

Farbpräferenzen von Blütenbesuchern

Lunau, Klaus

Auf einer bunten Blumenwiese fasziniert besonders die Vielfalt der Farben und Farbmuster von Blumen. Es ist eine alltägliche Erfahrung, daß sich Blütenbesucher nicht gleichmäßig auf das vorhandene Blütenangebot verteilen. Art, Zugänglichkeit und Menge der Blütennahrung sowie die unterschiedliche Eignung der Blütenbesucher für den Nahrungserwerb an bestimmten Blüten führen zu einer ungleichmäßigen Verteilung auf das Futterpflanzenangebot. Viele Blütenbesucher orientieren sich beim Blütenbesuch an optischen Blütensignalen. Dürfen wir deshalb Präferenzen für bestimmte Blumenfarben erwarten? Haben Blütenbesucher gar Lieblingsfarben? Diese vielschichtige Frage möchte ich im folgenden zu beantworten versuchen.

Die Vielschichtigkeit in der Frage nach Farbpräferenzen für Blütenbesucher liegt zum einen darin, daß mehrere Parameter eine Farbwahrnehmung bestimmen können. Im Farbsehen des Menschen können wir jede Farbe nach ihrer Helligkeit, ihrem Farbton und ihrer Farbsättigung einordnen sowie nach ihrem Kontrast zur Umgebung beurteilen. Bei der Analyse von Farbpräferenzen der Blütenbesucher müssen wir deren subjektive Farbempfindungen berücksichtigen. Bereits auf der Ebene der Anzahl und spektralen Empfindlichkeit der Photorezeptoren unterscheiden sich blütenbesuchende Tiere (LUNAU & MAIER 1995). Für Honigbienen (*Apis mellifera* L.) sind ein Ultraviolett-, ein Blau- und ein Grünrezeptor charakteristisch, so daß sie im Gegensatz zum Menschen UV-tüchtig, dagegen weniger empfindlich für die uns Menschen so auffällige rote Farbe sind. Schwebfliegen und manche Schmetterlinge weisen 4 und mehr Farbrezeptoren auf, wodurch sich auch die Anzahl möglicher Mischfarben in einem tetra- oder polychromatischen Farbsystem erhöht. Blütenbesuchende Fledermäuse sind farbenblind, da sie nur einen Typ von Photorezeptoren besitzen. Allein diese Eigenschaften können Ursache dafür sein, daß für einzelne Arten unterschiedliche Farbreize auffällig erscheinen. Zum anderen sind Farbpräferenzen physiologisch an ganz bestimmte Verhaltensweisen gekoppelt: sie können angeboren oder erlernt sein und in unterschiedlichen Phasen des Blütenbesuchs wie Anflug, Landung und Einsatz der Mundwerkzeuge zum Tragen kommen. Daher kann eine Farbpräferenz stets nur für eine bestimmte Verhaltensweise definiert werden.

Viele blütenbesuchende Insekten verhalten sich blumenstet. Dabei lernen einzelne Individuen, die Blüten einer bestimmten Futterpflanze an bestimmten Merkmalen von zeitgleich in demselben Biotop blühenden Pflanzen zu unterscheiden. Die Blütenstetigkeit ist gekoppelt an ein assoziatives Lernvermögen, das bei vielen Blütenbesuchern besonders für Farbmerkmale gut ausgeprägt ist. Die Blumenstetigkeit bleibt nur bei dauerhaft ergiebigen Futterpflanzen über längere Zeit erhalten. Lernt beispielsweise eine Hummel eine ergiebigeren Futterquelle kennen, so wechselt sie

