



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Blüten und Bestäuber: Fachliche Grundlagen,
Schülervorstellungen und Modelle“

Verfasser

Peter Lampert

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 445 406

Studienrichtung lt. Studienblatt: Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde, UF Mathematik

Betreuerin / Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Vorwort

Im Rahmen der Freilanddidaktik-Lehrveranstaltung in Marchegg im Sommersemester 2009 kam ich das erste Mal mit dem Thema Blütenökologie intensiv in Berührung. Aus der anfänglichen Begeisterung für dieses Themengebiet und den didaktischen Ideen dazu entstand schließlich die vorliegende Diplomarbeit. Den Weg zur fertigen Arbeit musste ich glücklicherweise nicht alleine beschreiten, wofür ich mich an dieser Stelle von ganzem Herzen bedanken möchte:

Ein erster Dank geht an meinen Diplomarbeitsbetreuer Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn, der mit seinem direkten, konstruktiven und stets aufbauenden Feedback viel zur vorliegenden Arbeit beigetragen hat. Sein Vertrauen ließ mir den Freiraum um meine Ideen und Vorstellungen umzusetzen.

Ein weiteres Dankeschön gebührt Mag. Peter Pany, der mir durch sein Engagement geholfen hat, über das Marchegg-Projekt hinaus der Blütenökologie treu zu bleiben und das Thema noch weiter zu vertiefen. Bedanken möchte ich mich auch bei Mag. Martin Scheuch für das genauso unverblümte wie hilfreiche Feedback zum Interviewleitfaden. Danke auch an Timothy Padayhag, dessen kreative Ideen eine wichtige Rolle bei der „Geburt“ des Projekts spielten.

Ein ganz großes Dankeschön gilt natürlich auch meinen Freunden und Studienkollegen, die die Studienzeit zu einem so frechen Lebensabschnitt werden ließen und mir Motivation für das Studium schenkten. Abschließend möchte ich mich noch bei meinen Eltern, Geschwistern, Neffen und Nichten bedanken. Ohne die Unterstützung, die mir durch die Familie während des Studiums zu Teil wurde, wäre dieses unmöglich gewesen.

Gemäß dem Sprichwort „Kindermund tut Wahrheit kund“ möchte ich das Vorwort mit einem Schülerinnen-Zitat abschließen, das sowohl für die Bestäubung als auch für das Verfassen einer Diplomarbeit überaus zutreffend scheint:

Ja das geht eben nicht von selber, das ist ja das Problem, sonst wäre das ja alles viel einfacher.

(Stefanie über den Pollentransport)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	6
2. Forschungsfragen & Forschungsrahmen	6
2.1. Forschungsfragen.....	6
2.2. Forschungsrahmen.....	7
2.2.1. Konstruktivismus & Conceptual Change	7
2.2.2. Didaktische Rekonstruktion	10
3. Fachliche Klärung – Eine theoretische Einführung ins Thema Blütenökologie... 11	
3.1. Was ist eine Blüte?	12
3.2. Der Grundaufbau einer Zwitterblüte	13
3.2.1. Kelchblätter (Sepalen)	14
3.2.2. Kronblätter (Petalen)	14
3.2.3. Staubblätter (Stamina)	15
3.2.4. Fruchtblätter (Karpelle)	15
3.2.5. Blütenboden, Nektarien und Co	17
3.3. Bestäubung, Befruchtung und Fruchtentwicklung	18
3.3.1. Definitionen	18
3.3.2. Progame Phase und Befruchtung	19
3.3.3. Fruchtbildung und Klassifikation der Früchte	20
3.3.4. Samenausbreitung vs. Fruchtausbreitung: Der Begriff der Diaspore	22
3.4. Bestäubungsbiologie im Detail	24
3.4.1. Definitionen	24
3.4.2. Fremdbestäubung - Tierbestäubung vs. Windbestäubung.....	25
3.4.3. Selbstbestäubung	31
3.4.4. Tierische Bestäuber & Ökologische Blumentypen	34
3.4.5. Blumentypen.....	40
3.5. Blütenökologie im Lichte der Evolution.....	44

4.	Erhebung der Schülervorstellungen	49
4.1.	Methodologie & Interview-Leitfaden	50
4.2.	Ergebnisse der Interviews	52
4.2.1.	Konzepte zur Funktion der Bestäubung.....	53
4.2.2.	Vorstellungen zum Ablauf der Bestäubung	55
4.2.3.	Begriffsklärung – Schwierigkeiten & Folgen.....	57
4.2.4.	Vorstellungen zur Diversität der Besucher	59
4.2.5.	Vorstellungen zur Diversität der Pflanzen - ein Blütenvergleich	62
4.2.6.	Vorstellungen zu Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen	68
4.2.7.	Vorstellungen zur Bewertung der Tier- und Windbestäubung	75
4.2.8.	Vorstellungen zu Anpassung & Evolution.....	79
5.	Didaktische Strukturierung – Ein Unterrichtsmodell zur Blütenökologie	85
5.1.	Blütenökologie im Schulbuchvergleich	85
5.1.1.	Was ist unterrichtsrelevant?.....	86
5.1.2.	Wie wird der Begriff „Blüte“ in Schulbüchern definiert?.....	88
5.1.3.	Aufbau einer Zwitterblüte in Schulbüchern	89
5.1.4.	Bestäubungsbiologie in Schulbüchern	92
5.1.5.	Befruchtung und Fruchtbildung im Schulbuchvergleich	98
5.1.6.	Samen- und Fruchtausbreitung in Schulbüchern.....	101
5.1.7.	Behandlung von evolutionären Ansätzen und Phänomenen im Unterricht.....	102
5.2.	Vorstellung des Unterrichtsmodells	103
5.2.1.	Einführungsteil – Besprechung der Grundorgane einer Zwitterblüte... 103	
5.2.2.	Einsatz blütenbiologischer Modelle.....	106
5.2.3.	Arbeitsaufträge.....	114
5.2.4.	Nachbesprechung.....	118
5.3.	Allgemeine didaktische Kritik des Unterrichtsmodells.....	118
5.3.1.	Verlaufs- und Sozialformen.....	118

5.3.2. Interesse und Motivation	121
5.3.3. Neurowissenschaftliche Grundsätze	124
5.3.4. Biologische Arbeitsweisen	126
5.3.5. Modelle und Modellbildung	127
5.4. Interviewergebnisse & Unterrichtsmodell	129
5.4.1. Alltagsvorstellungen und deren Einbezug in das Unterrichtsmodell....	129
5.5. Status quo & Ausblicke	133
QUELLENVERZEICHNIS	135
Bücher des Schulbuchvergleichs	135
Sekundär-Literatur	135
Literatur der fachlichen Klärung.....	135
Didaktik-Literatur	136
Onlinequellen	140
ANHANG	141
Zusammenfassung	141
Abstract.....	141
Interviewleitfaden	142
Apfelblüte & Angraecum sesquipedale	144
Xanthopan morgani.....	145
Arbeitsauftrag 1 - Handeln wie ein Insekt.....	146
Arbeitsauftrag 1 für ältere SchülerInnen	147
Arbeitsauftrag 2 - Ein Blumenvergleich	148
Arbeitsauftrag 3 - Gartenrallye zur Blütenökologie.....	149
Transkript – Interview Alex	150
Transkript – Interview Elias	158
Transkript – Interview Janine	167
Transkript – Interview Leon	175
Transkript – Interview Maria	182

Transkript – Interview Ruben	190
Transkript – Interview Stefanie.....	198
Artikel in Unterricht Biologie Nr. 375	207

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modell der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al. 1997....	10
Abbildung 2: Modellblüte in Aufsicht und im Längsschnitt	13
Abbildung 3: Schema eines Staubblatts	15
Abbildung 4: Schema von Stempel und Fruchtknoten.....	16
Abbildung 5: Ständigkeit des Fruchtknotens.....	17
Abbildung 6: Schema der Samenanlage	19
Abbildung 7: Heterostylie.....	32
Abbildung 8: Salbeiblüte im männlichen Zustand	43
Abbildung 9: Röhrenblütenmodelle mit unterschiedlicher Kronröhrenlänge	107
Abbildung 10: Modell eines korbformigen Blütenstandes	110
Abbildung 11: Modell einer Salbeiblüte.....	112

1. Einleitung

Blütenökologie ist ein Paradebeispiel der biologischen Vielfalt. Das Zusammenspiel von Pflanzen und Tieren bietet BotanikerInnen, ZoologInnen, EthologInnen, EvolutionsbiologInnen oder sonstigen wissenschaftlichen VertreterInnen der Biologie ein breit gefächertes Forschungsfeld, das mit allerhand Überraschungen aufwartet. Aber auch der/die „Nicht-BiologIn“ erfreut sich (zumindest indirekt) an diesem Thema, sei es bei einem Spaziergang durch eine Blumenwiese, beim Schenken/Erhalten eines Blumenstraußes oder bei der Verkostung süßen Honigs.

In der nachfolgenden Diplomarbeit wird das Themenfeld „Blütenökologie“ theoretisch aufgearbeitet und Vorstellungen der SchülerInnen zu diesem Thema erfasst. Auf dieser Grundlage schließt die Präsentation eines kind- und jugendgerechten Vermittlungsansatzes an. Diese drei Hauptabschnitte entsprechen den Eckpunkten des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (siehe Kapitel 2.2), auf welcher die Diplomarbeit basiert.

2. Forschungsfragen & Forschungsrahmen

2.1. *Forschungsfragen*

Das Hauptziel der Diplomarbeit ist es, mithilfe der didaktischen Rekonstruktion eine im Botanischen Garten der Universität Wien (HBV) sowie an Schulen durchführbare Unterrichtssequenz zum Thema „Blütenökologie“ zu entwickeln.

Dabei sollen Forschungsfragen aus verschiedenen Bereichen beantwortet werden, die nach den Kapiteln der Diplomarbeit geordnet dargestellt werden:

Fachliche Klärung:

- Welche Fachinformationen sind für Unterrichtende zur Durchführung eines Projekts zur Blütenökologie besonders relevant?

Erhebung von Schülervorstellungen:

- Welche Vorstellungen besitzen SchülerInnen zu diesen unterrichtsrelevanten

Bereichen der Blütenökologie?

- Welchen Stellenwert hat für SchülerInnen die Vielfalt in der Blütenökologie?
- Welche Konzepte bestehen zu Kosten- bzw. Nutzen bei der Bestäubung?

Didaktische Strukturierung:

- Wie können die Erkenntnisse aus den qualitativen Interviews für die didaktische Strukturierung genutzt werden?
- Wie kann eine Unterrichtseinheit zur Blütenökologie gestaltet werden?

2.2. Forschungsrahmen

Den Forschungsrahmen bildet die Didaktische Rekonstruktion, welche besonders auf die Theorie des Moderaten Konstruktivismus¹ und modifizierte Formen des „conceptual change“ aufbaut.² Aus diesem Grund sollen erst diese beiden Bausteine betrachtet werden.

