

Zu Christian Konrad Sprengels Werk nach zweihundert Jahren

Peter K. Endress, Universität Zürich

1793 erschien Christian Konrad Sprengels klassisches Werk «Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen» (das Buch war 1788 erstmals angekündigt worden im Zürcher «Magazin für die Botanik», der weltweit ältesten botanischen Zeitschrift). Das Werk begründete die Blütenbiologie, indem es aufgrund von vergleichenden Beobachtungen an gegen 500 Pflanzenarten die allgemeine Bedeutung der Insekten als Blütenbestäuber nachwies und erstmals in der Blütenorganisation viele grundsätzliche Anpassungen an diese Symbiosen zeigte. Die Blütenbiologie hat sich in den letzten Jahrzehnten stark entwickelt. Durch die weltweite Bedrohung der Diversität der Lebewesen in der Gegenwart wird aber auch stärker bewusst, wie viele Aspekte dieser Symbiosen unbekannt sind, besonders auf der Ebene der Ökosysteme.

On Christian Konrad Sprengel's Work Two Hundred Years After Its Publication

In 1793 Christian Konrad Sprengel's classical work «The Discovered Secret of Nature in the Structure and Fertilization of Flowers» appeared (five years earlier the book had been announced for the first time in the «Magazin für die Botanik», published in Zurich, the first botanical journal of the world). Sprengel's work initiated floral biology as a scientific discipline. Sprengel investigated almost 500 species of flowering plants and discovered the pervasive role of insects in the pollination of flowers; he showed many fundamental adaptations in the structure of flowers to these symbioses. Floral biology has developed and expanded in the last decades. But due to the worldwide threat of biodiversity it becomes increasingly apparent how many aspects of these symbioses are unknown, especially on the level of entire ecosystems and larger scale diversity.

1 Ankündigungen

Im kulturell so hochgemuten und enorm publikationsfreudigen Zürich des 18. Jahrhunderts war 1787 von J.J. Römer und P. Usteri die erste botanische Zeitschrift der Welt, das «Magazin für die Botanik», begründet worden, das neben wissenschaftlichen Abhandlungen auch kurze aktuelle Anzeigen brachte. Schon 1788 erschien darin die erste Ankündigung eines Buches, das zu einem der erstaunlichsten Klassiker der Botanik wurde: «Herr Rector *Sprengel* in Spandau bey Berlin wird nächstens eine Schrift *über die Nektarien* herausgeben, worinn er mehrere eigne und neue Beobachtungen und Bemerkungen mittheilen wird.» Nachdem das Werk im folgenden Jahr auch in verschiedenen Zeitschriften Deutschlands angekündigt worden war (cf. Schuster 1924, Meyer 1967), kam 1790 nochmals eine ausführlichere Anzeige im Zürcher Magazin: «Ich bin nunmehr im Stande, die baldige Herauskunft meines in dem botanischen Magazin angekündigten philosophisch-botanischen Buchs selbst anzukündigen. Dasselbe wird unter dem Titel: *Versuch die Konstruktion der Blumen zu erklären*, bey Herrn *Vieweg* dem Jüngern in Berlin, vermuthlich gegen die Ostermesse künftigen Jahres zu haben seyn... Übrigens besteht dieses Buchs kleinster Werth in dem, was es enthält, sein grösster in dem, was es nicht

enthält. Denn obgleich in demselben manche ganz artige Entdeckungen vorkommen, so sind dieselben doch nur eine Kleinigkeit, ein wahres Minimum gegen diejenigen herrlichen Entdeckungen, welche künftig von philosophischen Botanikern, durch dasselbe auf die rechte Spur gebracht, werden gemacht werden. Dieses sage ich mit grosser Zuversicht vorher. Und mit diesem besten Theil meiner Ankündigung, schliesse ich dieselbe.»

1793 erschien dann das Buch mit dem (veränderten) Titel *«Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen»*.