die Futterpflanze und bildet wiederum eine vorübergehende Präferenz für eine möglicherweise ganz andere Farbe aus (HEINRICH 1979). Honigbienenarbeiterinnen werden meist über den Bientanz für eine neue Futterquelle rekrutiert. 94% der zum ersten Male ausfliegenden Sammlerinnen besuchen eine Trachtquelle nach der Verfolgung eines Bientanzes (LINDAUER 1952) und besitzen daher keine Information über die zu suchende Blumenfarbe, wohl jedoch über den Duft der Tracht-pflanze und über ihre Lage zum Stock. Sie verhalten sich blumenstet und orientieren sich an Farbmerkmalen, die sie bei den ersten Besuchen erlernen. Das Farbsehen von Insekten wurde an diesem Verhalten entdeckt (VON FRISCH 1915). Honigbienen zeigen auch eine spontane Bevorzugung für bestimmte Farben, dabei werden diejenigen Farben präferiert, die am schnellsten und besten gelernt werden (GIURFA et al. 1995). Bei vielen Insekten ist eine angeborene Bevorzugung für bestimmte Farben vorhanden. So landen frisch geschlüpfte Falter des Kohlweißlings *Pieris brassicae* bevorzugt auf blauen und roten Farben, wenn monochromatische Farben gleicher Intensität getestet werden (SCHERER & KOLB 1987). Taubenschwänzchen (*Macroglossum stellatarum* L.) bevorzugen angeborenermaßen blaue und gelbe Farben, wobei der Intensität und dem Farbkontrast zum Hintergrund große Bedeutung zukommt (KELBER 1997). Blütenbesuchende Blatthornkäfer (*Amphicomma* spp.) zeigen eine spontane Bevorzugung roter Blütenattrappen und gelten als Hauptbestäuber 4 rotblühender Blütenpflanzen, darunter der Klatschmohn (*Papaver rhoeas* L.) (DAFNI et al. 1990).

Frisch geschlüpfte Schwebfliegen der Art *Eristalis tenax* fliegen im Wahlversuch zunächst nur gelbe Blütenattrappen an (ILSE 1950). Diese angeborene Präferenz für bestimmte Farben kann durch Lernen verändert werden, doch in bestimmtem Umfang kann die angeborene Bevorzugung einer Farbe erhalten bleiben (LUNAU 1988). Naive und nicht dressierte Imagines von *Eristalis tenax* strecken ihren Rüssel auf optische Signale von Staubgefäßen. Die angeborene Rüsselreaktion wird im Experiment mit monochromatischen Testlichtern durch gelbe Wellenlängen >510 nm ausgelöst und durch zugemischte blaue und ultraviolette Wellenlängen gehemmt (LUNAU & WACHT 1994). Diese angeborene Farbpäferenz erfordert kein Farbsehen; es handelt sich vielmehr um ein wellenlängenspezifisches Verhalten, das durch eine feste, antagonistische Verschaltung verschiedener Photorezeptoren gesteuert ist und durch Lernen nicht modifiziert werden kann. Natürliche Auslöser der angeborenen Rüsselreaktion sind gelber Pollen, Staubbeutel und Blütenmale, die Signale von Staubgefäßen imitieren. Blüten mit verborgenen oder unscheinbar gefärbten Staubgefäßen setzen vielfach Staubgefäßimitationen als Blütenmale ein, die auch die Farbe von typisch gefärbten Pollen und Antheren nachahmen (OSCHE 1979, 1983). Die Staubgefäßimitationen sind meist so gelegen, daß eine Schwebfliege, wenn sie den Rüssel darauf streckt, den Nektar erreicht und gleichzeitig die Pollenübertragung vom Staubgefäß auf den Körper, bzw. vom Körper auf die Narbe vornimmt (Abb. 1) (LUNAU & WACHT 1997).

