten gewidmet. Auch der im Untertitel vorkommende Welle-Teilchen-Dualismus kommt im Text nur kurz und unter Anführungszeichen

vor als die Notwendigkeit, kontinuierliche und diskrete Aspekte der Quantenphysik unter einen Hut zu bringen.

Wenn auch nicht immer mathematisch einfach - einige Kapitel dürfen vom Leser ausgelassen werden - so ist das Büchlein für die Zielgruppe sehr zu empfehlen. Zu wünschen wäre, dass ein ähnlich knappes Bändchen zu den Grundzügen der relativistischen Quantenphysik und eventuell der Quantenfelder folgen möge.

Helmut Kühnelt

Physikdidaktik in der Praxis

Ernst Kircher, Werner B. Schneider (Hrsg.)

Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 2002, x + 376 S., brosch., ISBN 3-540-41937-3, EUR 39,90

Das vorliegende Buch ergänzt "Physikdidaktik - eine Einführung" von Kircher, Girwidz und Häußler. So vielfältig die Aufgaben der Lehrkräfte im Unterricht, so vielfältig ist auch das Spektrum der Themen. So handeln Kapitel 1 (R. Duit) von Alltagsvorstellungen und ihrer Berücksichtigung im Unterricht (zu einer Einführung in dieses Thema s. a. die Artikel von Duit in PLUS LUCIS) und Kapitel 2 (R. Wodzinski) von Mädchen im Physikunterricht. Wodzinski stellt zunächst die in Untersuchungen immer wieder gefundenen Hauptursachen für das geringere Interesse der Mädchen verglichen zu den Burschen vor, geringere physikalisch-technische Vorerfahrungen, wenig bestätigende Haltung von Lehrkräften und Burschen gegenüber den Leistungen der Mädchen, geringeres Selbstvertrauen, sowie Unterrichtsformen und Inhalte mit Bevorzugung der Interessen der Burschen. Sie stellt dann an 2 Interventionsstudien dar, dass Änderungen im Unterrichtsstil und Betonung der Orientierungsfunktion des naturwissenschaftlichen Unterrichts (Klärung des Verhältnisses Mensch und Umwelt) gegenüber der Qualifizierungsfunktion (Beherrschung fachlicher Inhalte und Methoden für enge Zwecke) zu einem erhöhten Interesse der Mädchen beitragen können.

Kapitel 3 enthält Beiträge verschiedener Autoren zu Quantenphysik in der Schule, Teilchenphysik, Kosmologie, Chaos und neue Halbleitermaterialien. Danach wird es wieder unterrichtspraktisch: Projektunterricht und Lernzirkel (Stationenbetrieb mit offenem Lernen) wird an mehreren Beispielen aus der Praxis vorgestellt und die Vor- und Nachteile diskutiert. Der Einsatz von Medien - neuen wie alten - rundet diesen Bereich mit zahlreichen praxistauglichen Ideen ab. Darunter besonders zu nennen: Gespielte Physik - spielerische Physik von Peter Labudde, der auf das große Potenzial des Entdeckens in spielähnlichen Situationen hinweist, aber auch betont, dass aus Freihandexperimenten und Schwimmbadbesuchen die Einsicht in die Notwendigkeit von Laborexperimenten gewonnen werden sollte.

Das Schlusskapitel handelt von Planung und Analyse von Unterricht. Dieser Abschnitt ist für Junglehrer wie auch für Studierende geplant. Es werden verschiedene Planungsmodelle vorgestellt, wobei offenen Lernformen ebenfalls Rechnung

getragen wird. Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben ist ein Thema, dessen Aktualität sich in TIMSS und PISA gezeigt hat. Aufgaben für drei verschiedene Phasen des Unterrichts sind zu unterscheiden: für die Erarbeitungsphase, die Übungsphase und schließlich für die Leistungsmessung - und nur in letzterer sind Fehler wirklich "Fehler". Kurze Abschnitte zur Unterrichtsbeobachtung und von Videoanalyse als Mittel der Unterrichtsforschung einerseits und der kritischen Reflexion über eigenen Unterricht runden das Buch ab.

