



Nicht nur ästhetisch wertvoll

Pflanzenbilder und ihre wissenschaftliche Nutzung

von Georg Zizka, Stefan Dressler und Julio Schneider

Abbildungen von Pflanzen, seien es nun Zeichnungen oder Fotografien, haben oft einen hohen ästhetischen oder einen allgemein dokumentarischen Wert. Wie sieht es aber mit dem wissenschaftlichen Nutzen von Bildern aus?

Ein grundsätzliches Problem von Pflanzenabbildungen besteht darin, dass ein dreidimensionales Objekt, also die Pflanze, zweidimensional abgebildet wird. Dadurch gehen zwangsläufig Informationen verloren oder werden verfälscht. Doch selbst wenn dreidimensionale Abbildungen bei der wissenschaftlichen Arbeit im Gelände problemlos und in großer Zahl hergestellt werden könnten (was in der Regel nicht realistisch ist), so würden diese 3-D-Bilder doch erheblich weniger Untersuchungsmöglichkeiten bieten als die Arbeit mit der Pflanze selbst, die zum Beispiel Untersuchungen zur Anatomie, den chemischen Inhaltsstoffen oder die Entnahme von DNA ermöglicht. Das Objekt, ob es sich nun um eine lebende Pflanze handelt oder einen durch Pressen, Trocknen und Montieren der Pflanze praktisch unbegrenzt haltbar gemachten Herbarbeleg in wissenschaftlichen Sammlungen, spielt auf alle Fälle in Bezug auf den wissenschaftlichen Wert in einer »eigenen Liga« und ist für die Forschung und Dokumentation unverzichtbar.

Dennoch können selbst einfache, ohne besondere Hilfsmittel erstellte Bilder, Zeichnungen und Fotografien für die Wissenschaft eine wichtige Rolle spielen – nämlich dann, wenn die Abbildungen die für eine bestimmte Fragestellung relevanten Informationen enthalten. Im Folgenden werden vier Beispiele aus dem Bereich der pflanzlichen Biodiversitätsforschung vorgestellt, bei denen sich die Abbildungen vom Informationsgehalt und der Form der Nutzung deutlich voneinander unterscheiden, die aber alle Teil aktueller Forschung sind oder zu deren Dokumentation dienen.

Es geht bei den Beispielen um Bilder von wissenschaftlichen (Sammlungs-)Objekten, die mit vergleichsweise geringem Kosten- und Zeitaufwand erstellt werden: Dadurch können auch Bürgerwissenschaftler einbezogen werden, die



2



3



4

1 (linke Seite) Zeichnung des Grases »Danthonia montevidensis« (Poaceae), erstellt von der Zeichnerin Elfriede Michels in Zusammenarbeit mit dem Grasspezialisten Prof. Dr. Hans Joachim Conert. Taxonomisch wichtige Merkmale wie Behaarungsmuster und Nervenverlauf lassen sich fotografisch bei den Gräsern meist nicht befriedigend darstellen. **a** Pflanze, **b** Ährchen, **c** Blütenchen, **d** untere Hüllspelze, **e** obere Hüllspelze, **f** Deckspelze, **g** Vorspelze, **h** chasmogame Blüte aus der Rispe, **i** Karyopse und Staminodien einer kleistogamen Blüte aus der Rispe, **j** von einem Prophyllum eingehülltes Ährchen mit kleistogamer Blüte an einem unteren Halmknoten.

2 Screenshot des Portals »African Plants« (www.africanplants.senckenberg.de).

3 Georeferenzierte Pflanzenbilder (d. h. mit genau bestimmtem geografischem Standort) tragen zur Kenntnis der Verbreitung einer Art bei. Hier sind die Orte unter Nutzung von Google Maps markiert, an denen der Affenbrotbaum (»Adansonia digitata«) fotografisch dokumentiert wurde.

4 »Massonia longipes« (Asparagaceae) aus Südafrika, eines von mehr als 55000 Pflanzenbildern in der Datenbank.

zum Teil ganz erhebliche Beiträge leisten (wie etwa bei der Datenbank »African Plants« (www.africanplants.senckenberg.de). (Abb. 2–4) Die daraus resultierende Vielzahl von Abbildungen ermöglicht grundsätzlich neue Analysen (zum Beispiel Arealinformationen durch georeferenzierte Fotos oder automatisierte Merkmalerkennung von Bildern).