Goethes berühmtes Werk *«Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären»* entstand, nebenbei bemerkt, fast gleichzeitig wie jenes von Sprengel. Interessant sind die gegenseitigen Beeinflussungen in der Titelwahl – wobei das Zürcher Magazin eine Rolle gespielt haben mag oder auch nicht (Goethe stand mit dem Zürcher Johannes Gessner in botanischer Verbindung; vgl. K. Mägdefrau 1973, H.H. Bosshard 1982). Durch Sprengels erwähnte Ankündigungen von 1789 und 1790 in der Deutschen Presse jedenfalls wurde Goethe ermutigt, sein botanisches Werk bald zu publizieren (J. Schuster 1924, D.E. Meyer 1967). Dies geschah schon 1790. Sprengel dagegen brauchte noch weitere drei Jahre für sein Buch. Der von Sprengel 1790 angekündigte Titel *«Versuch die Konstruktion der Blumen zu erklären»* (der von heute aus moderner anmutet als der endgültige) wurde von Goethe modifiziert für sein eigenes Werk übernommen, während sich Sprengel schliesslich an J.G. Kölreuter anlehnte, der bereits 1777 ein (heute nicht mehr beachtetes) Buch *«Das entdeckte Geheimnis der Kryptogamie»* herausgebracht hatte.

2 Bedeutung

Heute gilt C.K. Sprengel und etwa noch J.G. Kölreuter als Begründer der Blütenbiologie (R. Schmid 1975, H.G. Baker 1980). Fast hundert Jahre war sein Werk unbeachtet geblieben oder auch eher Ablehnung begegnet, bis endlich mit dem Aufkommen der Evolutionstheorie Sprengel höchste Anerkennung und Bewunderung fand. Charles Darwin (1876) schreibt: «Long before I had attended to the fertilisation of flowers, a remarkable book appeared in 1793 in Germany, *«Das Entdeckte Geheimniss der Natur»*, by C.K. Sprengel, in which he clearly proved by innumerable observations, how essential a part insects play in the fertilisation of many plants. But he was in advance of his age, and his discoveries were for a long time neglected.» Ähnlich äusserte sich Karl von Frisch (1943) und viele andere Biologen (Würdigungen durch E. Strasburger, D. Kirchner, H. Potonié, P. Ascherson, G. Haberlandt, H. Kugler). Das ornamentale Titelblatt seines Buches und andere der 25 Kupfertafeln mit detaillierten Blütenbildern oder auch die poetische Einleitung über den Waldstorchschnabel, wo Sprengel seine erste Begegnung mit Blüten schildert, sind in unserem Jahrhundert mehrfach abgedruckt worden. Während Kölreuters Werk jedoch eine eingehende Analyse und Neubewertung nach mehr als zweihundert Jahren durch Ernst Mayr (1986) erfahren hat, fehlt dies für Sprengel. Hier sollen

von heute aus gesehen ein paar Schlaglichter auf seine besondere Bedeutung, die es von Kölreuter abhebt, geworfen werden.

Allgemeine Prinzipien hat Kölreuter aus seinen gründlichen Experimenten an relativ wenigen Arten abgeleitet, Sprengel dagegen aus den vergleichenden Beobachtungen an der Diversität, so wie später Darwin auch nur aus seiner Erfahrung der Vielfalt der Organismen seine allgemeinen Erkenntnisse über die Evolution gewinnen konnte. Sprengel hat gegen 500 Arten von Blütenpflanzen untersucht. Wo bei den Beobachtungen Probleme auftauchten, hat er ihnen ebenfalls mit Experimenten zu begegnen versucht. Bahnbrechend sind seine Untersuchungen der Vielfalt der Bestäubungssysteme und des Vorherrschens der Insektenbestäubung ganz allgemein. (Kölreuter wusste erst, dass Insekten bei manchen Pflanzen Blütenbestäuber sind.) Seine Forschungen bedeuten einen wichtigen Schritt zum Verständnis der ungeheuren Diversität der Blütenpflanzen, die erst später durch Charles Darwin und Hermann Müller (der die Interaktionen zwischen Blüten und Insekten erstmals auch von der Seite der Insekten aus ins Auge fasste) tieferen Sinn bekam. Sprengel hat aber in der Vielfalt auch bestimmte Prinzipien gefunden, deren Bedeutung eben erst durch die Untersuchung der Diversität hervortraten. Kölreuter konnte manche seiner Einzelbeobachtungen noch nicht in ihrer Allgemeingültigkeit gebührend würdigen, und erst Sprengel hat solchen Phänomenen auch einen Begriff zugeordnet.