2.2.1. Konstruktivismus & Conceptual Change

Der *moderate Konstruktivismus* basiert auf folgenden Grundannahmen:³

SchülerInnen konstruieren ihr Wissen selbst in Abhängigkeit von ihrem Vorwissen und ihren Vorerfahrungen. Wissen kann dadurch nicht durch eine externe Quelle (z.B. Lehrer) einfach „eingetrichtert“ werden, sondern es müssen die SchülerInnen selbst die neuen Informationen in Wissensstrukturen umsetzen. Bei der Gestaltung von Lernumgebungen muss dieser Sachverhalt berücksichtigt werden. Verschiedene SchülerInnen nehmen die gleiche Sache unterschiedlich wahr, bauen sie unterschiedlich in ihre bereits vorhandenen Strukturen ein und auch die Lernergebnisse unterscheiden sich zwangsläufig. Damit LernerInnen neue Information verarbeiten, ist es nötig, dass diese Bezug zu einem relevanten Kontext besitzt.

Aufbauend auf diese Grundsätze können konstruktivistische Lernumgebungen geschaffen werden:⁴

Die Lernenden müssen eine solche Umgebung als authentisch erfahren, d. h. dass

¹ Vgl. GERSTENMAIER & MANDL 1995; RIEMAIER 2007.

² Vgl. STRIKE & POSNER 1992 ; DUIT 2010; KRÜGER 2007; DUIT & TREAGUST 2003.

³ Vgl. GERSTENMAIER & MANDL 1995: S. 874f ; RIEMAIER 2007: S. 75 ; WIDODO & DUIT 2004: S. 236ff.

⁴ Vgl. GERSTENMAIER & MANDL 1995: S. 879 ; RIEMAIER 2007: S. 72ff.

sie mit realistischen Problemen konfrontiert werden und der Rahmen zur Problemlösung angemessen ist. Des Weiteren wird dem/der SchülerIn das Wissen in mehreren Kontexten und aus verschiedenen Sichtweisen gezeigt, damit das neue Wissen auch auf weitere Gebiete angewendet werden kann. Ein zusätzlicher Faktor ist die soziale Komponente (Lernen in Gruppen, kooperatives Lernen, etc.), die eine solche Lernumgebung beinhalten sollte. Für die Konstruktion von Wissen ist es essentiell, den SchülerInnen ausreichende Freiheiten zur Verfügung zu stellen. Die Inhalte müssen Raum für eigene Entdeckungen, Wissenskonstruktionen und Interpretationen bieten. Dem/der LehrerIn kommt eine wichtige Rolle zu, indem er/sie eine Unterstützung beim selbständigen Lernen bietet, auf Kritik und Fragen der SchülerInnen eingeht und diese bei der Problemlösung ermutigt.

Die konstruktivistische Sichtweise, dass Wissen selbst konstruiert und nicht übertragen werden kann, kann auch neurowissenschaftlich (siehe 5.3.3) gestützt werden.⁵

Auf der Grundlage des Konstruktivismus kann ein Überblick über die „**conceptual change**“ – Theorie gegeben werden. In der ursprünglichen Form von STRIKE & POSNER beschreibt „conceptual change“ den Wechsel von „falschen“ (*misconceptions*) zu fachlich richtigen Konzepten.⁶ Im Laufe der Weiterentwicklung dieser Theorie wurde auf das wertende „falsch“ verzichtet und man spricht von Alltags- oder Lernervorstellungen.⁷ Außerdem ist das Wort „change“ nicht mehr als grundlegender Wechsel einer Vorstellung zu sehen, wie dies ursprünglich der Fall war. Ein tatsächlicher „Wechsel“ würde das vollständige Aufgeben eines alten Konzepts zugunsten eines Neuen implizieren. Es zeigte sich jedoch, dass die Lernervorstellungen sehr resistent sind und in bestimmten Kontexten immer noch angewendet werden, selbst wenn dem/der Lernenden ein alternatives fachliches Konzept vorgestellt wird.⁸ Aus diesem Grund wird „conceptual change“ hier als Rekonstruktion („conceptual reconstruction“) von Wissensstrukturen aufgefasst.⁹

Die Erkenntnis, dass sich Alltagsvorstellungen aus konkreten Erfahrungen ergeben haben und in diesem Zusammenhang überzeugen, erklärt, warum diese von den Lernenden so lange beibehalten werden. Es ist daher wichtiger herauszufinden, wel-

⁵ Vgl. ROTH 2006: S. 21.

⁶ STRIKE & POSNER 1992: S. 148ff.

⁷ Vgl. KRÜGER 2007: S. 82.

⁸ Vgl. DUIT & TREAGUST 2003: S. 673.

⁹ Vgl. KATTMANN 2005: S. 168; KRÜGER 2007: S. 83.

che Auslöser (z.B. eine falsch gebrauchte Metapher) zu solchen Konzepten führen, als diese Vorstellungen im Detail auszuformulieren.¹⁰ Die Theorie des erfahrungsba-
sierten Lernens verknüpft die Rolle von Metaphern mit der konstruktivistischen
Sichtweise.¹¹

Damit eine neue Vorstellung (re-)konstruiert werden kann, müssen nach STRIKE &
POSNER zumindest vier Bedingungen erfüllt sein:¹²

1. Der/die Lernende muss mit seiner bisherigen Vorstellung unzufrieden sein. Dies kann geschehen, wenn der/die SchülerIn mit einer Anomalie konfrontiert wird, die sich mit der alten Vorstellung nicht klären lässt bzw. mit dieser im Widerspruch steht. Dadurch kann das Vertrauen in die ursprüngliche Vorstellung verloren gehen und man ist offen eine neue Vorstellung zu rekonstruieren.
2. Die neue Vorstellung muss verständlich sein. SchülerInnen müssen ihren Sinn rational erfassen können, die Vorstellung muss also in ihr bisheriges Wissen eingeordnet werden können.
3. Die neue Vorstellung muss plausibel sein. Das bedeutet, dass sie zusätzlich zur Verständlichkeit auch glaubwürdig und widerspruchsfrei sein muss. Wichtig dabei ist, dass die neue Vorstellung die Probleme besser lösen kann, als die bisherige.
4. Die neue Vorstellung muss fruchtbar sein. Zusätzlich zu den vorigen beiden Punkten, sollte die neue Vorstellung erweiterbar sein und sich auch in anderen Bereichen als hilfreich erweisen.

¹⁰ Vgl. STRIKE & POSNER 1992: S. 158f.

¹¹ Vgl. GROENGIESSER 2007: S. 106ff.

¹² Vgl. STRIKE & POSNER 1992: S. 149; KRÜGER 2007: S. 83f, die deutschen Begriffe entsprechen den von Krüger gewählten Übersetzungen.

2.2.2. Didaktische Rekonstruktion

Moderater Konstruktivismus und „conceptual change“ bilden die Grundlage für die „Didaktische Rekonstruktion“. ¹³ Sie versucht Theorie und Praxis auf konstruktive Art und Weise zu verbinden. ¹⁴ Mithilfe der Didaktischen Rekonstruktion sollen drei Bereiche in eine dynamische Beziehung gesetzt werden:

„Bei der Didaktischen Rekonstruktion eines Unterrichtsgegenstandes werden drei wechselwirkende Teile eng aufeinander bezogen: fachliche Klärung, Erfassung von Schülervorstellungen und didaktische Strukturierung.“ ¹⁵

Die Wechselwirkungen dieser Beziehungen können mithilfe des Fachdidaktischen Tripletts veranschaulicht werden: ¹⁶

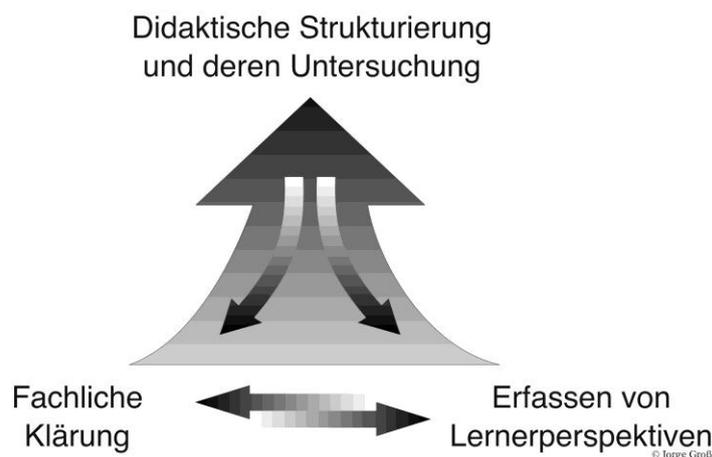


Abbildung 1: Modell der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al. 1997

Das Schema zeigt, dass eine alleinige fachliche Auseinandersetzung mit einem Thema nicht genügt, sondern ein Einbezug der Lernerperspektiven notwendig ist, um den Inhalt didaktisch zu strukturieren. Bei der Besprechung des „conceptual change“ wurde bereits über Lernervorstellungen und deren Einbezug in den Unterricht gesprochen. Im Rahmen der didaktischen Rekonstruktion werden fachliche und von den SchülerInnen genutzte Konzepte **gleichwertig** behandelt und für die didaktische Strukturierung genutzt. ¹⁷ Wurde ein didaktisches Konzept entwickelt, so muss wieder-

¹³ KATTMANN et al. 1997.

¹⁴ Vgl. KATTMANN 2007: S. 93.

¹⁵ KATTMANN et al. 1997: S. 4.

¹⁶ URL:http://gross.biodidaktik.uni-hannover.de/imperia/md/content/de/uni-hannover/naturwissenschaften/jorge_gross/modell_didaktische_rekonstruktion.jpg [12.8.2011].

¹⁷ Vgl. KATTMANN 1997: S. 6; KATTMANN 2010: S. 98.

rum untersucht werden, in welchem Verhältnis es zur fachlichen Klärung steht, und welchen Einfluss das Konzept auf die Schülerperspektiven hat. Somit setzt die Arbeit mit der Didaktischen Rekonstruktion ein rekursives Vorgehen voraus.¹⁸

Lernen im Sinne des „conceptual change“ wird in diesem Modell als ‚Vorstellungs-Änderung‘¹⁹ bzw. als Rekonstruktion der Wissensstrukturen²⁰ aufgefasst.