Afrikanische Pflanzenvielfalt zugänglich machen – die Fotodatenbank »African Plants«

Fotografien von Pflanzen hat sicher jeder von uns schon angefertigt. Wie erhalten solche Fotografien wissenschaftlichen Wert? Zunächst gibt es Grundanforderungen an die Qualität der Fotografien und die Abbildung relevanter Pflanzenteile (zum Beispiel für die Identifikation der Art) oder der Pflanze in ihrem Lebensraum.

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

- Keine Form der Abbildung ersetzt die Untersuchung der Pflanze selbst – sei es in frischem oder getrocknetem Zustand – mit Blick auf den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn. Dennoch spielen selbst einfache, ohne besondere Hilfsmittel erstellte Bilder für die Wissenschaft eine wichtige Rolle. Voraussetzung ist, dass die Abbildungen die für die jeweilige Fragestellung relevanten Informationen enthalten.
- Pflanzenfotografien sind vor allem in Regionen wichtig, in denen noch wenig über die Flora bekannt ist. Sie fungieren z. B. als Vorkommensnachweise, illustrieren aber auch die Pflanze im natürlichen Zustand in ihrer Umgebung.
- Einen Quantensprung für die Biodiversitätsforschung stellen digitale Scans dar, die Herbarien und Sammlungen inzwischen in großem Umfang nutzen. Sie helfen, das wertvolle Material einer möglichst breiten wissenschaftlichen Community zugänglich zu machen und es zugleich zu schonen.
- Mit Hilfe von Röntgentechnik kann das Innere von Pflanzen untersucht werden, ohne dass dabei die Pflanze zerstört werden muss.
- Selbst die »klassischen« wissenschaftlichen Zeichnungen sind in manchen Bereichen noch die Methode der Wahl. Durch die selektive Darstellung können Merkmale der Artabgrenzung besonders präzise und instruktiv wiedergegeben werden.

Wissenschaftliche Bedeutung gewinnen die Fotografien, wenn die dargestellte Art verlässlich bestimmt und der Standort der Pflanze sowie das Datum der Fotografie genau dokumentiert wurden, was mit den heutigen Kameras mit eingebautem GPS mühelos möglich ist. Unter diesen Voraussetzungen kann das Foto sehr hilfreich bei der Identifikation von Arten sein, zudem ist es der Träger von Informationen zu Verbreitung und Phänologie.

Besonders nützlich sind solche Pflanzenfotografien in Regionen, in denen noch wenig über die Flora bekannt ist und die Bestimmung der Arten schwierig und zeitaufwendig ist. Allerdings sind Fotografien für den Bestimmungsprozess in verschiedenen Verwandtschaftskreisen unterschiedlich hilfreich. In Gruppen wie den Süß- (Poaceae) oder Sauergräsern (Cyperaceae), mit sehr kleinen, schwer erkennbaren bestimmungsrelevanten Merkmalen, helfen sie wenig, in anderen Familien lassen sich die Arten dagegen recht mühelos bestimmen.

Ein Beispiel für die wissenschaftliche Nutzung von Fotos ist unsere Fotodatenbank und Bestimmungshilfe »African Plants«. Die Datenbank hat ein breites Spektrum von Nutzern, das von Wissenschaftlern aus dem Bereich der Biodiversitätsforschung über Ökologen und Naturschützer bis hin zu naturinteressierten Touristen reicht. Wesentliche Beiträge zur Datenbank stammen von Bürgerwissenschaftlern (*Citizen Scientists*), also Experten für die Pflanzenwelt, die sich damit aber nicht zum Broterwerb befassen – etwa von Robert von Blittersdorf, der jahrzehntelang in der Entwicklungshilfe in Ostafrika tätig war und inzwischen leider verstorben ist. Der Besuch des Internet-Portals, das derzeit mehr als 55 000 überprüfte Fotos von mehr als 6 000 afrikanischen Pflanzenarten bietet (mehr als 10 Prozent der Flora des gesamten Kontinents) und im Jahr rund 40 000 Mal aufgerufen wird, lohnt sich. Am besten abgedeckt ist die Flora bisher für den Savannenbereich in Westafrika.