Sprengel fand, dass ein grosser Teil der einheimischen Pflanzen Nektar produziert («Saftblumen»). Nektar entsteht aus der «Saftdrüse», wird gespeichert im «Safthalter» und oft geschützt von einer «Saftdecke»; ein meist gelber Farbleck im Blütenzentrum («Saftmal») weist zum Nektar hin. Diese Saftblumen werden von Insekten bestäubt. Aus dem Verhalten der Saftmale schloss Sprengel, dass Gelb für Insekten «einen stärkeren Reiz habe» als Rot (p. 212). Viele Zwitterblüten zeigen «Dichogamie» (ihre männlichen und weiblichen Teile sind nicht genau gleichzeitig funktionsfähig). Daraus und aus dem Vorkommen von eingeschlechtigen Blüten schloss Sprengel, «scheint die Natur es nicht haben zu wollen, dass irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werden solle» (p. 47). Obwohl Sprengel dabei von «Individuen» spricht, wird nicht klar, ob er damit einzelne Blüten oder ganze Pflanzen meint. Erst Ch. Darwin und H. Müller haben das deutlich ausgedrückt.

Weiter erkannte Sprengel, dass gewisse Blüten von vielen verschiedenen Insekten bestäubt werden (z.B. Umbelliferen), andere von nur ganz bestimmten (z.B. *Oenothera*: Nachtinsekten; *Nuphar*: Käfer; *Aconitum*: Hummeln; *Aristolochia*: kleine Fliegen). Bienen sind blütenstet.

Erste Ansätze einer biologischen Klassifikation der Blütengestalten, wie sie Jahrzehnte später F. Delpino (1867) konsequent durchführte, tauchen bei Sprengel bereits auf. Sprengel unterschied aufrecht stehende, senkrecht herabhängende, horizontal stehende und horizontal hängende Blüten und arbeitete heraus, was sie in ihrer Konstitution unterscheidet. Er sprach auch von Stieltellerform (*Geranium robertianum*) und Kessel mit Reuse (*Aristolochia clematitis*), Formen, die später in Delpinos Typologie eingingen. Sprengel entdeckte

die sekundäre Pollenpräsentation bei Campanulaceen und Compositen, die *Orchis* als «Scheinsaftblume», die Vibrationsbewegungen beim Blütenbesuch von *Leucojum* (ein besonderes Pollensammelverhalten von Bienen, das in unserem Jahrhundert «wiederentdeckt» wurde). Sprengel wies auch auf Unterschiede in der Konstruktion von Wind- und Insektenblumen hin.

Sprengels Methode ist zu fragen: «In welchem Zusammenhange stehen alle Theile der Blume, welche Beziehung haben sie auf die Frucht, welche aus derselben entstehen soll, und wie vereinigt sich alles, was wir an ihr während ihrer ganzen Blüthezeit sehen und bemerken, zu Einem schönen Ganzen?» (p. 22).

Sprengel berücksichtigt also möglichst alle Umstände, die er selber erfassen kann. Von heute aus ist man versucht, dies als eine synthetische Betrachtungsweise zu bezeichnen, in der Aspekte verschiedener (heutiger) Forschungsgebiete stecken. Es ist aber wohl richtiger zu sagen, dass bei Sprengel verschiedene Forschungsrichtungen, die sich später verselbständigt haben, als Elemente schon vorhanden sind und sich einfach noch nicht voneinander getrennt haben: Morphologie mit Struktur und Synorganisation von Bauelementen, Bestäubungsbiologie mit dem Verhalten von Blüten und Insekten, Physiologie mit Wachstumsbewegungen von Blüten, Diversitätsforschung mit dem Vergleich zahlreicher Taxa und ersten Ansätzen zu einem System der Blütengestalten. Es ist aber auch hervorzuheben, dass viele dieser und weiterer Forschungsrichtungen im Bereich der Blüten heute noch nicht wieder genügend zusammengefunden haben.

