

Bestimmen lernen mit digitaler Hilfe

Neue Chancen für Bestimmungsübungen

Stefan Hölzenbein

hoelzenbein@uni-muenster.de

Institut für Didaktik der Biologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster,
Fliegenerstr. 21, 48149 Münster

Kurzfassung

Am Beispiel der digitalen Lernumgebung „Bestimmen lernen online – Botanik“ wird das didaktische Potenzial Neuer Medien zur Unterstützung von Bestimmungsübungen untersucht. Die Lernumgebung wird derzeit in Kooperation mit den Universitäten Bochum, Jena, Kiel und Regensburg im Rahmen eines BMBF-Projekts entwickelt. Als übergeordnetes Ziel soll erreicht werden, dass Studierende mit Hilfe der Lernumgebung praxisnah und gleichzeitig weitgehend eigenständig lernen und üben können. Wesentliche Ansatzpunkte der Entwicklung liegen in der Gestaltung des Bestimmungsschlüssels, der Hilfestellung bei der Entscheidungsfindung, der Ergebniskontrolle und der Unterstützung der Fehleranalyse.

1 Einleitung

Gute Artenkenntnis zu erlangen ist ein schwieriger Prozess. Das hat vor allem drei Gründe: Zum ersten die Vielzahl der Arten: Gegenwärtig sind weltweit ca. 1,4 Millionen Arten bekannt. Jährlich werden 7000-10000 neue Arten entdeckt (AUDESIRK & AUDESIRK, 1996, 393). Zum zweiten die Fülle morphologischer Merkmale, die eine Art charakterisieren: Da nahe verwandte Arten morphologisch oft kaum noch Unterschiede aufweisen, muss man aus einem großen Fundus schöpfen können, um noch trennende Merkmale zu finden. Ist dabei die Auswahl gering, müssen auch Merkmale herangezogen werden, die nicht leicht am Objekt zu erkennen sind. Zum dritten variiert die Trennschärfe einiger Merkmale bis hin zu Überlappungsbereichen. Ursache dafür kann die Variabilität innerhalb von Individuen, Populationen oder Arten sein.

Seit mehr als 100 Jahren wird Artenkenntnis auf zwei Wegen vermittelt. Entweder werden Arten (am Standort) gezeigt und beschrieben, wie historisch zunächst ausschließlich und heute vornehmlich im Rahmen von Exkursionen praktiziert. Oder die Arten werden systematisch mit Hilfe eines Bestimmungsschlüssels (für die Botanik z. B. GARCKE, 1849; SCHMEIL & FITSCHEN, 1903; SENGHAS & SEYBOLD, 2000; JÄGER & WERNER, 2001) bestimmt. Beide Wege erfordern eine intensive persönliche Betreuung, da die genannten Probleme kompensiert und auch bei Verwendung eines Bestimmungsschlüssel die Ergebnisse beurteilt und eventuelle Fehler identifiziert und diskutiert werden müssen.

Seit einigen Jahren werden Softwareprodukte zum Bestimmen von Pflanzen und Tieren angeboten (z. B. GÖTZ, 2001; SEYBOLD, 2001), die aber m. E. das didaktische Potenzial digitaler Medien zur Unterstützung von Lernprozessen nicht annähernd nutzen. In diesem Beitrag sollen deshalb konkrete Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie mit digitaler Hilfe das Bestimmen weitgehend eigenständig erlernt werden kann und Bestimmungsübungen effektiver und effizienter werden.

2 Probleme und Lösungsansätze

Da ein Hilfsmittel für die Lehr- und Lernpraxis sinnvoll nur aus der Praxis selbst heraus entwickelt werden kann, sollen im Folgenden exemplarisch Probleme beim Lernen des Bestimmens von Pflanzen identifiziert und Lösungsansätze der Lernumgebung „Bestimmen lernen online – Botanik“ unmittelbar gegenüber gestellt werden.

2.1 Die Grundlage der Entscheidung

Grundprinzip eines Bestimmungsschlüssels ist es, Merkmale in ihren alternativen Ausprägungen gegenüberzustellen, wobei der Anwender durch Entscheidung für eine Alternative zur nächsten Entscheidungsstelle oder einem Bestimmungsziel gelangt. So einfach dieser Ansatz ist, so schwierig ist es oft, eine klare Entscheidung zu treffen. Ursachen dafür liegen u. a. in der Darstellung der Entscheidungsstellen.