Das Buch ist eine gelungene Mischung aus pädagogisch-fachdidaktischen Beiträgen und physikalisch-fachdidaktischen Beiträgen. Diese Unterscheidung mag zunächst paradox klingen. Die Physikkapitel stellen moderne Themen dar, die in der Ausbildung eher zu kurz kommen. Die pädagogischen Teile betreffen wünschenswerte Ausbildungsteile, die bei der in der Ausbildung von Physiklehrkräften immer noch zu beobachtenden Untergewichtigkeit der Fachdidaktik für den Erfolg im Lehrberuf mindestens ebenso wichtig sind.

Helmut Kühnelt

Das Rätsel der Schneeflocke. Die Mathematik der Natur

Ian Stewart

Spektrum Akademischer Verlag GesmbH, 2002, 224 S., ISBN 3-8274-1299-4

Zu Beginn meiner Rezension muß ich gestehen, daß ich kaum jemals ein naturwissenschaftliches Buch gelesen habe, bei dessen Lektüre ich mich abwechselnd so sehr unterfordert und dann gleich darauf wieder überfordert habe. Mit vielem von dem, was Ian Stewart ausführt, rennt er bei jedem, der schon gute Bücher über Chaostheorie, Fraktale Strukturen und Selbstorganisation der Materie gelesen hat, offene Türen ein. Und dennoch - und dennoch lohnt es sich, die Lektüre nicht abzubrechen. Denn Ian Stewart jagt mit einer Hartnäckigkeit, die ihresgleichen sucht, der Beantwortung der Frage nach, die sich Johannes Kepler vor 400 Jahren stellte: nämlich der nach der wahren Ursache für die Sechszähligkeit aller Schneeflocken. Und seine Jagd geht dabei, das sei verraten, streckenweise auch durch höchste theoretische Höhen und dort ist bekanntlich die Luft zum Atmen ziemlich dünn. (Ian Stewart ist übrigens Ordinarius für Mathematik in Coventry und betreut schon seit langem die Kolumne "Mathematische Unterhaltungen" in Spektrum der Wissenschaft und als solcher manchem von Ihnen indirekt vertraut.)

Das erste Kapitel "Prinzipien und Muster" endet mit einer Reflexion von Ian Stewart über die Frage, was überhaupt ein Muster sei. Wann glaubt unser Geist in der Natur ein Muster zu erkennen? Eine Frage, die viel weniger trivial ist, als manche glauben. Das zweite Kapitel "Die mathematische Welt" handelt von Symmetrien in allen nur erdenklichen Formen und in beliebig vielen Dimensionen. Und hier war es vor allem, wo ich mich überfordert fühlte - vor allem in meinem räumlichen Anschauungsvermögen. Ian Stewart sind offenbar von seiner Lehr- und Forschungstätigkeit her auch schwierigste Überlegungen zu räumlichen Symmetrieproblemen und ihre mathematische Behandlung geläufig. Ich mußte hier öfter passen und hätte mir dann ganze Abschnitte des Buches als Video mit geschickten Computer-Animationen gewünscht. Aber wie ge-