Es muss nicht immer das Objekt selbst sein

Haltbar gemachte, in wissenschaftlichen Sammlungen aufbewahrte Pflanzen und Tiere sind die Grundlage von Taxonomie und Systematik, also der wissenschaftlichen Charakterisierung und Benennung von Organismen. Auf sie gründen sich Biodiversitätsforschung und Kommunikation über Organismen. Die dauerhafte Aufbewahrung von Objekten ist unverzichtbar, um jederzeit erneute Untersuchungen an den Objekten durchführen zu können. Exemplare, auf die sich die erste Beschreibung einer Art oder einer anderen systematischen Kategorie gründet, werden als »Typus« bezeichnet. Die wissenschaftlichen Sammlungen auf der ganzen



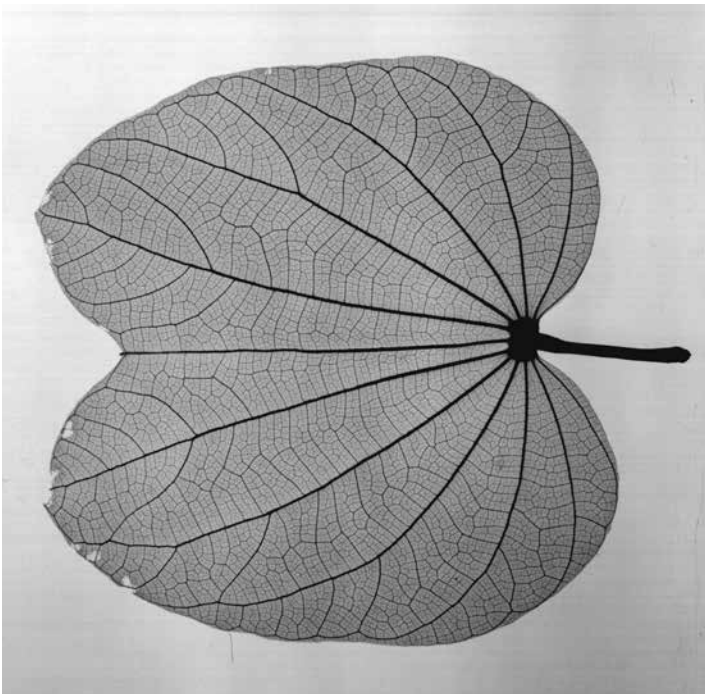
5 Hochauflösender Scan des Neotypus von »Potentilla incana«. Einen Eindruck von den Vergrößerungsmöglichkeiten der online verfügbaren Scans kann man sich in der Senckenbergischen Sammlungsdatenbank »Aquila« verschaffen.

Welt sind miteinander vernetzt, um ihre Objekte leichter für die Forschung zugänglich zu machen. Dies geschah über Jahrhunderte ausschließlich über die Ausleihe von Objekten für wissenschaftliche Untersuchungen oder durch Reisen der Wissenschaftler zu den wichtigen Sammlungen, um die relevanten Objekte vor Ort zu untersuchen. Die unersetzlichen Objekte leiden jedoch durch den Versand, und der Zeit- bzw. Kostenaufwand für die Reisen ist beträchtlich.

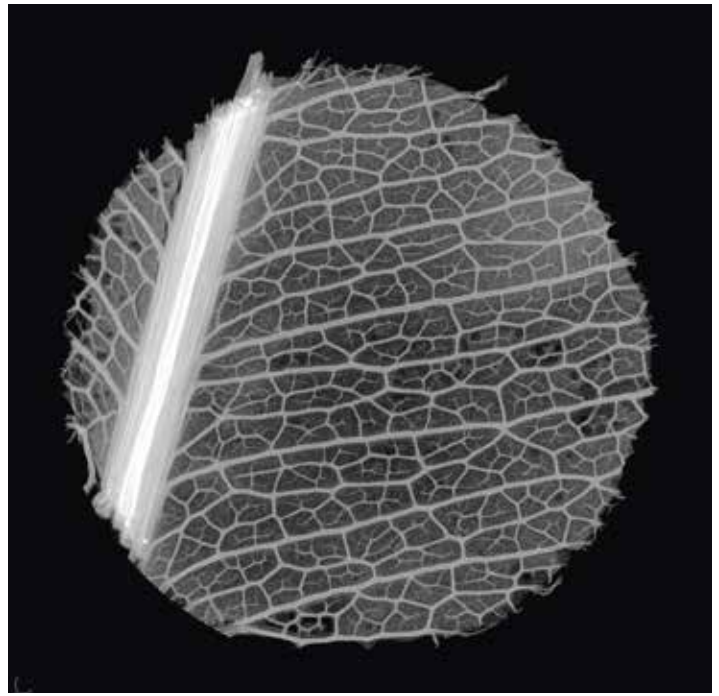
Schon im Zeitalter der analogen Fotografie hat man Objekte aus Pflanzensammlungen (sog. Herbarbelege) fotografiert. Die Herbarbelege sind durch die Pressung für eine fotografische Dokumentation besonders gut geeignet, den-

noch hat die herkömmliche Fotografie nur in wenigen Fällen bei der Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen helfen können. Seit einigen Jahren steht aber eine verbesserte Technik zur Erstellung digitaler Abbildungen zur Verfügung (hochauflösende Scans). Sie ermöglicht es, Bilder zu erzeugen, die im Internet zugänglich gemacht werden können und deren Informationsgehalt starke Vergrößerungen erlaubt. (Abb. 5)