Da Bestimmungsbücher für den Einsatz im Gelände gemacht werden, müssen sie sparsam mit Platz umgehen, um nicht zu sperrig zu werden. Dazu dienen zahlreiche Abkürzungen und Sonderzeichen (Abb. 1), die den Text für Ungeübte geradezu kryptisch erscheinen lassen. Da sich das Platzproblem bei einem digitalen Medium in dieser Form nicht stellt, können Abkürzungen und

28 St. glatt, stumpf 3kantg, B. 1–2(3) mm brt, ± borstl. gefaltet, Fr. 3–5 mm lg, Hochb. lger als Blü.std, 20–30 cm, 2, 6–7	C. trinervis 406
28* St. ob. rauh, scharf 3kantg, B. 3–9 mm brt, trocken nach oben einrollt, Fr. 2–3 mm lg, Hochb. kaum lger als Blü.std, Staubb.ähre 1–2 5–25(70) cm, 2, 4–6	C. fusca 401

Abb. 1: Entscheidungsstelle aus dem „Oberdorfer“ (OBERDORFER, 2001, 178).

Sonderzeichen bis auf allgemein bekannte Standards vermieden werden. Dies ist eine der wenigen Möglichkeiten, die auch von der „Schmeil-Fitschen-CD“ genutzt wird.

Die Textverständlichkeit wird weiter erschwert durch sprachliche Unschärfen, die durch überflüssige oder uneinheitliche Verwendung von Quantoren (z. B. „fast alle“, „oft“, „meist“), die Variation von Begriffen zur Vermeidung von Wiederholungen (z. B. „Knoten“, „Nodien“) und deren abweichenden Gebrauch durch verschiedene Autoren, entstehen. So wird im Einleitungsteil des „Schmeil-Fitschens“ (SENGHAS & SEYBOLD, 2000, 15) die Lupine als Beispiel für ein schildförmig gefiedertes Blatt vorgestellt, während im gesamten Lupinenschlüssel (S. 264) stattdessen von gefingerten Blättern die Rede ist.

Vermeiden lassen sich diese Unschärfen durch einfachen, klaren und einheitlichen Sprachgebrauch. Dass dies in den gängigen Floren vielfach nicht gelingt, zeigt, wie schwierig ein solcher Vorsatz bei umfangreichen Werken mit mehreren Autoren umzusetzen ist. Mit einem entsprechenden Datenbankkonzept und maßgeschneiderten Eingabewerkzeugen für Autoren lässt sich das Ziel jedoch wirkungsvoll unterstützen.

Für „Bestimmen lernen online“ erstellen die Autoren Bestimmungsschlüssel nach dem Baukastenprinzip (Abb. 2). Der Merkmalsbaum (1) stellt den von allen Autoren gemeinsam vereinbarten Fundus an Merkmalen und Ausprägungen dar. Um ein Merkmal mit seinen alternativen Ausprägungen an einer Entscheidungsstelle (2) einzusetzen, wählt der Autor die Ausprägungen aus dem Merkmalsbaum aus und ordnet sie der Alternative „A“ oder „B“ zu. Merkmale und Ausprägungen können im Merkmalsbaum neu angelegt, geändert oder gelöscht werden. Änderungen wirken sich unmittelbar an allen Entscheidungsstellen aus. Um ungewollte Effekte zu vermeiden, können die von einer Veränderung betroffenen Entscheidungsstellen vorher gezielt eingesehen werden. Auf diese Weise konnte bisher die Anzahl der Formulierungen auf etwa 50 % reduziert werden. Außerdem ist jederzeit eine einfache Korrektur bzw. Anpassung des Systems möglich.