sagt es lohnt sich durchzuhalten. So erfahren Sie z. B.: was der Broccoli mit dem Goldenen Winkel von $137,5^\circ$ zu tun hat, warum der Tiger Streifen und der Gepard Flecken hat, woher das logarithmisch-spiralige Wachstum des Nautilus-Gehäuses kommt und was es mit dem zeitsymmetrischen Bewegungsablauf des Paßganges eines Pferdes auf sich hat. Ian Stewart als "letzter Pythagoräer" (ein Titel, den Arthur Köstler einst Johannes Kepler verlieh) ist sozusagen überzeugt, daß man Gott mit mathematischen Modellbildungen auf die Finger schauen könnte bei der Formung seiner Schöpfung. Er weiß sich bei seinem mathematischen Nachvollzug der Schöpfung in bester Gesellschaft, wenn er sich etwa auf den großen theoretischen Physiker Paul Dirac beruft, der 1939 schlicht und einfach konstatierte: "Gott ist Mathematiker". Es ist nicht zu viel gesagt, wenn man unterstellt, daß ein Einstein, ein Heisenberg, ein Schrödinger viel darum gegeben hätten, Ian Stewart bei seinen Ausführungen folgen zu dürfen, da sie noch keine Ahnung davon haben konnten, zu welchen Höhen der Einsicht uns die Theorie komplexer Systeme und die Chaosforschung führen würden. Keine Rede heute mehr vom faustischen Resignieren: "Und sehe ein, daß wir nichts wissen können. Das will mir schier das Herz verbrennen." Im Gegenteil: Es ist erstaunlich, was wir schon alles wissen dürfen! Ian Stewart ist ein begnadeter, unwahrscheinlich belesener "Generalist", für den es Fachgrenzen einfach nicht zu geben scheint, und der mit einer Beharrlichkeit sondergleichen ständig unterwegs ist auf der Suche nach Schlüsseln zu dem unglaublichen und verwirrenden Formenreichtum der Natur. Er ist auf der ständigen Suche nach solchen "Schlüsselerlebnissen", findet sie auch, und es gelingt ihm auch, den Lesern zu solchen zu verhelfen. Ein solches Schlüsselerlebnis ist für ihn zu Recht jenes der Symmetriebrechung. "Haben Sie sich schon einmal gefragt: Warum spritzt das Wasser, in das ein Tropfen fällt, nicht einfach kreisförmig, sondern kronenförmig hoch?" Seine Antwort: Weil der Kreiszustand instabil ist und die Rotationsymmetrie bricht". Wohin aber verschwindet der Rest der Symmetrie? Er wird nach Ian Stewart sozusagen mathematisch entsorgt und wird gleichmäßig über eine Vielzahl verschiedener Lösungen des Gleichungssystems verteilt (S. 152 ff). Oder seine Ausführungen zum II. Hauptsatz auf S. 167ff und die "klumpige" Struktur des Universums. Er nennt das Universum beziehungsreich "ein ordentliches Durcheinander" und fragt sich, ob das Universum eine durchgängig fraktale Struktur habe, d. h. ob es in allen Größenordnungen "klumpig" sei, und bejaht diese Frage auf Grund jüngster kosmologischer Untersuchungen. Nicht zu folgen vermag ich ihm bezüglich seines Schlußstatements zum zweiten Hauptsatz: "Das Weltall als Ganzes liegt außerhalb seiner Zuständigkeit." (!?) Man könnte meinen, daß die Idee des Fraktalen eine fixe Idee von Ian Stewart sei. Er läßt uns aber auch daran teilhaben, daß sie eine ungemein fruchtbare Idee ist. Und wie meinte Goethe einmal sehr treffend: "Was fruchtbar ist, allein ist wahr." Oder man denke an den Grundsatz des Paracelsus: "Wie im Großen - so im Kleinen". Ist da nicht schon das fraktale Prinzip - wenn auch sehr nebulos - vorausgeahnt? Nichts wäre treffender, als Ian Stewarts Ausführungen als "Naturphilosophie" zu bezeichnen. Und sind wir damit nicht wieder beim Ausgang unserer Wissenschaft, den "Principia mathematica philosophiae naturalis" seines Landsmannes Isaac Newton? Ian Stewarts (und auch mein) Credo ist: "Wer die Schneeflocke verstehen will, muß das ganze Universum verstehen."

Manfred Wasmayr

EMF – Elektromagnetische Felder und Wellen . . . Elektrosmog?

Multimediales Bildungsmaterial, TU Graz

Die CD bietet einen umfangreichen Einblick in die Welt der EMF sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer, alltagsbezogener Sicht. Besonderer Wert wird auf die Möglichkeit zur Interaktion und zu selbstständigen Übungen gelegt. In allen Bereichen sind ein Professor, zwei Studierende und ein Kater die zentralen Comic-Figuren, die durch gezielten themenspezifischen Einsatz das subjektive Erleben in der virtuellen Welt fördern. Die beiden Comic-Studenten Ellie und Ronic begleiten den User durch virtuelle Räume, führen und helfen mittels Spielgeschichten und konkreten Anleitungen durch die CD. Der Kater Max, ein Assistent des Professors, geleitet den User durch die verschiedenen Ebenen und steht ihm mit Ratsschlägen und Tipps zur Seite.

Inhalt

Die Lernumgebung ist in die virtuelle EMF-Welt und den virtuellen Campus unterteilt.