Die **fachliche Klärung** soll in Vermittlungsabsicht, also aus fachdidaktischer Perspektive, die wissenschaftliche Seite des Themas Blütenökologie systematisch untersuchen.²¹

Durch die **Erfassung von Lernerperspektiven** sollen die Vorstellungen der Schülerinnen erhoben werden. Innerhalb des Oberbegriffs „Vorstellungen“ wird nach aufsteigender Komplexitätsebene zwischen „Begriff“, „Konzept“, „Denkfigur“ und „Theorie“ unterschieden.²²

In die **didaktische Strukturierung** fließen sowohl die Erkenntnisse aus der fachlichen Klärung als auch die Schülervorstellungen ein.²³

3. Fachliche Klärung – Eine theoretische Einführung ins Thema Blütenökologie

Betrachtet man das eingangs erwähnte „Blütenmeer“ einer bunten Wiese etwas genauer, fällt einem unweigerlich die enorme Vielfalt ins Auge. Diese Bandbreite an Blüten- bzw. Blumenformen (zur genauen Begriffserklärung später mehr) in Kombination mit einer nicht minder großen Blütenbesuchervielfalt macht das Thema außerordentlich spannend und potentiell lehrreich, aber ebenso umfangreich. Aus diesem Grund beschränkt sich die folgende theoretische Einführung nur auf die „unterrichtsrelevanten“ Bereiche dieses weitreichenden Themenfeldes.²⁴ Eine solche Einschränkung ist auch durch die Vermittlungsabsicht der fachlichen Klärung gerechtfertigt.

¹⁸ Vgl. KATTMANN 2007: S. 94.

¹⁹ Vgl. KATTMANN 1997: S. 6.

²⁰ Vgl. KRÜGER 2007: S. 83.

²¹ Vgl. KATTMANN 2007: S. 94.

²² Vgl. KATTMANN 1997: S. 74; BAALMANN et al. 2005: S. 8.

²³ Vgl. KATTMANN 2007: S. 96f.

²⁴ Die „Unterrichtsrelevanz“ einzelner Bereiche wird im Rahmen der Didaktischen Strukturierung (siehe 5.1.) begründet.

3.1. Was ist eine Blüte?

Die Frage, was unter einer Blüte zu verstehen ist, wirkt auf den ersten Blick trivial. Sie bedarf dennoch einer genaueren Klärung, wie bereits Friedrich KNOLL vor über 50 Jahren feststellte:

„Er [Der Blütenbegriff, d. Verf.] ist heute eindeutig und folgerichtig und er entspricht in jeder Hinsicht den natürlichen Gegebenheiten und Erkenntnissen. Dagegen hat sich in der Unsicherheit und Unklarheit, die dem Begriff „Blüte“ in der Umgangssprache anhaftet, in derselben Zeit nichts geändert.“²⁵

Diese Einschätzung hat auch fünf Jahrzehnte später immer noch seine Gültigkeit, wie der häufig falsche synonyme Gebrauch der Begriffe Blüte und Blume zeigt. Eine kurze Blütendefinition, die auch für den schulischen Rahmen brauchbar ist, lässt sich bei HESS finden: *„Die Blüte ist das gestauchte Ende eines Sprosses, dessen Blattorgane direkt oder indirekt im Dienst der sexuellen Fortpflanzung stehen.“²⁶*

Um die Begriffe Blüte und Blume klar zu trennen, bedarf es eines Zwischenschritts: Blüten sind häufig in sogenannten Blütenständen angeordnet, welche eine wichtige bestäubungsbiologische Rolle spielen. Ein Blütenstand kann wie folgt definiert werden: *„Wenn der blütentragende Teil des Sprosssystems deutlich vom übrigen vegetativen Sprossbereich abgesetzt ist, spricht man von einem Blütenstand (Infloreszenz).“²⁷*

Im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung hat sich ein breites Spektrum an Blütenständen etabliert, die durch Modifikationen (Streckung, Stauchung und Verdickung) von Haupt- und Nebenachse entstanden.²⁸

Nun kann der Begriff „Blume“ fachlich geklärt werden, womit auch die angesprochene Beziehung zwischen Blüte und Blume erhellt wird:

„Wenn [...] von Blumen die Rede ist, so ist damit die funktionelle Einheit bei der Bestäubung gemeint. Die Blume kann dabei eine Einzelblüte oder eine ganze Infloreszenz darstellen.“²⁹

²⁵ KNOLL 1956: S. 1.

²⁶ HESS 1983: S. 13; HESS 2005: S. 83.

²⁷ HESS 1983: S. 18.

²⁸ Vgl. HESS 1983: S. 18ff.

²⁹ LEINS 2000: S. 182.

In Sonderfällen kann sogar ein Teil einer Blüte als Blume fungieren (siehe unten).

Worin liegt der Unterschied zwischen Blüte und Blume? Bei einer Tulpe (Gattung *Tulipa*, Fam. Liliaceae) etwa sind Blüte und Blume tatsächlich dasselbe. Anders sieht der Fall beispielsweise bei Vertretern der Familien der Asteraceae und Apiaceae aus, da hier der ganze Blütenstand eine Blume bildet. Bilden mehrere Blüten eine Blume, wie die angesprochenen korbformigen Blütenstände der Asteraceen, so spricht man von einem Pseudanthium.³⁰ Auch der umgekehrte Fall, dass eine Blüte mehrere Blumen bildet, ist, wenn auch weitaus seltener, möglich. Solch ein Meranthium (=Teilblüte) lässt sich bei den Schwertlilien (*Iris*) in der heimischen Flora finden, da hier eine Blüte drei „Rachenblumen“ bildet.³¹

3.2. Der Grundaufbau einer Zwitterblüte

Nachdem die Blüte definiert wurde, können die einzelnen Blütenorgane einer Zwitterblüte genauer unter die Lupe genommen werden. Dabei sollte bewusst sein, dass diese „Grundblüte“ nur ein idealisiertes Modell darstellt, keine reale Blüte widerspiegelt und auch nicht als phylogenetischer Urtyp einer Blüte angesehen werden darf.³²

Bei einer Zwitterblüte lassen sich von außen nach innen **Blütenhüllblätter**, **Staubblätter** und **Fruchtblätter** unterscheiden. Die Blütenhüllblätter unterscheiden sich in vielen Fällen voneinander – hier differenziert man **Kelchblätter** und **Kronblätter**. Abbildung 2 zeigt eine idealisierte Blüte mit unterscheidbaren Blütenhüllblättern.³³

Aus den Bezeichnungen für die „Blütenorgane“ wird nochmals ersichtlich, dass es sich dabei um speziell umgewandelte Blätter handelt.

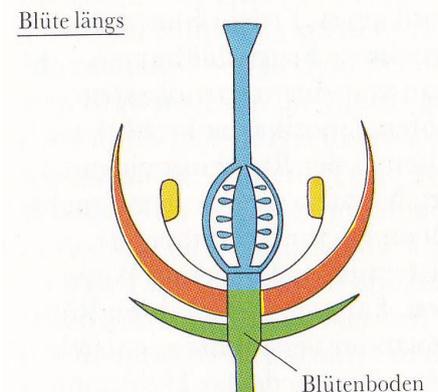
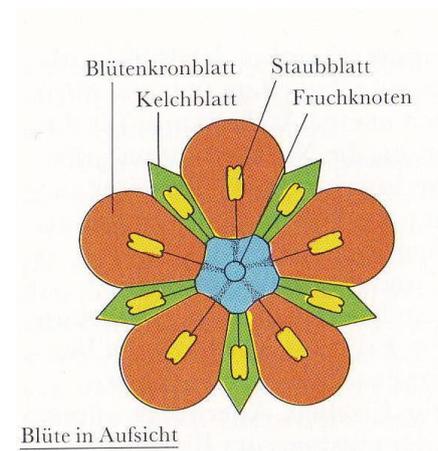


Abbildung 2: Modellblüte in Aufsicht und im Längsschnitt

³⁰ Vgl. LEINS 2000: S. 182.

³¹ Vgl. LEINS 2000: S. 198.

³² Vgl. LEINS 2000: S. 8.

³³ Quelle: HESS 1983: S. 15.

Diese Organe können miteinander verwachsen, oder teilweise völlig reduziert sein, was sich in den Eigenschaften der Blüte und dadurch auch in der Bestäubungsbiologie niederschlägt. Eine genauere Kenntnis und Analyse aller Blütenorgane ist deshalb entscheidend um die Blütenvielfalt zu verstehen.

3.2.1. Kelchblätter (**Sepalen**)

Der äußerste Wirtel einer Blüte mit unterschiedlichen Blütenhüllblättern wird von den Kelchblättern (**Sepalen**) gebildet. Die Gesamtheit der Kelchblätter nennt man Kelch (**Calyx**). Die Sepalen sind meist grün gefärbt, stabil und besitzen, besonders bei der noch geschlossenen Blütenknospe, eine Schutzfunktion für die innen liegenden Organe. Die Kelchblätter können frei (z.B. Rosaceae) aber auch verwachsen sein, wodurch der Kelch eine Röhre bildet (z.B. Primulaceae).³⁴

Der Kelch bildet gemeinsam mit der Krone (siehe 3.2.2) die Blütenhülle (**Perianth**). Eine in Kelch und Krone gegliederte Blütenhülle wird auch als doppeltes oder gegliedertes Perianth bezeichnet.³⁵ In den Fällen, bei denen Kelch und Krone nicht unterschieden werden, da es nur „kronblattartige“ Blätter gibt, spricht man von einem einfachen (ungegliederten) Perianth oder einem **Perigon**. Die einzelnen Elemente des Perigons sind die **Tepalen**. Dieser Zustand tritt bei vielen Einkeimblättrigen, wie etwa der in vielen Schulbüchern besprochenen Tulpen (*Tulipa*), auf.³⁶

3.2.2. Kronblätter (**Petalen**)

Im nächsten, weiter innen liegenden Wirtel, befinden sich die oft auffällig gefärbten Kronblätter (**Petalen**), die die Krone (**Corolla**) bilden. Sie sind in der Regel zarter als die Kelchblätter. Den Petalen kommt einerseits ebenfalls eine Schutzfunktion für die weiter innen liegenden Staub- und Fruchtblätter zu. Die weitaus wichtigere Funktion der Kronblätter ist aber die Anlockung von Bestäubern (Pollinatoren). Durch auffällige Farben und Kontraste werden bei tierbestäubten Pflanzen die potentiellen Pollinatoren angezogen. Bei windbestäubten Blüten hingegen fällt diese Funktion weg, ihre Kronblätter sind meist unauffällig oder stark reduziert.

Analog zu den Sepalen können auch die Petalen äußerst vielgestaltig sein: Durch Verwachsungen untereinander und/oder mit den Staubblättern oder durch spezielle Anordnungen der Kronblätter können sich völlig unterschiedliche blütenbiologische

³⁴ Vgl. HESS 2005: S. 156 & S. 171.

³⁵ Vgl. HESS 1983: S. 15.

³⁶ Vgl. HESS 2005: S. 113 – 134.

Eigenschaften ergeben. Wie oben angesprochen, kann eine solche Unterteilung in Kelch und Krone fehlen, was allerdings keinesfalls bedeutet, dass diese Perigone weniger attraktiv (für Bestäuber wie für uns Menschen) sind.