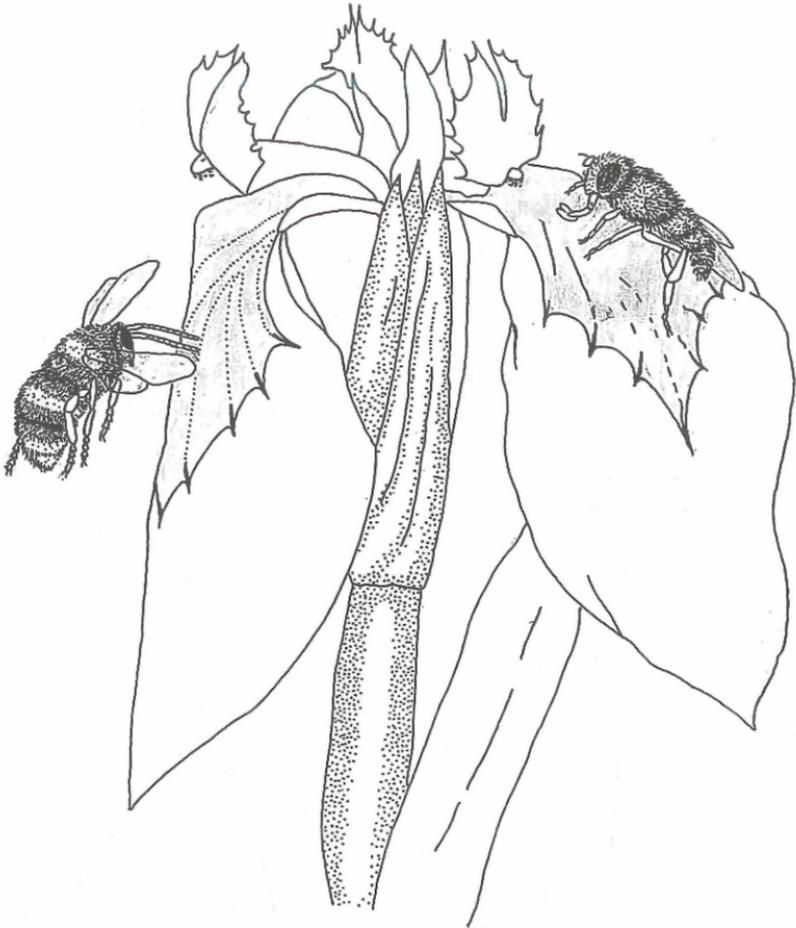


Abb. 1: Angeborene Verhaltensweisen von Blütenbesuchern auf Blütenfarben. Antennenreaktion der Erdhummel (*Bombus terrestris*) und Rüsselreaktion der Schlammfliege (*Eristalis tenax*) auf das Blütenmal der Sumpfschwertlilie (*Iris pseudacorus* L.). Das Blütenmal imitiert die Farbe von Antheren und Pollen. Auslöser der Antennenreaktion ist die höhere Farbreinheit des Blütenmals im Vergleich zum restlichen Perigonblatt, Auslöser der Rüsselreaktion ist die selektive Reflexion von gelben Wellenlängen >510 nm und gleichzeitige Absorption von kürzerwelligem blauen und ultravioletten Licht des Blütenmals. Das restliche Perigonblatt reflektiert das für Fliegen sichtbare UV-Licht. (Kombiniert aus 2 Diavorlagen. Zeichnung M. Lessens)

Viele Arbeiten beschäftigen sich mit einer Bevorzugung von Hummeln für die blaue Farbe. Die Häufigkeit blaubühender Pflanzen in höheren Gebirgslagen