Die EMF-Welt gliedert sich in die EMF-Stadt und das EMF-Land. In beiden Räumen bringen die zwei Comic-Studenten anhand von schrittweise durchgeführten elektromagnetischen Untersuchungen an Einrichtungen der Energieversorgung und an elektrischen Geräten die Welt der elektromagnetischen Felder näher, wobei die Arbeitsweisen denen der beruflichen Praxis entsprechen. Erklärungen, Animationen und virtuelle Räume helfen beim Verständnis.

Als zweiter Bereich dient der virtuelle Campus mit Vorlesungen, e-books, einem Labor, dem Simulationsprogramm Simulix, dem Quiz sowie einem Lexikon und einem Spiel in der Campus-Diskotheek als eine spannende Art der multimedialen interaktiven Wissensvermittlung. Hier können sich die User selbst mit den Themen rund um die EMF-Welt auseinandersetzen. Anhand von realgetreuen Übungen und Simulationsprogrammen können die nötigen Arbeitstechniken gelernt werden, um selbstständig eigene Experimente und Messungen

Ich bin Max - der Assistent von Professor Benjamin Wellfield. Ellie und Ronic studieren bei ihm die elektromagnetischen Felder und Wellen. Mit Messgeräten ausgestattet erforschen sie die uns im Alltag umgebenden elektromagnetischen Felder.

Natürlich muss man sich, um das alles zu verstehen, auch mit den theoretischen Grundlagen befassen. Also ich würde zuerst einmal die ersten Vorlesungen besuchen, ins Labor gehen und im EMF-Land im Haus vorbeischauen und dann einmal ein paar Quiz-Fragen versuchen.

Vorweg möchte ich darauf hinweisen, dass Multimedia-Inhalte zwar anschaulich sind, jedoch die Inhalte selbst nicht vereinfachen können. Wir dürfen also nicht erwarten, durch Multimedia die Zeit für das Verstehen von Begriffen und Zusammenhängen erheblich reduziert wird.

EMF-Inhalt

- Virtuelle EMF- Welt mit vielen Quellen elektromagnetischer Felder im Alltag
- Bibliothek
- Virtuelles Labor: Messung elektrischer und magnetischer Felder
- Audimax - Vorlesung über Physik, Biologie, Grenzwerte etc.
- Simulix: Berechnung elektromagnetischer Felder nach der Methode der Finiten Elemente
- Quiz und Spiel mit Highscores

durchzuführen. Im Audimax finden Vorlesungen zu Teilbereichen aus der Physik und Biologie statt, die das nötige Grundwissen vermitteln und das Verständnis vertiefen, wobei auf das individuelle Lerntempo Rücksicht genommen werden kann. Die Bibliothek bietet parallel zu den Inhalten aus den Vorlesungen eine Möglichkeit in Büchern Einführungen oder Vertiefungen zu den Themenbereichen nachzuschlagen. Der Simulationsraum SIMULIX stellt ein mächtiges Tool dar, dessen Berechnungsprogramme von Fachleuten in der Praxis verwendet werden, und ist anfangs nicht ohne Probleme zu bedienen. Hier können u. a. elektromagnetische Felder um Leiter samt Abdeckung und Störelemente als Grafiken und in Filmen sichtbar gemacht werden. Das Labor ermöglicht Messmethoden und Arbeitsweisen aus der elektrotechnischen Praxis unter schrittweiser Anleitung selbstständig durchzuführen, wie beispielsweise die Handhabung eines Oszilloskops zu erlernen.

Weitere Zusatzfunktionen, wie Lexikon, Spiele oder knifflige Quiz, wo man durch das erworbene Wissen Punkte für die High-Scores sammeln kann, bieten Abwechslung und wiederholen und vertiefen das Erlernte.

So können in spielerisch, unterhaltsamer Weise die elektromagnetischen Felder in ihrer physikalischen Komplexität, die Frage nach biologischen, gesundheitlichen Auswirkungen und die entsprechende Grenzwertdiskussion erfasst werden. Vom Radiowecker und Mikrowellenherd bis zur Hochspannungsfreileitung und Basisstation werden in anschaulichen Grafiken die Verteilungen der elektrischen Feldstärke, der magnetische Flussdichte und der Leistungsflussdichte elektromagnetischer Wellen dargestellt.