3.2.3. Staubblätter (Stamina)

Die **Staubblätter (Stamina)** bilden in ihrer Gesamtheit den männlichen Teil der Zwitterblüte, das **Androeceum**. Das Staubblatt kann weiter untergliedert werden in **Staubfaden (Filament)** und **Staubbeutel (Anthere)**. Die Anthere wiederum besteht aus zwei **Theken**, die durch das **Konnektiv** miteinander verbunden sind (siehe Abbildung 3).³⁷ Jede Theke beinhaltet zwei Pollensäcke, die die Pollenkörner mit den männlichen Geschlechtszellen, beherbergen. Durch Aufreißen der Pollensäcke wird der häufig auch als Blütenstaub bezeichnete Pollen entlassen.

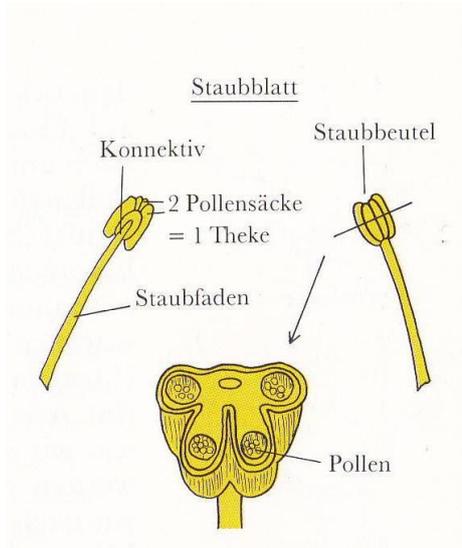


Abbildung 3: Schema eines Staubblatts

Auch hier sind die Verwachsungsphänomene sehr verschiedenartig, da die Staubblätter sowohl untereinander als auch mit den beiden angrenzenden Blattorganen (Blütenhüllblätter bzw. Fruchtblätter) verwachsen sein können. Weiters stehen auch die Beschaffenheit und die Menge des Pollens in Zusammenhang mit der Bestäubung.³⁸

3.2.4. Fruchtblätter (Karpelle)

Im Zentrum der Zwitterblüte können sich ein oder mehrere **Fruchtblätter (Karpelle)** befinden, deren Blattcharakter nur mehr schwer wieder zu erkennen ist. Gemeinsam mit den Staubblättern stehen sie direkt im Dienst der sexuellen Fortpflanzung.³⁹ Die Fruchtblätter tragen die Samenanlagen und stellen die weiblichen Blütenorgane dar, die in ihrer Gesamtheit **Gynoeceum** genannt werden. Da in der Fachliteratur und besonders auch in Schulbüchern die Bezeichnung **Stempel (Pistill)** für das weibliche Organ der Blüte auftaucht, stellt sich die Frage, in welcher Beziehung Fruchtblätter und Stempel stehen?

³⁷ Quelle: HESS 1983: S. 15.

³⁸ Vgl. KNOLL 1956: S. 6. und LEINS 2000: S. 51.

³⁹ Vgl. HESS 1983: S. 14.

Hierzu müssen zwei Fälle unterschieden werden:⁴⁰

- Chorikarpie: Die Fruchtblätter sind frei.⁴¹ Hier bildet ein Fruchtblatt jeweils einen Stempel.
- Synkarpie (= Coenokarpie): Die Karpelle sind \pm miteinander verwachsen. Diese Fruchtblätter bilden gemeinsam einen Stempel (siehe Abbildung 4).⁴²

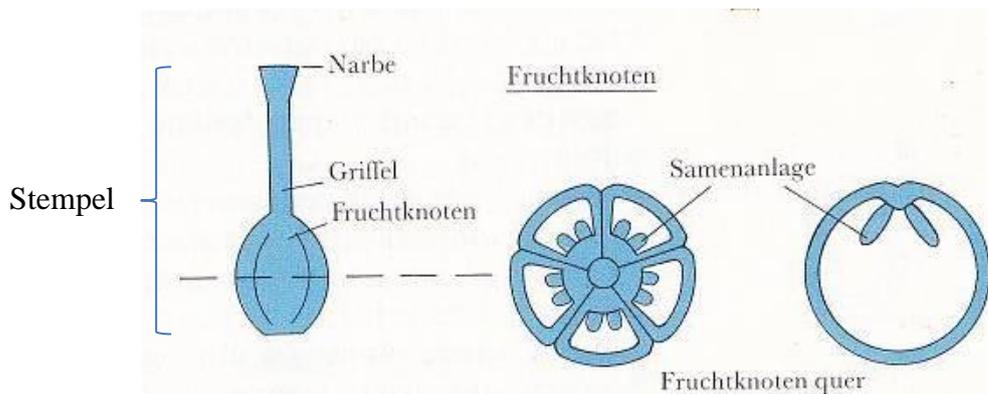


Abbildung 4: Schema von Stempel und Fruchtknoten

Nachdem der Begriff Stempel geklärt ist, können seine unterschiedlichen Teile genauer untersucht werden. Von oben nach unten besteht der Stempel aus der **Narbe (Stigma)**, dem **Griffel (Stylum)** und dem **Fruchtknoten (Ovarium)** (siehe Abbildung 4). Die Narbe ist häufig klebrig, besitzt eine relativ große Oberfläche und dient dem Auffangen der Pollenkörner. Durch den oft länglichen Griffel (teilweise kann dieser auch reduziert sein) wächst der Pollenschlauch (siehe 3.3.2) hin zum meist verdickten Fruchtknoten. Im Fruchtknoten befinden sich schließlich die Samenanlagen. Griffel und Narbe können zudem eine Rolle bei der Präsentation des Pollens spielen.

Da die Lage des Fruchtknotens im Vergleich zum Blütenboden und den restlichen Blütenorganen besonders bei der Fruchtbildung eine große Rolle spielt, ist eine Betrachtung der möglichen Anordnungen nötig.⁴³

- Fruchtknoten oberständig: Der Fruchtknoten sitzt auf dem Blütenboden, ist jedoch nicht mit ihm verwachsen (siehe Abbildung 5/1).⁴⁴
- Fruchtknoten halbunterständig: Der Fruchtknoten ist im unteren Teil mit dem

⁴⁰ Vgl. hierzu FISCHER 2008: S. 97.

⁴¹ Gilt auch für den trivialen Fall, dass nur ein Karpell vorhanden ist. Bei LEINS wird dieser Fall hingegen als eigener „monokarpellater“ Typ bezeichnet.

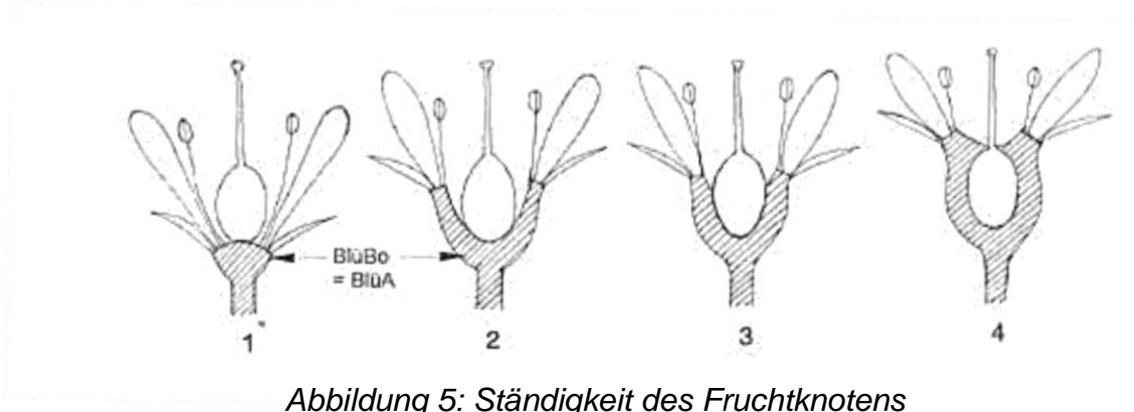
⁴² Quelle: modifiziert übernommen aus HESS 1983: S. 15.

⁴³ Vgl. FISCHER 2008: S. 97f.

⁴⁴ Quelle: FISCHER 2008: S. 97.

Blütenboden verwachsen (siehe Abbildung 5/3).

- Fruchtknoten unterständig: Der Fruchtknoten ist vollständig mit dem Blütenboden verwachsen (siehe Abbildung 5/4).



Als Sonderform des oberständigen Fruchtknotens kann der mittelständige Fruchtknoten gesehen werden. Hier sitzt der Fruchtknoten auf dem Blütenboden, befindet sich jedoch unterhalb der Ansatzstelle der restlichen Blütenorgane (siehe Abbildung 5/2).

Bei der Fruchtbildung treten die Anzahl der Karpelle, sowie die Art der Verwachsung deutlicher hervor, was sich an den unterschiedlichen Fruchttypen erkennen lässt (siehe 3.3.3).

3.2.5. Blütenboden, Nektarien und Co

Neben den ausführlich besprochenen Blütenorganen sollten weitere Teile der Blüte nicht vergessen werden, die bei der Gestalt und Funktion einer Blüte wesentlich mitwirken:

Der **Blütenboden** stellt den gestauchten Endabschnitt der Sprossachse dar, der die Blütenorgane trägt. Durch Aufwölbungen, Aushöhlungen, Verbreiterungen oder das Umschließen des Fruchtknotens, werden das Erscheinungsbild und die Funktion einer Blüte entscheidend beeinflusst. Dies lässt sich besonders gut bei der auch in vielen Schulbüchern behandelten Familie der Rosaceen beobachten.⁴⁵

Weitere funktionell wichtige Bestandteile vieler Blüten sind nektarausscheidende

⁴⁵ Vgl. FISCHER 2008: S. 93.

Drüsen, die **Nektarien**. In der Blüte lassen sich die Nektarien, je nach Pflanzengruppe, bei allen Blütenorganen in vielfältiger Form finden. Der stark zuckerhaltige Nektar dient der Verköstigung der Bestäuber, weshalb sich die meisten Nektarien in der Blüte finden lassen (florale Nektarien).⁴⁶ Allerdings gibt es auch extraflorale Nektarien, etwa bei der Zaunwicke (*Vicia sepium*) oder bei den Blättern von *Prunus*.⁴⁷

Abschließend seien noch Hochblätter erwähnt, die einerseits als Hüllblätter Einzelblüten oder Blütenstände schützend umgeben, wie z.B. bei den Asteraceae oder bei den Aronstabgewächsen, andererseits auch die Schaufunktion der Blüte unterstützen können und dadurch ebenso zum Fortpflanzungserfolg beitragen (z.B. *Euphorbia*).