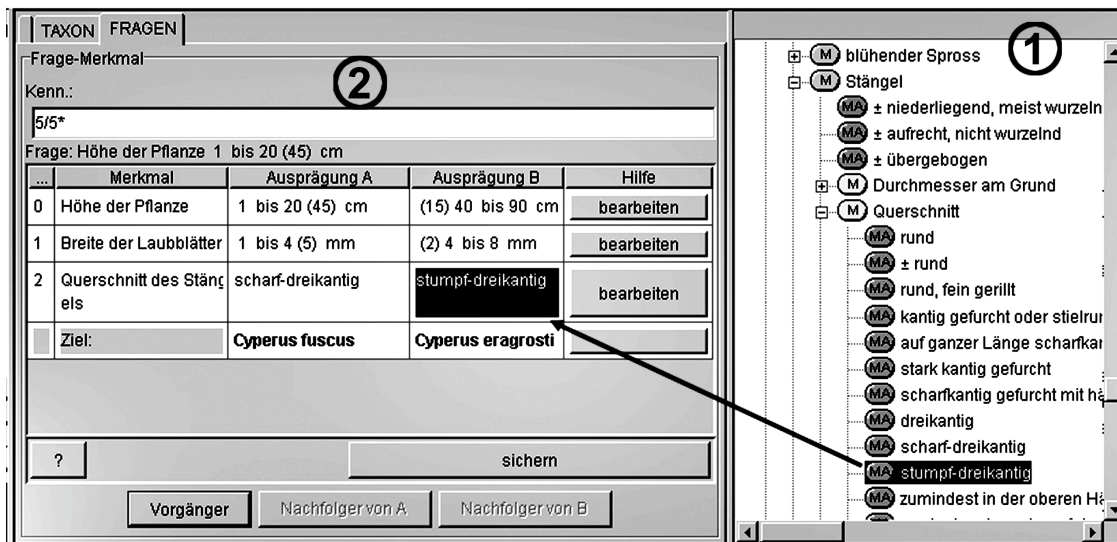


Abb. 2: Ausschnitt aus dem Autorenwerkzeug zum Erstellen von Bestimmungsschlüsseln.

Die Darstellung der Entscheidungsstellen als Fließtext (Abb. 1) unterstützt zwar das kompakte Format der Floren, birgt aber weitere Quellen für Verständnisschwierigkeiten. So lassen sich die jeweiligen Ausprägungspaare eines Merkmals nicht immer eindeutig zuordnen. Dies gilt besonders dann, wenn eine Alternative durch Merkmale und/oder Ausprägungen charakterisiert wird, zu denen es keine Gegenstücke bei der anderen Alternative gibt. Das wird erst deutlich, wenn man die Fließtexte in eine übersichtliche Tabellenstruktur überführt (Tab. 1). Z. B. ist „B. ± borstl. gefaltet“ bzw. „trocken nach oben einrollend“ keineswegs ein Gegensatzpaar, was ohne gewisse Kenntnisse gar nicht zu erkennen ist. Da Beschreibungen, die nur für eine der Alternativen gelten, keinen Beitrag zur Trennung von der anderen leisten, stiften sie an dieser Stelle

Tab. 1: Darstellung der Entscheidungsstelle aus Abb. 1 in Tabellenform.

	28	28*
Stängel	glatt, stumpf dreikantig	oben rau, scharf dreikantig
Laubblätter	1-2(3) mm breit ± borstlich gefaltet -	3-9 mm breit - trocken nach oben einrollend
Fruchtschlauch	3-5 mm lang	2-3 mm lang
Hochblätter	länger als der Blütenstand	kaum länger als der Blütenstand
Staubblätter	-	1-2
Pflanze	20-30 cm hoch ausdauernd	5-25(70) cm hoch ausdauernd
Zeit des Fruchtens	Juni-Juli	April-Juni
	<i>Carex trinervis</i>	<i>Carex fusca</i>