koinzidiert mit einem hohen Anteil von Hummeln unter den Blütenbesuchern in diesen Regionen, so daß Hummeln dort überwiegend blaue Blumen besuchen (MÜLLER 1881, KUGLER 1935, WERTH 1949). Auch Ergebnisse von Verhaltensexperimenten scheinen eine Präferenz für blaue Farben bei Hummeln zunächst zu belegen. Können Hummeln im Wahlversuch zwischen verschiedenen Blütenattrappen wählen, so bevorzugen sie solche mit blauer Farbe gegenüber andersfarbigen Attrappen (Kugler 1949, HEINRICH et al. 1977, SMITHSON & MACNAIR 1996). Dabei handelt es sich vermutlich nicht um eine Bevorzugung des blauen Spektralbereichs, wie Spontanwahlexperimente zeigen (LUNAU 1990). Naive und nicht dressierte Erdhummeln (*Bombus terrestris* L.) orientieren sich beim Anflug an künstliche Blüten, bestehend aus Corollaattrappe und Staubgefäßattrappe, angeborenermaßen nach der Farbreinheit der Farben, unabhängig von ihrer Helligkeit und der vorherrschenden Wellenlänge. Beim Anflug aus größerer Entfernung wirkt zunächst die Farbreinheit der Corollaattrappen verhaltensauslösend. Bei der Nahorientierung reagieren Hummeln auf optische Signale von Staubgefäßen. Sie berühren selbst kleine Staubgefäßattrappen von künstlichen Blüten noch vor der Landung mit ihren Antennenspitzen, wenn deren Farbreinheit größer ist als die der Corollaattrappe. Auch in diesen Versuchen war eine blaue Attrappenfarbe hoher Farbreinheit am attraktivsten, jedoch waren andere blaue Farben geringer Farbreinheit weniger attraktiv als beispielsweise gelbe Farben hoher Farbreinheit. Präferenztests mit 2 Blütenattrappen, deren Farbmuster aus Corolla und Blütenmal farblich reziprok gestaltet ist, zeigen die Bevorzugung von Farben höherer Farbreinheit am anschaulichsten (LUNAU et al. 1996). Hummeln fliegen die Blütenattrappe, deren Corolla die höhere Farbreinheit aufweist, häufiger an; nur ein kleiner Teil der angeflogenen Hummeln führt jedoch die Antennenreaktion am Blütenmal geringer Farbreinheit aus. Die farblich reziprok gestaltete Blütenattrappe, deren Corolla die geringere Farbreinheit aufweist, fliegen die Hummeln zwar seltener an, ein hoher Prozentsatz der angeflogenen Hummeln führt jedoch die Antennenreaktion am Blütenmal hoher Farbreinheit aus. Diese Reaktion auf die Farbkomponente Farbreinheit beruht auf echtem Farbsehen. Erdhummeln besitzen vermutlich wie Menschen die Fähigkeit, die Sättigung von Farben wahrzunehmen, und zeigen eine angeborene Präferenz für gesättigte Farben. Große Farbkontraste zwischen Corolla und Staubgefäßattrappen verbessern die Erkennbarkeit der Staubgefäßattrappen und können die Häufigkeit der Antennenreaktion an der Staubgefäßattrappe noch weiter steigern, sind jedoch nicht Auslöser, wie das Wahlverhalten bei farblich reziproken Blütenattrappen mit identischem Farbkontrast zeigt. Natürliche Auslöser der Antennenreaktion bei Hummeln sind wie bei *Eristalis* Antheren sowie Antherenimitationen. Hummeln reagieren jedoch auf die höhere Farbreinheit dieser Signale und nicht auf ihre gelbe Farbe. Wie zu erwarten, finden sich unter den von Hummeln besuchten Blüten solche mit gelbreflektierenden, aber auch solche mit blau und ultraviolettreflektierenden Staubgefäßimitationen wie beispielsweise beim Roten Fingerhut (*Digitalis purpurea* L.)

Eine Präferenz für die Blütenfarbe der Futterpflanze könnte besonders für spezialisierte Blütenbesucher nützlich sein. Die Hummel *Bombus consobrinus* Dahlb. ist auf den Besuch des blaublühenden Eisenhutes *Aconitum septentrionale* Koelle spezialisiert; die Körpergröße der Arbeiterinnen ist an den Besuch der Eisenhutblüten und die Flugzeit der Art an die Blühphänologie angepaßt. Die Arbeiterinnen besuchen nahezu ausschließlich *A. septentrionale*. Eine angeborene Bevorzugung der leuchtend blauen Farbe ihrer einzigen Futterpflanze scheint jedoch nicht vorzuliegen, wie folgende Beobachtung zeigt. Früh im Jahr aktive Königinnen finden oft noch keine Blüten von *A. septentrionale* vor. Sie besuchen dann nicht etwa andere blaue Blumen, sondern bevorzugt andere *Aconitum*-Arten und andere Ranunculaceen, jedoch unabhängig von der Blütenfarbe, so daß eher eine olfaktorische Blütenerkennung vermutet werden kann (MIELDE 1983).

Zusammenfassung

Verhaltensphysiologische Untersuchungen zur Orientierung von Blütenbesuchern an Farbsignalen von Blüten zeigen, daß bei vielen blütenbesuchenden Insekten angeborene Präferenzen für eine Farbe vorliegen. Diese wellenlängenspezifischen Verhaltensweisen führen zu einer Bevorzugung bestimmter Blütenfarben beim Landeanflug. Bei Pollen fressenden Hummeln und Schwebfliegen kommen darüber hinaus angeborene Präferenzen für optische Signale von Staubgefäßen und Pollen vor. Auslöser der Rüsselreaktion von Schwebfliegen ist die Reflexion von gelben und gleichzeitige Absorption von blauen und ultravioletten Wellenlängen. Hummeln reagieren dagegen auf die Farbreinheit dieser Auslöser unabhängig von ihrer vorherrschenden Wellenlänge.