3.3. Bestäubung, Befruchtung und Fruchtentwicklung

3.3.1. Definitionen

Im Alltagsgebrauch werden Bestäubung und Befruchtung oft gleichgesetzt, obwohl sie das nach blütenbiologischen Aspekten nicht sind. Dies macht wiederum eine grundsätzliche Definition notwendig, um die Unterschiede zwischen diesen beiden Termini zu erkennen. Eine ausführliche Klärung hierzu gibt HESS:

„Bei den Spermatophyta unterscheidet man Bestäubung, progame Phase und Befruchtung. Unter Bestäubung versteht man die Übertragung des Blüten-„staubs“ auf die Narben, die progame Phase umfasst die Vorgänge zwischen der Bestäubung und der Syngamie, also vor allem das Wachstum des Pollenschlauchs, das bei den Angiospermen im Gewebe des Griffels und der Samenanlage stattfindet. Die Befruchtung schließlich ist die Syngamie, bei den Angiospermen in der Sonderform der doppelten Befruchtung.“⁴⁸

Der progamen Phase wird selten, so wie in diesem Zitat, der Status einer eigenen Phase eingeräumt. In den Schulbüchern ist diese Phase des Pollenschlauchwachstums bereits Teil des Kapitels „Befruchtung“ (siehe 5.1.5). Ist die Bestäubung erfolgt, sind es genau diese Vorgänge während der progamen Phase, die entscheidend da-

⁴⁶ Vgl. hierzu LEINS 2000: S. 117ff.

⁴⁷ Vgl. FISCHER 2008: S. 99.

⁴⁸ HESS 1983: S. 124.

für sind, ob es zu einer Befruchtung kommt oder nicht.⁴⁹ Das bedeutet, dass auch trotz einer erfolgreichen Bestäubung, keine Befruchtung eintreten muss.

3.3.2. Progame Phase und Befruchtung

In den nachfolgenden Kapiteln wird noch ausführlich über die vielfältigen Wege der Bestäubung gesprochen, darum wird in der fachlichen Klärung zunächst auf den Ablauf der progamen Phase und der Befruchtung eingegangen.⁵⁰

Jedes Pollenkorn entspricht einem reduzierten männlichen Gametophyten, der von zwei Wandhüllen umgeben ist. Der Gametophyt seinerseits besteht aus einer größeren vegetativen und einer kleineren generativen Zelle. Die generative Zelle teilt sich weiters in zwei Spermazellen, wobei dies in den Pollensäcken oder erst während der Bildung des Pollenschlauchs geschehen kann.

Gelangt der Pollen nun auf die Narbe, beginnt die vegetative Zelle des Pollenkorns zu einem Pollenschlauch auszukeimen und wächst in Folge durch das Griffelgewebe Richtung Samenanlage (siehe Abbildung 6).⁵¹

Dort wird das Wachstum des Pollenschlauches von einer Helferzelle (Synergide) „gestoppt“ und die Spitze des Schlauches öffnet sich. Dadurch werden die zwei Spermazellen

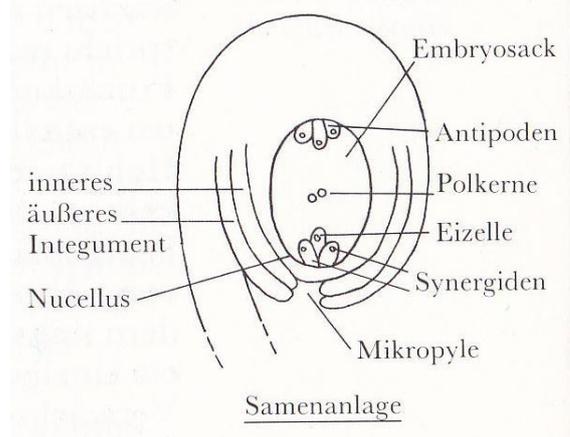


Abbildung 6: Schema der Samenanlage

entlassen. Eine Spermazelle fusioniert mit der Eizelle, während die andere mit dem diploiden Embryosackkern zu einem triploiden (sekundären) Endospermkern verschmilzt. Aus diesem Grund spricht man von einer doppelten Befruchtung, die nur bei den Blütenpflanzen zu finden ist. Das triploide Endosperm bildet anschließend das Nährgewebe im Samen, das den Embryo (=junger Sporophyt) umgibt.⁵²

Landen mehrere Pollenkörner auf einer Narbe, bilden alle einen Pollenschlauch aus. Je nach Anzahl der Samenanlagen können nicht alle Spermazellen eine Eizelle be-

⁴⁹ Vgl. HESS 1983: S. 124.

⁵⁰ Dies entspricht ausnahmsweise nicht der Reihenfolge in den Schulbüchern.

⁵¹ Quelle: HESS 1983: S. 15.

⁵² Vgl. HESS 2005: S. 64ff; LEINS 2000: S. 4f; HESS 1983: S. 117f.

fruchten, wodurch die Schläuche in Konkurrenz treten. Dabei können nur die schnellsten Pollenschläuche, also die fittesten männlichen Gametophyten, ihre Geschlechtszellen übertragen. Diese Pollenschlauchkonkurrenz kann als Form der präzygotischen Selektion angesehen werden.⁵³

Nach einer erfolgreichen Befruchtung entwickelt sich der Same, der neben dem Embryo (Keimling) auch aus der Testa (Samenschale; entwickelt sich aus den Integumenten) und dem sekundären Endosperm (Nährgewebe) besteht. Der junge Sporophyt differenziert sich in einen wurzelartigen Abschnitt (Keimwurzel = Radicula), einen Achsenabschnitt (Hypokotyl) und die zwei Keimblätter (Kotyledonen) bzw. bildet sich bei den monokotylen Pflanzen nur ein Keimblatt aus. Über diesen Keimblättern ist meist ein weiterer kurzer Achsenabschnitt, der den Ansatz für die Fortsetzung des Primärsprosses bildet. Hat der Same ein solch differenziertes Stadium erreicht, ist er reif und tritt in die Samenruhe ein.⁵⁴

3.3.3. Fruchtbildung und Klassifikation der Früchte

Während sich der Same entwickelt, kommt es in der Blüte zur Fruchtbildung. Neben den Karpellen sind häufig auch andere Blütenteile, wie etwa der Blütenboden („Fruchtfleisch“ des Apfels), der Kelch (Pappushaare bei den Asteraceen) oder das Perianth (fleischiger Teil bei der Maulbeere) an der Fruchtbildung beteiligt. Außerdem wirken teilweise auch Organe außerhalb der Blüte (Tragblatt bei der Linde) an der Fruchtbildung mit und beeinflussen dadurch die Eigenschaften der Frucht.⁵⁵

Aufgrund dieses Gedankengangs bietet sich die Definition, die LEINS gibt, an:

*„Bei der vielfältigen Mitbeteiligung von Blütenorganen am Aufbau der Frucht erscheint es praktisch, die Frucht nicht nur als das Gynoeceum zur Zeit der Samenreife zu definieren, sondern die Definition zu erweitern auf die gesamte Blüte. Wir definieren also: **Die Frucht ist die Blüte zur Zeit der Samenreife.**“⁵⁶*

Der Fruchtknoten ist in jedem Fall an der Fruchtbildung beteiligt, aus ihm entwickelt sich die Fruchtwand (Perikarp). In der Regel ist eine Schichtung des Perikarps in Exo-, Meso-, und Endokarp erkennbar. Die Fruchtwand besitzt einerseits Schutzfunktion, hat aber oft auch Funktionen, die mit der Ausbreitung im Zusammenhang ste-

⁵³ Vgl. LEINS 2000: 175ff.

⁵⁴ Vgl. LEINS 2000: S. 243; FISCHER 2008: S. 105.

⁵⁵ Vgl. LEINS 2000: S. 246.

⁵⁶ LEINS 2000: S. 246.

hen.⁵⁷

Bei der Klassifikation der Früchte gibt es mehrere Möglichkeiten, da es verschiedene Kriterien zur Einordnung zu beachten gilt: LEINS unterteilt die Früchte in einem ersten Schritt nach dem Bau des Gynoeceums (coenokarp, monokarpellat, chorikarp).⁵⁸ Für den Unterricht praktikabler scheint die Klassifikation, wie sie im *Strasburger* zu finden ist. Darin findet zuerst die Unterscheidung statt, ob sich die Früchte öffnen (Öffnungsfrüchte) oder geschlossen bleiben (Schließfrüchte). In diese beiden Kategorien lassen sich die Früchte schließlich einordnen, wobei auch die Anzahl der beteiligten Karpelle eine wichtige Rolle spielt.⁵⁹

- A. **Öffnungsfrüchte:** Die Frucht öffnet sich bei der Reife und entlässt die Samen.
- Balgfrüchte: bestehen aus einem Fruchtblatt, das sich bei Reife an der Bauchnaht öffnet.
 - Hülsenfrüchte: bestehen ebenfalls aus einem Karpell, öffnet sich jedoch an Bauch- und Rückennaht (z.B. Fabaceae).
 - Kapsel Früchte: entwickeln sich aus einem coenokarpen Gynoeceum, das von zwei oder mehreren Karpellen gebildet wird. Die **Schote** der Brassicaceen ist ebenfalls eine Kapsel.
- B. **Schließfrüchte:** Die Frucht bleibt auch in reifem Zustand geschlossen.
- Nüsse: besitzen ein trockenes Perikarp und können aus einem Fruchtblatt (z.B. *Ranunculus*) oder aus mehreren Fruchtblättern (z.B. *Betula*) eines coenokarpen Gynoeceums hervorgehen. Zu den Nüssen gehören außerdem die Karyopsen der Poaceen, die Achänen der Asteraceen und die Nüsschen bei *Fragaria*.
 - Zerfallsfrüchte / Spaltfrüchte: stellen ebenfalls trockene Schließfrüchte dar. Aus einem coenokarpen Gynoeceum gehen die Spaltfrüchte von *Malva*, *Acer* und vieler Apiaceae, sowie die Gliederschote von *Raphanus* hervor.
 - Steinfrüchte: Die äußeren Teile der Fruchtwand werden fleischig, während die inneren verholzen. Aus einem Fruchtblatt bestehen die Steinfrüchte von *Prunus*. Bei *Rubus* finden sich Sammelsteinfrüchte.
 - Beeren: Das gesamte Perikarp ist fleischig. Neben den bekannten Johannis-

⁵⁷ Vgl. HESS 2005: S. 97.

⁵⁸ Vgl. LEINS 2000: S. 246ff.

⁵⁹ Vgl. BRESINSKY et al. 2008: S. 828ff.

beeren (*Ribes*) oder vielen Solanaceen (z.B. Tomaten und Kartoffeln (*Solanum*)) gehören auch die großen Früchte der Kürbisgewächse (Cucurbitaceae) hierzu.

- Apfelfrüchte: Der Fruchtknoten ist coenokarp und unterständig. Bei der Fruchtentwicklung wird der umgebende Blütenboden fleischig (*Malus*; *Pyrus*).

3.3.4. Samenausbreitung vs. Fruchtausbreitung: Der Begriff der Diaspore

Im Alltag werden die Begriffe Samenausbreitung und Fruchtausbreitung häufig nicht unterschieden. Betrachtet man nur einfache Schließfrüchte wie etwa die Steinfrucht der Kirsche, erscheint eine solche Begriffstrennung tatsächlich als unnötig. Wirft man dagegen einen Blick auf eine Kapsel Frucht, wie etwa die des Mohns (*Papaver*), bekommt man Schwierigkeiten: Die Kapsel Frucht selbst wird nicht ausgebreitet, sondern allein die Samen werden verstreut. Bei einer Beere wie der Tomate entspricht eine einzige ausgebreitete Frucht wiederum einer Vielzahl an ausgebreiteten Samen.