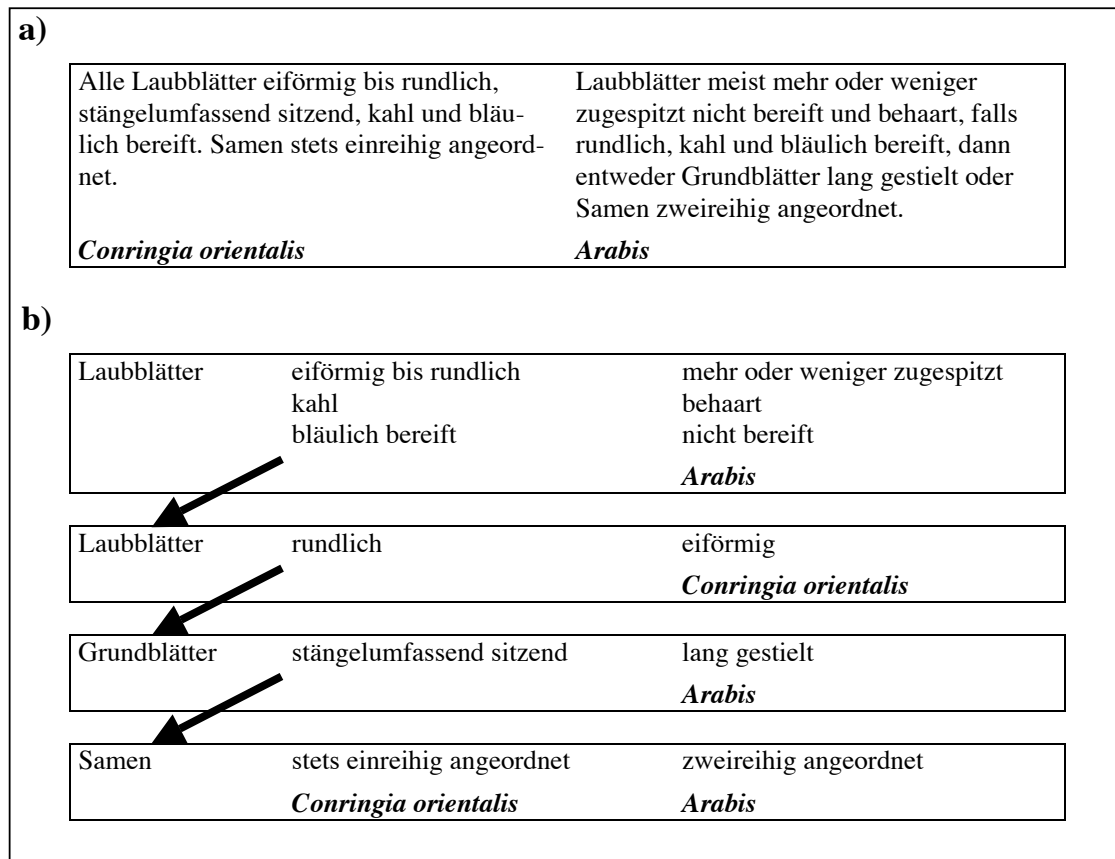


Abb. 3: Durch logische Verknüpfungen komplex verschachtelte Entscheidungsstelle a) und ihre Auflösung in vier einfach verständliche Teilschritte b).

Verwirrung und sollten deshalb nur zur weiteren Beschreibung eines Bestimmungsziels genutzt werden und dort entsprechend erkennbar sein.

Die tabellarische Struktur erleichtert auch eine klare Gewichtung mehrerer Merkmale hinsichtlich ihrer Bestimmungsrelevanz durch ihre Reihenfolge.

Unter dem Diktat der Verdichtung entstehen auch Entscheidungsstellen, die mit Hilfe logischer Verknüpfungen komplex aufgebaut und entsprechend schwer zu entschlüsseln sind (Abb. 3a). Die Auflösung der Komplexität in einfache Teilschritte ist bei der verfügbaren Tiefe eines digitalen Schlüssels kein Problem. Sie führt zu leicht verständlichen Entscheidungsalternativen, zeigt aber auch, auf welcher dünner Grundlage Entscheidungen unter bestimmten Bedingungen getroffen werden.

2.2 Die Hilfe bei der Entscheidung

Selbst wenn alle oben gegebenen Hinweise in einem Bestimmungsschlüssel beherzigt werden, wird es den Lernenden immer noch schwer fallen, sich für eine der Alternativen zu entscheiden. Die Praxis lehrt, dass das Grundwissen

dafür oft nicht ausreicht, obwohl die begleitende Vorlesung besucht, der einführende Vortrag gehört oder der Einführungsteil der Flora gelesen wurde. Dann ist es wieder an der Zeit, nach einem Betreuer zu rufen.