Literatur

- Dafni, A., Bernhardt, P., Shmida, A., Ivri, Y., Greenbaum, S., O'Toole, Ch., Losito, L. (1990): Red bowl-shaped flowers: Convergence for beetle pollination in the mediterranean region. *Israel J. Bot.* 39: 81-92.
- FRISCH, K. VON (1915): Der Farbensinn und Formensinn der Biene. *Zool. Jb. Physiol. Tiere* 35: 1-182.
- GIURFA, M., NUNEZ, J., CHITTKA, L., MENZEL, R. (1995): Colour preferences of flower-naive honeybees. *J. Comp. Physiol. A* 177: 247-259.
- HEINRICH, B. (1979): "Majoring" and "Minoring" by foraging bumblebees *Bombus vagans*: an experimental analysis. *Ecology* 60: 245-255.
- MUDGE, P.R., DERINGIS, P.G. (1977): Laboratory analysis of flower constancy in foraging bumblebees: *Bombus ternarius* and *B. terricola*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2: 247-265.
- ILSE, D. (1950): Colour vision in the Dronefly *Eristalis tenax*. *Nature* 163: 255-256.
- KELBER, A. (1997): Innate preferences for flower features in the hawkmoth *Macroglossum stellatarum*. *J. exp. Biol.* 200: 827-836.

- KUGLER, H. (1935): Blütenökologische Untersuchungen mit Hummeln VII. Die Anlockung von "Neulingen" durch Blüten. *Planta* 23: 692-714.
- LINDAUER, M. (1952): Ein Beitrag zur Frage der Arbeitsteilung im Bienenstaat. *Z. vergl. Physiol.* 34: 299-345.
- LUNAU, K. (1988): Innate and learned behaviour of flower-visiting hoverflies - flower-dummy experiments with *Eristalis pertinax* (Scopoli) (Diptera, Syrphidae). *Zool. Jb. Physiol.* 92: 487-499.
- (1990): Colour saturation triggers innate reactions to flower signals: flower dummy experiments with bumblebees. *J. Comp. Physiol. A* 166: 827-834.
- & WACHT, S. (1994): Optical releasers of the innate proboscis extension in the hoverfly *Eristalis tenax* L. (Syrphidae, Diptera). *J. Comp. Physiol. A* 174: 575-579.
- & MAIER, E.J. (1995): Innate color preferences of flower visitors. *J. Comp. Physiol. A* 177: 1-19.
- WACHT, S. & CHITTKA, L. (1996): Colour choices of naive bumble bees and their implications for colour perception. *J. Comp. Physiol. A* 178: 477-489.
- & WACHT, S. (1997): Signalfunktion von Pollen. *BIUZ* 27: 169-181.
- MJELDE, A. (1983): The foraging strategy of *Bombus consobrinus* (Hymenoptera, Apidae). *Acta Entomologica Fennica* 42: 51-56.
- MÜLLER, H. (1881): Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben. Leipzig.
- OSCHE, G. (1979): Zur Evolution optischer Signale bei Blütenpflanzen. *BIUZ* 9: 161-170.
- (1983): Optische Signale in der Coevolution von Pflanze und Tier. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 96: 1-27.
- SCHERER, C. & KOLB, G. (1987): Behavioural experiments on the visual processing of colour stimuli in *Pieris brassicae* L. (Lepidoptera). *J. Comp. Physiol. A* 160: 645-656.
- SMITHSON, A. & MACNAIR, M.R. (1996): Frequency-dependent selection by pollinators: mechanisms and consequences with regard to behaviour of bumblebees *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae). *J. Evol. Biol.* 9: 571-588.
- WERTH, E. (1949): Zum Begriff der Hummelblumen. *Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg* 2: 111-127.

Prof. Dr. Klaus Lunau
 Institut für Neurobiologie, Heinrich-Heine-Universität
 Universitätsstraße 1
 D - 40225 Düsseldorf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [1997](#)

Autor(en)/Author(s): Lunau Klaus

Artikel/Article: [Farbpräferenzen von Blütenbesuchern 117-122](#)