Für große wissenschaftliche Sammlungen gehört die grundsätzliche Bereitstellung von Objekten (bzw. deren Scans) als wissenschaftlicher Service zu den essenziellen Aufgaben. Dies unterscheidet den gesellschaftlichen Auf-



6



7

6 Röntgenbild eines Blattes von »Piliostigma thonningii« (Fabaceae) von einem Herbarbeleg (Auflösung: 25µm). Der Nervenverlauf ist sehr gut zu erkennen und kann anhand dieser Abbildung analysiert werden. Bei bestimmten Nervaturtypen reicht die Auflösung der Methode bisher jedoch nicht aus, um die feinsten Nerven abzubilden.

7 Micro-CT-Bild von »Lophira lanceolata« (Ochnaceae) (Auflösung: 6,25µm). Diese Methode bildet feinste Nervenverästelungen sehr gut ab, allerdings muss dazu Pflanzenmaterial vom Beleg entnommen werden. Man ist also auf eine »zerstörerische Probenahme« (destructive sampling) angewiesen, die man zu vermeiden sucht.

trag dieser Institutionen von dem einer Universität und den dort üblicherweise zu findenden Sammlungen. Darüber hinaus ist es für die wissenschaftliche Entwicklung solcher Sammlungen wichtig und vorteilhaft, wenn möglichst viele Spezialisten aus aller Welt daran arbeiten und durch die Annotierung der Objekte neueste Erkenntnisse einfließen. Mit den neuen digitalen Scans lassen sich die Zugänglichkeit und dadurch auch der Bearbeitungsstand des Materials erheblich verbessern. Bei Pflanzensammlungen sind die anzuwendende Methodik und die Arbeitsschritte bestens etabliert, so dass viele Herbarien von Weltgeltung ihre Sammlungen bereits digitalisiert haben oder gerade dabei sind.

Dies sind Projekte mit Millionenetats (zum Beispiel das Scannen und Eingeben der Objektdaten von mehr als sechs Millionen Belegen allein im Naturkundemuseum in Paris), sie stellen aber einen Quantensprung für die Biodiversitätsforschung und auch für die Sammlungen und ihre Bedeutung in der Scientific Community dar. Wie sieht die Zukunft der Objekte vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen aus? Sehr gut! Sie sind nach wie vor unverzichtbar für manche Fragestellungen, in vielen Fällen reicht aber inzwischen auch der »wissenschaftliche Gehalt« der digitalen Bilder – ein Zeit- und Ressourcengewinn für die Forschung und vor allem eine Schonung der unersetzlichen Objekte.

Wissenschaftliche Zeichnungen – immer noch aktuell

Lange Zeit war die wissenschaftliche Zeichnung die überwiegend verwendete Methode zur

Dokumentation von Pflanzen und deren äußeren Merkmalen in wissenschaftlichen Druckschriften. Die fotografische Dokumentation hat inzwischen viel größere Bedeutung gewonnen, dennoch sind in manchen Bereichen die »klassischen« wissenschaftlichen Zeichnungen nach wie vor die Methode der Wahl. Dies mag zunächst erstaunen, stellt die Zeichnung doch ein besonders subjektives Bild des Objektes und seiner Merkmale dar, das stark durch die Wahrnehmung des Zeichners und seine Fähigkeiten geprägt ist. Besonders häufig finden sich wissenschaftliche Zeichnungen in taxonomischen Bearbeitungen von Organismengruppen, die sich mit der Charakterisierung und Abgrenzung von Arten und anderen Gruppen befassen. Mit der Zeichnung können die wichtigen Merkmale maßstabsgetreu wiedergegeben und komplexe Strukturen klarer als beim Foto herausgearbeitet werden. Es handelt sich also in der Regel durch die selektive Darstellung um ein stark bearbeitetes Bild. Dies ist dann von Vorteil, wenn zum Beispiel Merkmale der Artabgrenzung untersucht und definiert und in einer Zeichnung besonders präzise dargestellt und hervorgehoben werden sollen. (Abb.1) In der Regel arbeiten wissenschaftliche Zeichner und Wissenschaftler bei der Erstellung der Zeichnungen eng zusammen, wenn es nicht sogar ein und dieselbe Person ist.