Die Fülle der Merkmale ist nur eine Ursache für diesen Umstand. Ein weiterer Grund wurde von WHITEHEAD (1929; zitiert in RENKL, 1996) mit dem Begriff „Träges Wissen“ (inert knowledge) umschrieben. Gemeint ist damit Wissen, das zwar theoretisch erworben wurde, im Anwendungskontext aber nicht ausreichend verfügbar ist. Ansätze zur situierten Kognition weisen darauf hin, dass eine bessere Verfügbarkeit des Wissens erreicht wird, wenn es ursprünglich bereits im Anwendungszusammenhang erlernt wurde (RENKL, 1996). Für die Bestimmungsübungen bedeutet das, dass mehr Theorie nicht vor, sondern in der Bestimmungspraxis gelernt werden sollte. Das setzt jedoch voraus, dass die jeweils konkreten Grundlagen für eine Entscheidung im Bedarfsfall unmittelbar erarbeitet werden können. Dazu sind kontextbezogene Hilfen notwendig, die weit über die prototypischen Einführungsseiten der Floren hinausgehen.

Ein Beispiel soll das illustrieren: Zur Differenzierung von zwei Arten der Gattung *Eriophorum* wird u. a. danach gefragt, ob die Ährenstiele rau oder glatt sind. Sucht man z. B. im Index der Exkursionsflora von Österreich (ADLER, OSWALD & FISCHER 1994), findet man zwar keinen „Ährenstiel“, stößt aber auf die „Ähre“ (Abb. 4). Nicht nur dieser Text hilft im konkreten Fall nicht weiter, auch die Zeichnung, die der Erzeugung einer mentalen Repräsentation des Geschriebenen dienen soll, ist im konkreten Fall eher kontraproduktiv, wenn man bedenkt, wie die Ähren von *Eriophorum* aussehen.

Abb. 5 zeigt eine kontextbezogene Hilfe aus „Bestimmen lernen online“. Dargestellt sind Ähren von Arten aus der Gattung *Eriophorum*, um eine korrekte mentale Repräsentation zu unterstützen. Der vergrößerte Ausschnitt des Ährenstiels, um den es an dieser Stelle eigentlich geht, wird von einem bekannten Kontext (Ähre) abgeleitet, damit die Orientierung am Originalobjekt leichter fällt. Texte und Abbildungen sind in der Hilfe interaktiv miteinander verzahnt. Zeigt man z. B. mit der Maus auf einen rot (hier hellgrau) hinterlegten morphologischen Begriff im Text (im Beispiel Ährenstiel), wird exakt der zu-

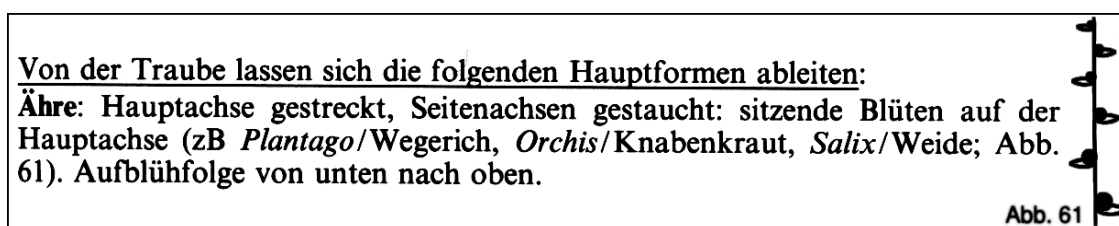


Abb. 61

Abb. 4: Prototypische Hilfe zur „Ähre“ (ADLER, OSWALD & FISCHER, 1994, 69, Abb. 61 verkleinert und neu ausgerichtet).