Einsatz im Unterricht

Die Lernumgebung der EMF CD stellt ein hilfreiches multimediales Lernprogramm dar, welches im Unterricht ab Ende der 10. Schulstufe vielfältig eingesetzt werden kann.

Bei eigenverantwortlichen Lernformen erscheint es zielführend, wenn vom/von der KlassenlehrerIn Lernpfade zur CD erstellt werden, die das Vorwissen, den gewünschten Vertiefungsgrad und die individuelle Schwerpunktsetzung je nach Klasse und Schüler berücksichtigen. Auch können Teilbereiche der CD im Klassenunterricht herausgegriffen und vom Lehrer oder von einzelnen Schülern vorgezeigt und anschließend im Plenum diskutiert werden. Die CD eignet sich weiters für Projektunterricht, wobei beispielsweise Teilbereiche der CD von verschiedenen Schülergruppen bearbeitet und präsentiert werden können. Der Projektunterricht auch fächerübergreifend geführt werden kann. Ebenso kann die CD zum Selbststudium oder zur Vertiefung einzelner Unterrichtssequenzen eingesetzt werden, als Vorbereitung für SchülerInnen für ein Referat zum Thema Elektrosmog, oder zur Vorbereitung für den/die LehrerIn dienen. Die CD kann von den SchülerInnen auch dazu verwendet werden, das Gelernte zu wiederholen, bzw. eignet sie sich auch als Lernhilfe. In jedem Fall sollte die CD in der Bibliothek jeder Schule zu finden sein.

Die CD ist im Buchhandel und unter www.dbv.at erhältlich. Solange der Vorrat reicht ist sie für Schulen gratis.

Website: <http://www.emf.tugraz.at/>

Andrea Mayer

Das verschwundene Genie

Rätselfragen zu Persönlichkeiten aus
Naturwissenschaft und Technik

Thomas Bürke und Andreas Loos

dtv, 190 S., ISBN 3-423-33072-4, EUR 10.-

Haben Sie schon jemals den Namen Ettore Majorana gehört? Wenn nicht, dann wird es Zeit, dass Sie sich das Buch "Das verschwundene Genie" von Thomas Bürke und Andreas Loos besorgen. Denn der Fall des Ettore Majorana, immerhin Musterschüler Enrico Fermis und Freund des jungen Werner Heisenberg, hat dem ganzen Band den Titel gegeben. Ein höchst mysteriöser, ein reißerischer Fall - sehr geeignet als Einstieg und Aufhänger, wie Verlag und Autoren wohl zu Recht befunden haben.

Oder wussten Sie, über welches der ganz großen Physik-Genies der Physik-Nobelpreisträger des Jahres 1939, Emilio Segre, urteilte: "Seine Beweggründe und sein Vorgehen erscheinen mir unverständlich. Noch heute ist Galilei lesbar, er aber nicht." Es ist niemand Geringerer als Johannes Kepler, dessen doch oft erstaunlich mystische Argumentationsweise sehr wohl einen Leser des XX./XXI. Jhdts. vergrämen kann.

Oder wussten Sie, welcher ganz Große unseres Faches, der trotz seiner Quecksilbervergiftung ein hohes Alter erreichte, in seinem umfangreichen Lebenswerk ohne eine einzige physikalische Formel ausgekommen ist? Es war Michael Faraday.

So ließe sich die Liste von Überraschungen durch die 44 Biographien, die hier quizartig vor uns ausgebreitet werden, weiter verfolgen. Laut Klappentext des Verlages geht es darin um "Hochbegabte, die sich aus den ärmsten Verhältnissen bis in den Olymp der Unsterblichen hocharbeiteten, wunderliche Käuze mit kuriosen Lebensgewohnheiten, politisch Verfolgte und politisch Vernagelte, allesamt physikalische Genies."