Genau diesen Zusammenhang beschreibt der Diasporenbegriff, den LEINS folgendermaßen definiert: „Unter Diasporen verstehen wir ganz allgemein Ausbreitungseinheiten (Propagations- oder Vermehrungseinheiten). Wir unterscheiden zwischen vegetativen und generativen Diasporen.“⁶⁰

Unabhängig davon, ob es sich bei den Diasporen um einzelne Samen oder um viel-samige Früchte handelt, lassen sich folgende Ausbreitungsmechanismen erkennen, die in folgende Gruppen zusammengefasst werden können:

„Als biotische Agenzien fungieren der Wind und das Wasser, als biotische Tiere unterschiedlicher systematischer Herkunft. So können wir zunächst zwischen Wind-, Wasser- und Tierausbreitung unterscheiden: **Anemochorie**, **Hydrochorie** und **Zoochorie**. Hinzu kommen Mechanismen, die die Pflanze selbst zu ihrer Ausbreitung entwickelt hat: **Autochorie**.“⁶¹

Windverbreitete Diasporen zeichnen sich insbesondere durch Vergrößerungen der Oberfläche, geringes Gewicht etc. aus. Diese Eigenschaften bedingen eine relativ geringe Sinkgeschwindigkeit, wodurch diese Diasporen durch den Wind weit getragen werden können. Ein bekanntes Beispiel für die Hydrochorie stellen die schwimmfähigen Diasporen bei *Cocos nucifera* dar.

⁶⁰ LEINS 2000: S. 260.

⁶¹ LEINS 2000: S. 270.

Die Ausbreitung durch Tiere muss in mehrere Unterkategorien geteilt werden, da die Diasporen je nach Kategorie völlig andere Charakteristika aufweisen. Werden die Diasporen an Fell oder Gefieder geheftet, spricht man von **Epizoochorie**.⁶² Solche außen getragenen Ausbreitungseinheiten weisen häufig Haken oder Borsten (*Galium aparine*) und/oder eine klebrige Oberfläche (*Salvia glutinosa*) auf.⁶³

Eine andere Möglichkeit der Tierausbreitung ist, dass die Diasporen gefressen und die Samen später wieder ausgeschieden werden. Diese Form der Ausbreitung wird als **Endozoochorie** bezeichnet. Endozoochor verbreitete Diasporen besitzen genießbare Bestandteile und ihre Essbarkeit wird häufig nach außen signalisiert. Sie sind oft fleischig und enthalten Stärke, Zucker oder Fette. Die Verbreiter werden entweder durch auffällige Färbung und/oder Geruchsstoffe angelockt.⁶⁴ Viele Früchte, die dem Menschen als Nahrung dienen, gehören hier dazu (u. a. *Fragaria*, *Rubus*, *Sambucus*).⁶⁵

Bei allen genannten Vektoren existiert auch eine entsprechende ballistische Ausbreitungsform. So können Wind bzw. Tiere eine Frucht, die an einer elastischen Sprossachse sitzt, in Bewegung versetzen, wodurch es zu einer Ausstreuung der Diasporen kommt (*Papaver*; *Dipsacus sylvestris*). Auch die Energie eines Regentropfens kann zu einer ballistischen Ausbreitung führen (z.B. *Prunella vulgaris*).⁶⁶ Bei den Zooballisten verhaken sich Tier und Pflanze, und durch das folgende Zurückschnellen der Pflanze werden die Diasporen ausgestreut (bei *Dipsacus sylvestris*). Als autochore Ausbreitungsform sind besonders Schleudermechanismen zu nennen, bei denen die Diasporen von der Mutterpflanze weggeschleudert werden (u. a. *Impatiens*, *Geranium*).⁶⁷

Auch der Mensch trägt zur Pflanzenausbreitung, teilweise absichtlich durch das Anpflanzen von Zier- und Nutzpflanzen, teilweise aber auch unbeabsichtigt („Ballastwanderer“) zur Diasporenausbreitung bei (**Anthropochorie**).⁶⁸

⁶² Vgl. HESS 2005: S. 101f.

⁶³ Vgl. FISCHER et al. 2008: S. 115.

⁶⁴ Vgl. LEINS 2000: S. 306ff.

⁶⁵ Vgl. FISCHER et al. 2008: S. 115.

⁶⁶ Vgl. LEINS 2000: S. 299ff.

⁶⁷ Vgl. LEINS 2000: S. 316ff.

⁶⁸ Vgl. FISCHER et al. 2008: S. 116.

3.4. Bestäubungsbiologie im Detail

Im vorangegangenen Abschnitt wurde der Unterschied zwischen Bestäubung und Befruchtung geklärt und darauf eingegangen, welche Prozesse nach einer erfolgreichen Bestäubung ablaufen. Bis ein Pollenkorn auf der Narbe landet, muss einer von vielen Wegen der Bestäubung besprochen werden. Der Tradition der ersten Kapitel folgend, sollen erst einige grundlegende Begrifflichkeiten definiert werden.

3.4.1. Definitionen

In 3.3.1 wurde die Bestäubung (Pollination) als die Übertragung des Pollens (Blütenstaubs) auf die Narbe definiert.⁶⁹ Grundsätzlich kommt nur der Pollen der eigenen Art zur Befruchtung in Frage, da verschiedene Mechanismen die Keimung artfremden Pollens oder die Syngamie verhindern. Die Hybridisierung zwischen nahe verwandter Taxa sei hier vernachlässigt.

Zum Einstieg können somit zwei grundlegende Formen der Bestäubung, je nach Herkunft des Pollens, unterschieden werden: „*Stammt der Pollen aus derselben Blüte, dann sprechen wir von Selbstbestäubung, bei der Bestäubung aus einer anderen artgleichen Blüte dagegen von Fremdbestäubung.*“⁷⁰ Die ebenso mögliche *Nachbarbestäubung*, d.h. dass der Pollen aus einer anderen Blüte desselben Individuums stammt, ist genetisch mit der Selbstbestäubung gleichzusetzen, da alle Zellen dieselbe Gen-Ausstattung besitzen.

Grundsätzlich ist die Fremdbestäubung häufiger zu finden als die Selbstbestäubung. In einigen Fällen kann die Selbstbestäubung dennoch sehr bedeutsam sein, worauf in einem eigenen Abschnitt noch eingegangen werden soll (siehe 3.4.3).

Wie gelangt jedoch der Pollen einer Blüte zur Narbe einer Blüte eines anderen Individuums derselben Art? Um diesen Weg zu überbrücken werden Vektoren benötigt, die den Transport des Pollens übernehmen. Diese können entweder abiotisch oder biotisch sein.

Eine abiotische Bestäubung kann durch den Wind (**Anemophilie**) oder durch das Wasser (**Hydrophilie**) geschehen, wobei die Windbestäubung mit 95% des abioti-

⁶⁹ Vgl. HESS 1983: S. 124.

⁷⁰ KNOLL 1956: S. 20.

schen Bestäubungsanteils die dominante Rolle spielt.⁷¹ Die Wasserbestäubung bietet einige faszinierende Anpassungsbeispiele der ursprünglich landlebenden Samenpflanzen.⁷² Im Folgenden liegt der Fokus dennoch auf der weitaus häufigeren Anemophilie als abiotischem Bestäubungstyp, wobei allerdings viele der Eigenschaften der Windbestäubung auch auf die wasserbestäubten Arten zutreffen. Die biotische Bestäubung erfolgt durch Tiere (**Zoophilie**), insbesondere flugfähige Insekten, Vögel oder auch Fledermäuse.

Welche Vor- bzw. Nachteile bieten nun die einzelnen Bestäubungsformen und welche unterschiedlichen Anpassungssyndrome ergeben sich dadurch?

3.4.2. Fremdbestäubung - Tierbestäubung vs. Windbestäubung

Prachtvoll blühende Blumenwiesen und juckende Nasen von Pollenallergikern zeugen davon, dass sowohl die Tier- als auch die Windbestäubung eine große Rolle in der heimischen Flora spielen. Die Anemophilie stellt dabei die evolutiv ältere Form der Bestäubung dar, da die ersten Samenpflanzen wohl windbestäubt waren.⁷³ Ein Indiz für diese Hypothese ist auch, dass sich bei den ursprünglicheren Nacktsamern, von wenigen Ausnahmen abgesehen, fast ausschließlich Windblütigkeit finden lässt. In der Evolution der Bedecktsamer lässt sich in Folge ein starker Trend hin zur Insektenblütigkeit erkennen. Betrachtet man die prozentuellen Anteile an der Bestäubung, so zeigt sich, welcher großen Stellenwert die Zoophilie einnimmt.

In Mitteleuropa sind nur etwa 1/5 aller Pflanzenarten anemophil, die restlichen 4/5 sind, abgesehen von etwa einem Prozent hydrophiler Arten, tierbestäubt.⁷⁴ Je nach Standort variiert der Anteil beträchtlich, so ist der prozentuale Anteil anemophiler Arten in windreichen Küstengebieten höher als in einem nahezu windstillen Regenwald. Dennoch zeigen diese Zahlen, dass sich durch die Pollenübertragung durch Tiere für die Pflanzen, zumindest in unseren Breitengraden, ein gewisser Selektionsvorteil ergeben muss.

Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten Vor- und Nachteile der Anemophilie:⁷⁵

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| + es werden keine biotischen Pollina- | - ausreichende Windstärke wird benö- |
|---------------------------------------|--------------------------------------|

⁷¹ Vgl. HESS 1983: S. 124.

⁷² Siehe hierzu LEINS 2000: S. 214ff.

⁷³ Vgl. KNOLL 1956: S. 42.

⁷⁴ Vgl. HESS 1983: S. 125.

⁷⁵ Vgl. HESS 1983: S. 124ff.

- toren benötigt, was besonders in Regionen in denen es an den geeigneten Tiergruppen mangelt vorteilhaft ist
- + „Massenbestäubungen“ sind bei dichten Beständen leicht möglich
 - + die Pollenübertragung kann über sehr große Distanzen erfolgen
 - + keine aufwändigen Schauapparate nötig

- tigt (an windarmen Standorten problematisch)
- Pollenübertragung ist dem Zufall überlassen – ungerichtete Abgabe des Pollens
 - hohe Pollenmengen notwendig um Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Bestäubung zu steigern
 - nur bei größeren Beständen gut möglich (z.B. Gräser etc.), da Pollenübertragung sonst zu unwahrscheinlich

Zuvor wurde erwähnt, dass die Pollenübertragung durch den Wind die evolutiv ältere ist. Eine solche **primäre Windblütigkeit** lässt sich heute noch bei den zu den Nacktsamern gehörenden Coniferen beobachten. Die Vorfahren der rezenten windblütigen Bedecktsamer (u.a. Gräser, „Kätzchenblüher“) hingegen waren vermutlich ursprünglich insektenbestäubt, man spricht hier von einer **sekundären Windblütigkeit**.⁷⁶ Für windblütige Blumen lassen sich charakteristische Anpassungen erkennen, die weiter unten mit den typischen Charakteristika einer zoophilen Blume verglichen werden sollen.