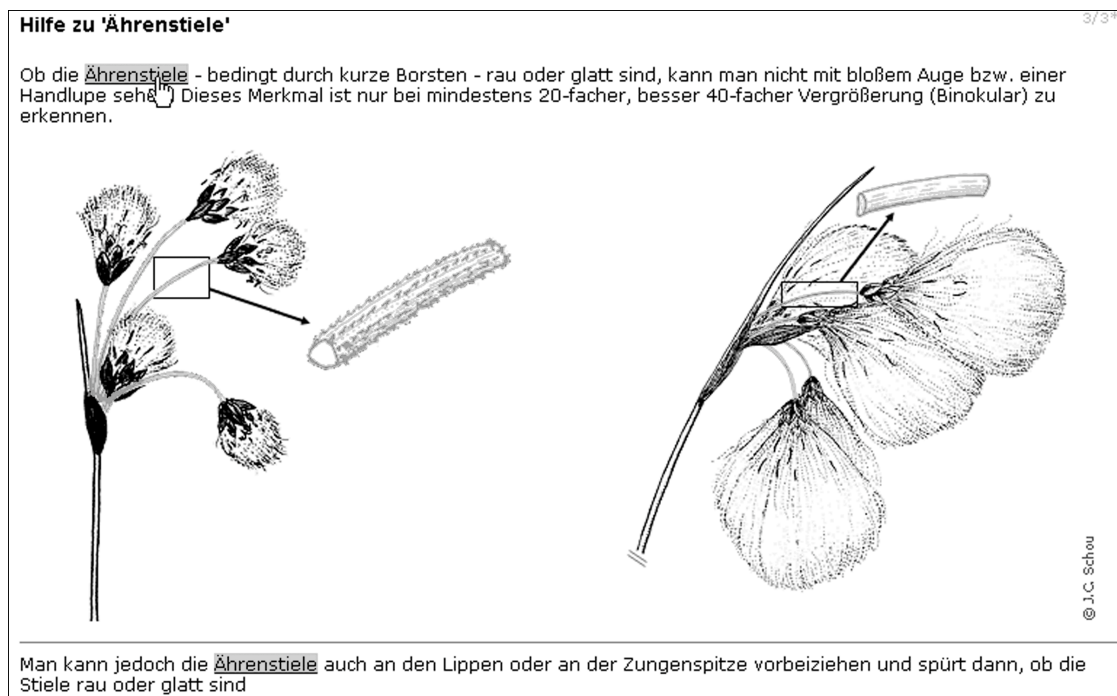


Abb. 5: Kontextbezogene Hilfe in der Gattung *Eriophorum* zu „Ährenstiele rau oder glatt“. Die im Original rote Aufblendung der Ährenstiele ist hier hellgrau.

gehörige Bereich in der Abbildung rot (hier hellgrau) aufgeblendet. Dies dient sowohl der mentalen Repräsentation als auch der Orientierung am Originalobjekt. Die in den Hilfen gegebenen Informationen sollen eine kompetente Entscheidung ermöglichen. So ist es im dargestellten Beispiel äußerst wichtig zu wissen, dass man den Unterschied zwischen rau und glatt gemeinhin gar nicht feststellen kann, es aber dennoch einen Trick gibt, mit dem man auch im Feld zu einem gesicherten Ergebnis kommt. Ähnlich wichtig können an dieser Stelle explizite Einschätzungen zu Trennschärfe bzw. Überlappungsbereichen, zu jahreszeitlichen Veränderungen und zur Häufigkeit des Auftretens der angesprochenen Merkmale sein. Natürlich gehören exakte Darstellungen von Merkmalen bzw. Ausprägungen und die Benennung der Ursachen für unscharfe Formulierungen ebenso in die Hilfen wie methodische Anleitungen zur Beurteilung von Merkmalen, wie z. B. Messvorschriften.

Kern der Effektivität der Hilfen ist jedoch ihr individueller Bezug auf ein Merkmal an einer konkreten Entscheidungsstelle. Die dadurch entstehende Vielzahl der Hilfen wäre in gedruckter Form schlicht nicht zu realisieren.

2.3 Die Ergebniskontrolle

Ohne Rückmeldung über die Richtigkeit des erreichten Bestimmungsziels kann Lernen nicht stattfinden. Während der „Schmeil-Fitschen“ bei der letzten Frage

schlicht endet, bietet der „Rothmaler“ in seinem Atlasband (JÄGER & WERNER, 1999) Strichzeichnungen, die zumindest einige Zusatzinformationen zum Vergleich mit dem bestimmten Objekt enthalten. In der Praxis der Bestimmungsübungen sind aber auch an dieser Stelle wieder die Betreuer gefragt.

„Bestimmen lernen online“ zeigt am Ende eines Bestimmungswegs zunächst eine Artbeschreibung, die die bereits genutzten und weitere bestimmungsrelevante Merkmale beschreibt und in detaillierten Strichzeichnungen darstellt. Die Merkmale werden bezüglich der Bestimmung in ihrer Relevanz gewichtet und ihrer Eignung kategorisiert. Auf diese Weise können z.B. Merkmale richtig eingeschätzt werden, die zwar leicht und eindeutig zu einem Ziel führen, aber saisonal nur in einem eng begrenzten Zeitfenster anzutreffen sind. Damit wird eine Basis für die eigenständige Beurteilung des Ergebnisses gelegt.