Eines der besonders schwierigen Probleme, die vielen Biologen Kopfzerbrechen bereitet haben, ist das Verhältnis zwischen Selbst- und Fremdbestäubung. Noch lange nach Sprengel standen sich extreme Meinungen über ihre Bedeutung gegenüber (cf. G. Wichler 1935). Erst Hermann Müller (1873) brachte einen Durchbruch, indem er zeigte, dass eine Balance zwischen beiden wichtig ist. Sprengel hat wohl Polymorphismen in einzelnen anderen Phänomenen gesehen, aber hier noch nicht.

Während Kölreuter als berufsmässiger Pflanzenzüchter eine grössere Reihe von Arbeiten publiziert hat, blieb das Buch des Altphilologen Sprengel ein einsames Monument, gefolgt nur noch von einer kleineren, wissenschaftlich weniger bedeutenden Schrift «Über die Nützlichkeit der Bienen und die Nothwendigkeit der Bienenzucht» (C.K. Sprengel 1811).

Es war sein trauriges Lebensschicksal, dass seine Meisterleistung zu seinen Lebzeiten völlig verkannt wurde und dass er dazu noch seine Stelle als Rektor einer Mittelschule aufgeben musste, da er aus Hingabe an sein Werk offenbar seine Amtspflichten vernachlässigt hatte. Als äusseres Zeichen erinnert an ihn nur ein Gedenkstein im Botanischen Garten Berlin-Dahlem (Bild 1), der erst hundert Jahre nach seinem Tod errichtet wurde. Kein Porträt von ihm ist bekannt (D.E. Meyer 1967).