Was bedingt die „Vorherrschaft“ der Tierbestäubung? Tiere als Agenzien bringen entscheidende Vorteile für die Pflanzen, sind jedoch ebenso nicht nachteilsfrei. Wiederrum lassen sich positive und negative Aspekte gegenüberstellen:⁷⁷

⁷⁶Vgl. HESS 1983: S. 129.

⁷⁷ Vgl. HESS 1983: S. 138ff.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> + die Pollenübertragung kann gerichtet erfolgen, dadurch wird die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Bestäubung höher + geringere Pollenmenge notwendig + kein Wind nötig + zwittrige Blüten günstig im Vergleich zu getrenntgeschlechtlichen Individuen + viele Pollenkörner können gleichzeitig übertragen werden + Bestäubung auch bei geringer Individuenanzahl möglich | <ul style="list-style-type: none"> - geeignete Pollinatoren müssen in ausreichender Anzahl vorhanden sein - Wetter muss für Bestäubungsflüge geeignet sein - „Kosten“ durch von Bestäubern gefressenen Pollen - auffällige Schauapparate nötig - Nektarproduktion kostet gewisse Ressourcen |
|--|--|

Der größte Vorteil der Zoophilie gegenüber der Anemophilie ist sicherlich die gerichtete Pollenübertragung. Diese zielgerichtete Übertragung der Geschlechtszellen ist es auch, die zu den durchschnittlich geringeren Pollenmengen führt. Am deutlichsten wird dies, wenn man das Verhältnis produzierter Pollen zur Zahl der Samenanlagen betrachtet (**P/O-Wert**), da dieses angibt, wie viele Pollenkörner für eine erfolgreiche Befruchtung durchschnittlich benötigt werden.⁷⁸

Bei den primär windblütigen Koniferen kommen auf eine Samenanlage über eine Million produzierter Pollenkörner. Als Beispiel für eine sekundär windblütige Art bringt es die Baum-Hasel (*Corylus colurna*) auf einen P/O-Wert von etwa 2,5 Millionen. Diese großen Pollenmengen der windbestäubten Arten sind es, die den Pollenallergikern jährlich Probleme bereiten.

Für zoophile Arten liegt dieses Verhältnis im Schnitt bei 6000-7000. Zu beachten gilt, dass es sowohl bei windblütigen Pflanzen (Bsp. *Betula pendula* – P/O-Wert: ~6700) als auch bei den zoophilen Arten (Bsp. *Aesculus hippocastanum* - P/O-Wert ~450.000) „Ausreißer“ gibt.⁷⁹

In der Regel muss bei tierbestäubten Pflanzen nur ein Bruchteil der energiereichen und damit für die Pflanzen „kostbaren“ männlichen Geschlechtszellen hergestellt werden. Bei den enormen Pollenmengen einer einzelnen anemophilen Blüte tritt zu-

⁷⁸ Vgl. LEINS 2000: S. 173.

⁷⁹ Vgl. LEINS 2000: S. 207f.

sätzlich das Problem auf, dass die Narbe einer Zwitterblüte sofort vom eigenen Pollen eingestaubt wäre und keine Fremdbestäubung mehr stattfinden könnte.

Hier liegt wohl die Ursache dafür, dass sich aus den ursprünglich zwittrigen Blüten der Bedecktsamer bei windbestäubten Arten häufig eingeschlechtliche Blüten entwickelten. Befinden sich männliche und weibliche Blüten am selben Individuum (**Einhäusigkeit = Monözie**), besteht immer noch eine gewisse Gefahr, dass der eigene Pollen die Narben bedeckt. Deshalb kam es im Laufe der Evolution der sekundären Windblütlern vielfach zur Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Individuen (**Zweihäusigkeit = Diözie**). Zweihäusigkeit bietet den zuverlässigsten Schutz vor Selbstbestäubung, ist jedoch aus energetischer Sicht für die Pflanzen äußerst kostspielig, da männliche Individuen keinerlei Samen hervorbringen können. In der österreichischen Flora lassen sich alle „Stadien“ dieser Entwicklung finden: Bei vielen Gräsern finden sich noch zwittrige Blüten (die Selbstbefruchtung wird dabei durch andere Mechanismen verhindert). Als einhäusig windbestäubt kann die Hasel (*Corylus*) gesehen werden. Diözisch sind die Vertreter der Familie der Salicaceen.⁸⁰

Für insektenblütige Pflanzen bringt die Zwitterigkeit hingegen einen großen Vorteil: Bei einem einzigen Blütenbesuch kann die Bestäubung erfolgen und im Gegenzug sofort der eigene Pollen auf den Bestäuber geladen werden. Auf die Schwierigkeit, dabei eine Selbstbefruchtung zu verhindern wird in Kapitel 3.4.3. ausführlich eingegangen. Die Evolution der Zwitterblüte kann, wie LEINS zeigt, sogar als Resultat der Insektenblütigkeit gesehen werden:

„Das einseitige parasitäre Verhältnis zwischen Pollen fressendem Insekt und Pflanze wurde durch einen einfachen „Trick“ in ein mutualistisches umgewandelt, nämlich durch die Zusammenfassung der Pollen produzierenden und Samenanlagen tragenden Organe zu dem, was wir als Zwitterblüte bezeichnen.“⁸¹

Das Prinzip der Tierbestäubung ist also denkbar simpel: Der eiweißreiche Pollen bietet für verschiedenste Tiergruppen eine wertvolle Nahrungsquelle, dies ist der Beweggrund für die Tiere, Blumen überhaupt aufzusuchen. Da von den Tieren nicht alle Pollenkörner verzehrt werden, sondern einige an verschiedenen Körperstellen hän-

⁸⁰ Vgl. HESS 1983: S. 128f; FISCHER 2008: S. 100.

⁸¹ LEINS 2000: S. 6.

gen bleiben, kann dieser beim Besuch der nächsten Blume an der Narbe abgestreift werden.⁸²

Ein Nachteil dabei ist, dass relativ viel Pollen gefressen wird, der aufgrund seines hohen Eiweißgehalts und der männlichen Geschlechtszellen für die Pflanze sehr kostbar ist. Aus diesem Grund konnten sich im Laufe der Evolution viele Pflanzen durchsetzen, die eine günstigere „Zuckerlösung“, den **Nektar**, anbieten. Durch dieses Ersatzlockmittel steht zum einen mehr Pollen für die Bestäubung zur Verfügung, zum anderen können auch Besucher geködert werden, die flüssige Nahrung bevorzugen.

Im Gegenzug dazu kommt es auch auf Seiten der Bestäuber zu Entwicklungen, die eine bessere Nutzung der angebotenen Nahrung ermöglichen (siehe 3.4.4) Pollenkitt verklebt die Pollenkörner untereinander, und hilft auch dabei, diese „Pollenpakete“ an den Bestäubern zu befestigen. Dadurch können durch einen einzelnen Insektenbesuch eine größere Anzahl an Pollenkörnern verfrachtet werden.

Für die Pflanze ist es von entscheidender Bedeutung, dass der Bestäuber mehrere Blumen derselben Pflanzenart nacheinander besucht. Würde ein vermeintlicher Pollinator von einer Art zur nächsten fliegen, würde der Pollen früher oder später auf der Narbe einer anderen Pflanzenart landen, wo er in der Regel nicht keimen kann. Durch auffällige Schaulockmittel werden die Bestäuber angelockt und es wird signalisiert, dass es hier etwas für den Bestäuber „Interessantes“ gibt. Für einen Blütenbesucher „interessant“ können sein: Nahrung in Form von Pollen oder Nektar, Öle, ein warmer Schutzplatz, vermeintliche Sexualpartner oder ein Brutplatz.⁸³ Als ursprünglich können Pflanzen angesehen werden, die die Besucher mit Nahrung ködern. Die Frage, wie sich die anderen Lockmittel entwickeln und durchsetzen konnten, wird in Abschnitt 3.5. etwas genauer diskutiert. Vorerst soll aber das Wesen der Nahrungsblumen genauer beleuchtet werden.

Die sehr unterschiedlich geformten Blumen bringen die Bestäuber außerdem dazu, sich auf eine spezifische Art auf/in der Blume zu bewegen. Wenn sich ein Besucher völlig frei bewegen kann, bedeutet dies, dass auch der Pollen an verschiedenen Orten landen kann. Gibt es hingegen nur eine mögliche Positionierung, können auch

⁸² Vgl. HESS 1983: S. 139f.

⁸³ Vgl. HESS 1983: S. 141ff.

die Pollenkörner an eine bestimmte Stelle verfrachtet werden. Beim Besuch der nächsten Blume kann im zweiten Fall auch die Pollenabgabe gezielter erfolgen. Auffällige Färbung und teilweise komplexe Mechanismen, um an das Objekt der Begierde zu gelangen, setzen jedoch seitens der Blütenbesucher etwas voraus: Die Fähigkeit zu lernen. Ein „guter“ Bestäuber sollte schnell lernen, wie eine Blume aussieht, um sie wieder zu erkennen, und wie sie zu „bedienen“ ist. BARTH schreibt hierzu passend:

„Dahinter steckt eine Lern- und Gedächtnisleistung, die Fähigkeit, Blütenmerkmale zu erkennen und mit Futter zu assoziieren und sich den Zusammenhang über längere Zeit zu merken.“⁸⁴

Diese Lernleistungen können je nach Bestäubergruppe stark variieren (siehe 3.4.4). Was bislang noch nicht geklärt wurde, ist die Frage, warum die Pollinatoren diesen „Lernaufwand“ in Kauf nehmen? Wenig überraschend hat es nichts mit der Selbstlosigkeit der vermeintlichen Pollinatoren zu tun. Es ist schlichtweg energiesparender für die Besucher, einmal einen Mechanismus zu erlernen, und diesen dann viele Male anzuwenden, als bei jedem Besuch ein neues Bewegungsmuster zu erlernen. Außerdem kann das Tier beim Besuch einer gleich aussehenden Blume „erwarten“, dass eine solche Blume die gesuchte Nahrung besitzt.