Für den Anfänger ist jedoch das unmittelbare Feedback wichtiger, das zur Verfügung steht, wenn entweder mit vorbestimmtem und codiertem Material oder anhand von Fotoserien gearbeitet wird. Nach Eingabe der Codenummer bzw. Auswahl einer Fotoserie „kennt“ das System nämlich das richtige Ziel und kann nun auf Wunsch mitteilen, ob das erreichte Ergebnis richtig oder falsch ist.

2.4 Die Fehleranalyse

Ein sehr wichtiger, aber auch betreuungsintensiver Schritt im Lernprozess ist die Suche und Analyse eines Fehlers. Im „Schmeil-Fitschen“ wird dazu lapidar bemerkt: „... Man ist auf dem falschen Wege, da ein wichtiges Merkmal nicht richtig erkannt oder infolge oberflächlicher Beobachtung übersehen worden ist. In diesem Falle ist noch einmal von vorn mit der Bestimmung zu beginnen.“ (SENGHAS & SEYBOLD, 2000, 50).

Die Lernumgebung kann dagegen bei der Arbeit mit codiertem Material oder Fotoserien auf mehrfache Weise die Fehleranalyse unterstützen.

Ohne Kenntnis der richtigen Lösung kann man an die Stelle im Bestimmungsschlüssel zurückkehren, an der der erste Fehler passierte. Auf diese Weise kann der Fehler anhand der Hilfen aufgearbeitet und korrigiert werden. Anschließend ist der immer noch unbekannt folgende Anteil des Weges uneingeschränkt für den Lernprozess nutzbar.

Die Möglichkeit der Gegenüberstellung des richtigen und des falschen Bestimmungsweges erlaubt einen Überblick über die Gesamtheit der gemachten Fehler. Sie erlaubt gleichzeitig den unmittelbaren Sprung zu jeder angezeigten

Entscheidungsstelle des Bestimmungsschlüssels, um von dort aus erneut einzusteigen oder spezifische Grundlagen zu wiederholen.

Die Anzeige der richtigen Lösung in Verbindung mit den dazugehörigen Merkmalen und ihren Ausprägungen erlaubt durch einen Vergleich mit dem selbst erreichten Ergebnis eine eigenständige Aufarbeitung des gemachten Fehlers.

Zitierte Literatur

- DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. & M.P. JIMÉNEZ ALEIXANDRE (1998): Interpretation and Drawing of images in biology learning. In: BAYRHUBER, H. & F. BRINKMAN [Eds.]: What – Why – How? Research in Didaktik of Biology. IPN, Kiel, 93-102.
- ADLER, W., K. OSWALD & R. FISCHER (1994): Exkursionsflora von Österreich. Bestimmungsbuch für alle in Österreich wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung. Ulmer, Stuttgart.
- AUDESIRK, T. & G. AUDESIRK (1996): Biology. Life on Earth. 4. Aufl., Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- GARCKE, A. (1849): Flora von Nord- und Mitteldeutschland. 1. Aufl., K. Wiegandt, Berlin.
- GÖTZ, E. (2001): Pflanzen bestimmen mit dem Computer. Flora von Deutschland. Ulmer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl., Ulmer, Stuttgart.
- RENKL, A. (1996): Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. Psychologische Rundschau **47**, 78-92.
- SCHMEIL, O. & J. FITSCHEN (1903): Flora von Deutschland. 1. Aufl., Quelle & Meyer, Leipzig.
- JÄGER, E. & K. WERNER (1999): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3, Gefäßpflanzen: Atlasband. 10. Aufl., Spektrum, Heidelberg.
- JÄGER, E. & K. WERNER (2001): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 9. Aufl., Spektrum, Heidelberg.
- SENGHAS, K. & S. SEYBOLD (2000): Flora von Deutschland. 91. Aufl., Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- SEYBOLD, S. [Hrsg.] (2001): Schmeil-Fitschen interaktiv. Die umfassende Bestimmungs- und Informationsdatenbank der Pflanzenwelt Deutschlands und angrenzender Länder. Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- WHITEHEAD, A.N. (1929): The aims of education. Macmillan, New York NY.