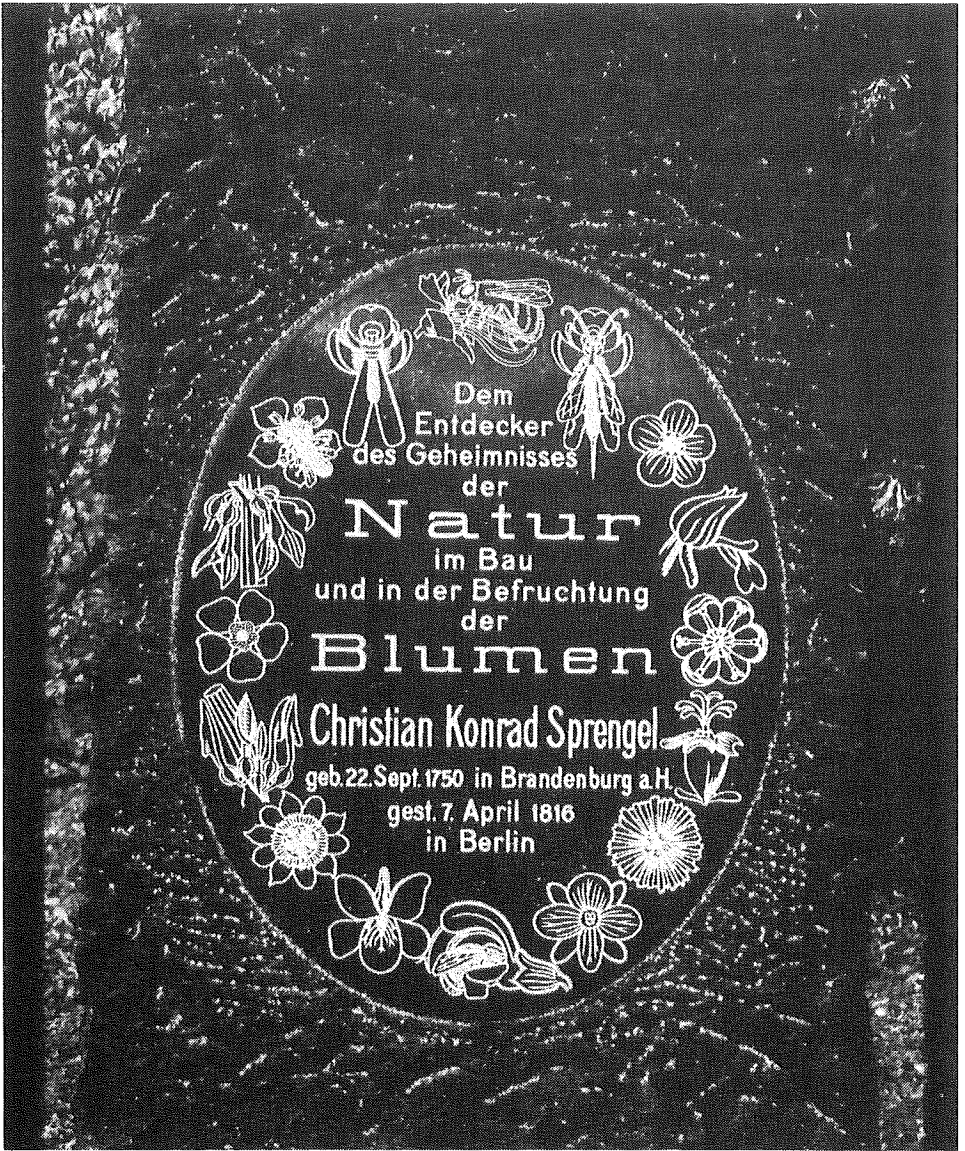


Bild 1 Gedenkstein für Christian Konrad Sprengel, errichtet 1916 im Botanischen Garten Berlin-Dahlem (phot. P.K. Endress)

Fig. 1 Monument for Christian Konrad Sprengel, erected 1916 in the Botanical Garden Berlin-Dahlem (photograph by P.K. Endress)

3 Ausstrahlung in die Gegenwart

Sprengels prophetisch anmutende Äusserung «künftiger herrlicher Entdeckungen» von 1790 hat sich vollauf bewahrheitet. In der Gegenwart hat sich die Blütenbiologie mit Vermehrung der evolutiven und ökologischen Anknüpfungspunkte und methodischer Vertiefung weiterentwickelt. Neue spektakuläre Entdeckungen in den letzten Jahrzehnten sind etwa die Parfümblumen und die Ölblumen, bei welchen Tausende von Symbiosepartner-Species beteiligt sind (z.B. S. Vogel 1989). Gruppen mit besonders spezifischen Wechselbeziehungen haben sich teilweise enorm stark diversifiziert (P.R. Ehrlich & P.H. Raven 1965), so dass man sogar von Hyperdiversität spricht (P.R. Ehrlich & E.O. Wilson 1991). Unter den Pflanzen sind die Orchideen mit etwa 20 000 Arten ein herausragendes Beispiel dafür. Das mit seinen «Scheinsaftblumen» schon von Sprengel entdeckte Vorkommen von Täuschblumen ist bei ihnen weitverbreitet und hängt eng mit solchen artspezifischen Wechselbeziehungen zusammen. Eine neue Facette des Gebietes ist auch sichtbar geworden mit der heutigen Gefährdung der Diversität sowohl der Blütenpflanzen als auch ihrer Bestäuber. Das Bild übriggelassener Baumriesen, die einsam in zerstörter tropischer Landschaft stehen, erscheint uns heute schon beinahe vertraut. Die reproduktive Zukunft dieser letzten Exemplare aus dem früheren Wald ist wohl oft nur schon wegen des Fehlens der Bestäuber ungesichert (D.H. Janzen 1986). Die Zukunftssituation erscheint um so bedrohlicher, als mit «Zeitzündler-» oder «Dominoeffekten» zu rechnen ist, wobei das Verschwinden einer Art andere mit ins Verderben reisst (vgl. z. B. N. Myers 1987, G.T. Prance 1991). Obwohl heute viele Einzelbeziehungen bis in feine Details aufgeklärt sind, wird allerdings auch immer deutlicher, wie schwer die Dynamik und die ganze Komplexität aller dieser Wechselbeziehungen in ganzen Ökosystemen und in der ganzen Diversität anzugehen sind.