Warum Pflanzen röntgen?

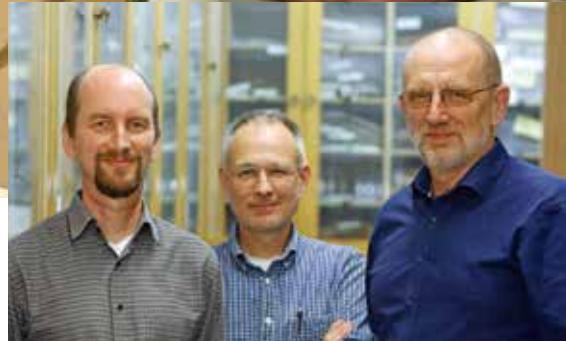
Nicht nur die äußere Gestalt, sondern auch viele »innere« Merkmale sind für das Verständnis von Artabgrenzungen, ökologischer Funktion und Stammesgeschichte wichtig. Diese Merkmale sind mit einfachen Methoden der



8 Die Malerin Elisabeth Schultz (1817 – 1898) dokumentierte mit rund 1300 detailgenauen Gouachen die Frankfurter Flora im 19. Jahrhundert (hier »Iris pseudacorus«). Einige dieser Bilder belegen das frühere Vorkommen von Arten in Frankfurt, die heute hier erloschen sind.

Abbildung nicht zugänglich. Die Blattanatomie wird zum Beispiel an dünnen Schnitten durch das Blatt im Licht- oder Elektronenmikroskop untersucht und abgebildet. Für Systematik, Evolutionsforschung und Ökologie ist das Netzwerk der Gefäße in einem Blatt von besonderer Bedeutung. Es ist spezifisch für die Art, häufig auch für Artengruppen und zeigt bei den Pflanzen eines Lebensraumes Häufungen bestimmter Merkmale.

Um die Blattnervatur für wissenschaftliche Zwecke zu vermessen, war man bisher darauf angewiesen, die Blätter chemisch zu behandeln, um das Nerven-Netzwerk hervorzuheben (die quantitative Auswertung erfolgt stets an einem Abbild der Nervatur). Damit war das Blatt aber für andere Untersuchungen nicht mehr nutzbar. Mit der speziellen Anpassung der in der Abteilung Messelforschung bei Senckenberg eingesetzten Röntgentechnologie zur Untersuchung von Fossilien kann nun an Herbarbelegen ohne Zerstörung des Materials die Blattnervatur mit sehr guter Auflösung abgebildet werden. Diese Röntgenbilder dienen dann der Analyse des Nervaturmusters und sind Grundlage für die Bestimmung der Nervenlängen und -dichten. Entscheidende Vorteile dieser Methode sind auch der vergleichsweise geringe Zeitaufwand und die niedrigen Kosten. So wurden im Laufe der vergangenen zwei Jahre mehr als 3 500 Nervaturbilder erstellt, die jetzt in dem internationalen Portal zu Blattnervaturen (Cleared Leaf Image Database, www.clearedleavesdb.org) allgemein verfügbar sind und dazu dienen, die Evolution der Muster und ihre Abhängigkeit von Umweltparametern zu erforschen. ●



Die Autoren

Prof. Dr. Georg Zizka (r.), 62, hat schon seine Doktorarbeit über die Systematik der afrikanischen Gräsergruppe Melinideae verfasst. 1987 bis 1995 war er Kustos für tropische Pflanzensammlungen am Palmengarten, 1994 Habilitation im Fach Botanik. Seit 1995 ist Zizka Professor für Diversität und Evolution der Höheren Pflanzen am Institut Ökologie, Evolution und Diversität des FB Biowissenschaften der Goethe-Universität und zugleich Leiter der Abteilung Botanik und molekulare Evolutionsforschung des Forschungsinstitutes Senckenberg Frankfurt.

gzizka@senckenberg.de

Dr. Stefan Dressler (M.), 53, ist seit 1997 Kurator am Herbarium Senckenbergianum Frankfurt/M. Zu seinen Aufgaben gehören neben der wissenschaftlichen Betreuung der Samenpflanzen des Herbars auch deren digitale Bereitstellung und damit die Betreuung verschiedener Datenbanken.

stefan.dressler@senckenberg.de

Dr. Julio Schneider (l.), 50, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Botanik und Molekulare Evolutionsforschung am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt. In seinen Forschungsarbeiten beschäftigt er sich insbesondere mit der Systematik und Evolution tropischer Blütenpflanzen.

julio.schneider@senckenberg.de