Insgesamt beweisen sie, dass physikalische Genies in der Regel nicht die Langeweiler waren, für die viele unserer Schüler sie leider halten (wenn es auch durchaus solche gegeben hat wie etwa Max Planck, dessen preußisches Pflichterfüllungs-Ideal vor allem in der Zeit der Hitler-Diktatur auch engste Freunde vor den Kopf stieß). Ich kann jedenfalls aus meiner langjährigen Unterrichtserfahrung heraus nur bestätigen, dass das Einbringen überraschender, manchmal auch schrulliger biographischer Details zur Würzung meines Physik-Unterrichtes beigetragen hat. Ich wollte die Schüler fühlen lassen, aus welchem Fleisch und Blut jene Geistesheroen waren, mit deren Entdeckungen sie nun im Physik-Unterricht gequält wurden. Wer Material dafür sucht, ist mit dem Buch von Thomas Bürke und Adolf Loos gut bedient.

Manfred Wasmayr

Erneuerbare Energien

Hans Brandstetter, Hans Heiderer

Physik-compact Sonderthemen. öbv&hpt, Wien 2003, 80 S., Schulbuch-Nr. 105320, EUR 18,30.

Sonne, Wind, Biomasse sollen - so die Erwartung der Autoren - in 20 Jahren die fossilen Energien weitgehend ersetzen. Dies sind die Themen des im Rahmen der Sonderhefte von Physik Compact erschienenen Büchleins: Erneuerbare Energieträger, thermische Sonnenkollektoren, solarthermische Kraftwerke, Photovoltaik, Windenergie, Wellenkraftwerke, Biomasse, Stirlingmotoren, Wasserstofftechnologie.

Das Buch beginnt mit Überlegungen zur Intensität der Sonnenstrahlung, zum Verhältnis von direkter Sonnenenergie im Vergleich von fossilen Brennstoffen. Dies ist das Kapitel der extrem großen, bzw. kleinen Zahlen. Vergleicht man nämlich die in 2 Mrd. Jahren entstandenen fossilen Energieträger zur gesamten in dieser Zeit eingestrahnten Sonnenenergie, so erkennt man, dass diese verschwindend klein sind. Daraus definieren sich die Autoren einen fossilen Umwandlungswirkungsgrad von rund 10^{-11} , womit evident sein sollte, dass die direkte Nutzung der derzeit eingestrahnten Sonnenenergie effizient möglich sein muss.

Breiteren Raum nehmen die Solarkollektoren ein. Die Strahlungslehre wird rekapituliert und die wichtigsten Kollektorsysteme werden besprochen. Die Problematik der Langzeitspeicherung der Energie wird allerdings etwas leicht genommen. (Das Beispiel des Silicagel-Speichers ist keineswegs überzeugend. Eine viermal höhere Energiedichte als bei einem Warmwasserspeicher scheint den erhöhten apparativen und energetischen Aufwand nicht unbedingt zu lohnen.)

Das Herz der Autoren gehört der Photovoltaik. In ausreichendem Detail wird die Physik dazu beschrieben und vor allem dann die Geschichte der Anlage am BG Laaerbergstraße in Wien. Ausgespart bleibt allerdings der finanzielle Aspekt und eine Bilanz der nun mehrere Jahre in Betrieb stehenden Anlage.

Bei den Windkraftanlagen ist einiges zur Strömungslehre zu lernen sowie über die Prinzipien der Generatoren. Es ergibt sich ein plastisches Bild der Komplexität eines Windkraftwerks. Allerdings vermisst der Rezensent auch hier eine Bilanz der nun schon einige Zeit in Betrieb befindlichen Anlagen.

Das Kapitel Biomasse ist dann wieder leichter Lesestoff. Beim Stirlingmotor sind wir dann wieder tief in der Wärmelehre (die ja im Unterricht etwas kurz kommt), während der Exkurs zu Wasserstofftechnologie uns in die Chemie führt.

Einerseits liefert das Buch einen gedrängten Überblick über erneuerbare Energien (unter Aussparung der Wasserkraft), andererseits wären sowohl wirtschaftliche Aspekte als auch aktualisierte Daten wünschenswert. Bei einer eventuellen Neuauflage sollten nicht nur die Bildqualität sondern auch die Abbildungsbeschriftungen überarbeitet werden. Leider fehlen Hinweise, wo man sich weiter informieren kann - anscheinend wird der Umgang mit dem Internet vorausgesetzt.

Helmut Kühnelt