Seit Sprengel hat sich also die Situation genau umgekehrt. Er stand als einsamer wissender Prophet in einem Vakuum an Interesse und Verständnis seiner Zeitgenossen. Heute dagegen fühlen wir uns in vieler Hinsicht in einem Vakuum von Wissen, während das Interesse, vieles besser zu verstehen, brennend wäre. Was 1788 als unscheinbare knappe Ankündigung im Zürcher Magazin für die Botanik zum erstenmal an die Öffentlichkeit trat, hat sich zu weitreichender Aktualität entwickelt.

4 Literatur

- Baker, H.G. 1980. Anthecology: Old Testament, New Testament, Apocrypha. *New Zeal. J. Bot.* 17: 431–440.
- Bosshard, H.H. 1982. «... Hr. Doctor juris Göthe von Frankfurt ...». *Vierteljschr. Naturforsch. Ges. Zürich* 127: 71–78.
- Darwin, C. 1876. *The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom*. London: Murray.
- Delpino, F. 1867. *Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante antocarpee*. Firenze: Cellini.

- Ehrlich, P.R. & Raven, P.H. 1965. Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution* 18: 586–608.
- Ehrlich, P.R. & Wilson, E.O. 1991. Biodiversity studies: Science and policy. *Science* 253: 758–762.
- von Frisch, K. 1943. Christian Konrad Sprengels Blumentheorie vor 150 Jahren und heute. *Naturwissenschaften* 31: 223–229.
- von Goethe, J.W. 1790. Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären. Gotha: Ettinger.
- Janzen, D.H. 1986. The future of tropical ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 17: 305–324.
- Kölreuter, D.J.G. 1761, 1763, 1764, 1766. Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipzig: Gleditsch (Nachdruck: 1893, Leipzig: Engelmann).
- Kölreuter, D.J.G. 1777. Das entdeckte Geheimnis der Kryptogamie. Karlsruhe: Maklot.
- Mägdefrau, K. 1973. Geschichte der Botanik. Stuttgart: Fischer.
- Mayr, E. 1986. Joseph Gottlieb Kölreuter's contributions to biology. *Osiris, Ser. 2, 1986* (2): 135–176.
- Meyer, D.E. 1967. Goethes botanische Arbeit in Beziehung zu Christian Konrad Sprengel (1750–1816) und Kurt Sprengel (1766–1833) auf Grund neuer Nachforschungen in Briefen und Tagebüchern. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 80: 209–217.
- Müller, H. 1873. Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig: Engelmann.
- Myers, N. 1987. The extinction spasm impending: Synergisms at work. *Conserv. Biol.* 1: 14–21.
- Prance, G. T. 1991. Rates of loss of biological diversity: A global view. In Spellerberg, I. F., Goldsmith, F.B. & Morris, M.G. (Eds), *The Scientific Management of Temperate Communities for Conservation*, 27–44. Oxford: Blackwell.
- Römer, J.J. & Usteri, P. 1788. [Ankündigung]. *Mag. Bot. (Zürich)* 2 (4): 186.
- Schmid, R. 1975. Two hundred years of pollination biology: An overview. *The Biologist* 57: 26–35.
- Schuster, J. (Ed.) 1924. Goethe, Die Metamorphose der Pflanzen. Berlin: Junk.
- Sprengel, C.K. 1790. [Ankündigung]. *Mag. Bot. (Zürich)* 3 (8): 160–164.
- Sprengel, C.K. 1793. Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin: Vieweg d. Ae. (Nachdrucke: 1894, Leipzig: Engelmann; 1972, Lehre: Cramer).
- Sprengel, C.K. 1811. Die Nützlichkeit der Bienen und die Nothwendigkeit der Bienenzucht, von einer neuen Seite dargestellt. Berlin: Vieweg. (Nachdruck: 1918, Berlin: Pfenningstorff).
- Vogel, S. 1989. Fettes Öl als Lockmittel. Erforschung der ölbietenden Blumen und ihrer Bestäuber. In Thews, G. (Ed.), *Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz 1949–1989*: 113–130. Stuttgart: Steiner.
- Wichler, G. 1935. Kölreuter, Sprengel, Darwin und die Blütenbiologie. *Sitzber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin 1936*: 305–341.