Für die Pflanze ergibt sich somit der Vorteil, dass der Bestäuber bei dieser Art bleibt, wodurch kaum Pollen unnötig verloren geht und eine zielgerichtete Bestäubung erfolgen kann. Der Bestäuber hingegen kann durch diese sogenannte **Blütenstetigkeit** (bzw. **Blumenstetigkeit**) das reichliche Angebot möglichst effizient nutzen. Eine treffende Zusammenfassung dieser Beziehung gibt wiederum BARTH in „Biologie einer Begegnung“:

„Eine wichtige Voraussetzung für die Fremdbestäubung ist, daß die Insekten den Pollen einer Blüte auf die Narbe einer anderen Blüte derselben Art transportieren. Von Seiten des Insekts, das um die Belange der Pflanzen nicht wissen kann, ist die geforderte Blüten- oder Blumenstetigkeit eine Frage der Ökonomie seines Verhaltens. [...] Es ist ebenso unökonomisch, die Zeit und Energieinvestition eines Lernaktes unnötig oft zu wieder-

⁸⁴ BARTH 1982: S. 204.

holen, wie es unökonomisch ist, unnütz lange Flugstrecken zurückzulegen.“⁸⁵

Trotz der vielen Vorteile, die die Zoophilie bietet, hat die Windbestäubung unter gewissen Voraussetzungen Vorteile, wie die beträchtliche Zahl an sekundär windblütigen Arten zeigt. Zum Abschluss dieses Kapitels seien einige typische Anpassungssyndrome wind- bzw. tierbestäubter Blumen, die sich durch die besprochenen Voraussetzungen ergeben, gegenübergestellt:⁸⁶

Anemophilie	Zoophilie
<ul style="list-style-type: none">• Blüten unscheinbar• Eingeschlechtliche Blüten (Monözie, Diözie)• kein Nektar• Pollenkörner glatt, ohne Pollenkitt• vergrößerte Narbenoberfläche	<ul style="list-style-type: none">• Auffällige Blüten (Farbe, Kontrastierungen, Geruch)• Zwitterige Blüten• Nahrung als Lockmittel (Pollen, Nektar) oder Täuscheinrichtungen• strukturierte Pollenkörner mit Pollenkitt

3.4.3. Selbstbestäubung

Es ist oben bereits angeklungen, dass in der Pflanzenwelt offenbar die Fremdbestäubung forciert und die Selbstbestäubung minimiert wird. Weshalb wird ein solcher Aufwand getrieben, Selbstbestäubung zu verhindern? Die Antwort hierfür liegt in der Genetik. Verschmelzen die Geschlechtszellen derselben Pflanze miteinander, können zwar die vorhandenen Gene neu kombiniert werden, es werden jedoch keine neuen Allele eingebracht.⁸⁷ Eine ähnliche Argumentation lässt sich auch bei LEINS finden: „Selbstbefruchtung ist, wie wir von der Inzucht her kennen, in aller Regel wegen der mangelnden genetischen Rekombinationsmöglichkeit abträglich.“⁸⁸

Die Fremdbestäubung bringt einen genetischen und somit einen evolutiven Vorteil durch das Zusammentreffen von Erbgut mit verschiedenen Allelen.

Jedoch liegen bei den zwittrigen Bedecktsamerblüten die männlichen und weiblichen Organe nahe beisammen, wodurch die Gefahr der Selbstbefruchtung besonders

⁸⁵ BARTH 1982: S. 203.

⁸⁶ Vgl. LEINS 2000: S. 207.

⁸⁷ Vgl. HESS 1983: S. 141.

⁸⁸ LEINS 2000: S. 138.

hoch ist. Für dieses „Zwitterblumenproblem“⁸⁹ finden sich in der Natur verschiedene Lösungen.

Eine erste Möglichkeit Selbstbestäubung zu verhindern ist die zeitliche Trennung des Reifens von Antheren und Narben (**Dichogamie**). Reifen die Antheren heran, bevor die Narbe empfangsbereit ist, spricht man von **Proterandrie** (=Vormännlichkeit). Auch der etwas seltenere umgekehrte Fall der **Proterogynie** (=Vorweiblichkeit) ist möglich.⁹⁰

Proterandrie ist zusätzlich eine Voraussetzung für die **sekundäre Pollenpräsentation**, bei welcher der Pollen für die Bestäubung auf dem Griffel oder der Narbe präsentiert wird. Wären beide Geschlechter gleichzeitig reif, würde eine solche Präsentation unweigerlich zur Selbstbestäubung führen. Als Beispiele für proterandrische Blüten lassen sich Familien mit sekundärer Pollenpräsentation, wie etwa die Asteraceae oder die Campanulaceae⁹¹, aufzählen. Proterandrie muss aber nicht an eine solche sekundäre Pollenpräsentation gekoppelt sein, sie lässt sich u. a. auch bei der Gattung des Salbei (*Salvia*) finden, auf deren ausgeklügelten Bestäubungsmechanismus in 3.4.5 eingegangen wird. Proterogynie findet sich u. a. bei den Brassicaceen (z.B. *Cardamine pratensis*) und den Magnoliaceen.⁹²

Neben der zeitlichen Trennung kann auch die räumliche Trennung (**Herkogamie**) zur Minimierung der Selbstbestäubung beitragen. Als bekanntes Beispiel sei wiederum der Salbei (*Salvia*) angeführt, bei dem je nach Reifezustand der Blüte, die Staub- und Fruchtblätter eine völlig unterschiedliche Position einnehmen.

Ähnlich wie die Herkogamie funktioniert die **Heterostylie** (=Verschiedengrifflichkeit), wie sie von den Primulaceen bekannt ist. Darunter versteht man die genetisch bedingte Verteilung von kurz- und langgriffligen Blüten auf verschiedene Individuen. Bei einer kurzgriffligen Blüte ist die Narbe relativ weit in die Kronröhre versenkt, die Antheren befinden

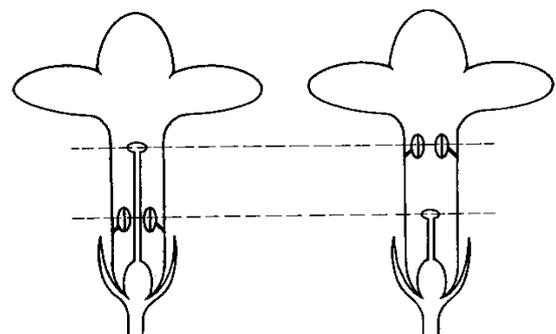


Abbildung 7: Heterostylie

⁸⁹ Vgl. hierzu LEINS 2000: S. 138 – 153.

⁹⁰ Vgl. LEINS 2000: S. 139.

⁹¹ Vgl. HESS 2005: S. 203 – 209.

⁹² Vgl. HESS 2005: S. 165.

sich jedoch am oberen Rand der Röhre. In einer langgriffligen Blüte sind diese Positionen von Staubbeutel und Griffel vertauscht (siehe Abbildung 7).⁹³

Besucht ein Schmetterling eine kurzgrifflige Primelblüte um am Blütengrund Nektar zu saugen, dann bekommt er dabei den Pollen aus den weiter oben liegenden Antheren aufgeladen. Fliegt er zu einer anderen Blüte des selben Individuums, das aus genetischen Gründen ebenso kurzgrifflig ist, kann kein Pollen auf die Narbe gelangen, da dieser ja am oberen Teil des Rüssels befestigt ist. Fliegt der Schmetterling hingegen zu einem anderen Individuum mit einer langgriffligen Blüte, kommt die Narbe genau mit dem Pollen der vorigen Blüte in Berührung. Analog geschieht die Übertragung von den unten sitzenden Antheren zu den entsprechenden Griffeln.

Noch sicherer lässt sich die Bestäubung durch die Bildung von eingeschlechtlichen Blüten vermeiden (Diklinie). Wie in Kapitel 3.4.3 erläutert, stellt besonders die Zweihäusigkeit eine äußerst kostspielige Variante der Inzuchtvermeidung dar, da es „unnütze“ männliche Individuen gibt. Aus diesem Grund finden sich nur relativ wenige zweihäusige Bedecktsamer. Dabei handelt es sich vorwiegend um windbestäubte Arten, weil durch die enormen Pollenmengen die Gefahr der Selbstbestäubung entsprechend größer ist. Dennoch lassen sich auch bei den tierbestäubten Arten Vertreter finden (z.B. *Silene dioica*).⁹⁴

Zu Beginn des Kapitels wurde aus einem guten Grund zwischen Selbstbestäubung und Selbstbefruchtung unterschieden: Dass der eigene Pollen auf die Narbe gelangt, lässt sich auch trotz der angesprochenen Mechanismen nicht immer vollständig verhindern. In solchen Fällen steht immer noch die Möglichkeit offen, zumindest die Selbstbefruchtung zu verhindern. Bei diesem, als **Selbstinkompatibilität** bezeichneten Phänomen, wird durch genetisch gesteuerte Mechanismen die Ausbildung des Pollenschlauchs chemisch gehemmt, wodurch keine Befruchtung zustande kommen kann.⁹⁵

Wenig überraschend findet sich bei den meisten Pflanzen nicht nur ein einziger Vermeidungsweg, sondern es treten häufig mehrere in Kombination auf.

⁹³ Quelle: LEINS 2000: S. 149.

⁹⁴ Vgl. LEINS 2000: S. 146f.

⁹⁵ Vgl. LEINS 2000: S. 151ff.

Bis jetzt wurden in diesem Kapitel nur die nachteiligen Aspekte der Autogamie angeführt, obwohl sie unter bestimmten Voraussetzungen auch einen Selektionsvorteil bieten kann. LEINS bringt dies folgendermaßen auf den Punkt: „*Autogamie kann oft auch als „Notfallmechanismus“ von Nutzen sein und zu Samenansatz führen, wenn witterungsbedingt die Bestäuber ausbleiben.*“⁹⁶ Für Pionierpflanzen beispielsweise kann ein erhöhter Anteil an Selbstbefruchtung vorteilhaft sein, um die Besiedlung neuer Standorte zu beschleunigen und Konkurrenten auszusteichen. In manchen Fällen läuft die Bestäubung sogar innerhalb der geschlossenen Blütenknospe ab (**Kleistogamie**). Innerhalb einer solchen Art lassen sich in der Regel sowohl sich öffnende als auch kleistogame Blüten finden. Welche Form auftritt, kann saisonal bedingt (einige *Viola*-Arten) oder standortsbedingt (*Impatiens noli-tangere*) sein.⁹⁷

3.4.4. Tierische Bestäuber & Ökologische Blumentypen

Nicht alle Tiergruppen sind in gleichem Maße für die Bestäubung geeignet, besonders wichtig ist dabei die Flugfähigkeit der Tiere:

*„Der nach einem Blütenbesuch an den Tieren haftende Pollen darf aber zwischen zwei Blütenbesuchen nicht an irgend welchen beliebigen Gegenständen abgestreift werden, sondern er muß möglichst bald und unvermindert bei der nächsten Blüte derselben Art ankommen. Dies ist bei fliegenden Tieren am besten gewährleistet. Doch muß der Pollen auch beim Flug fest genug an der Körperoberfläche des Bestäubers haften.“*⁹⁸

Als flugfähige Tiere kommen Vögel, Fledermäuse und die verschiedensten Insektenordnungen in Betracht. In den Tropen haben Fledermäuse und Vögel eine herausragende Bedeutung bei der Bestäubung inne, in Europa hingegen sind fast ausschließlich Insekten als Bestäuber aktiv. In Australien treten in geringem Ausmaß auch flugunfähige kleine Beuteltiere als Pollinatoren auf.⁹⁹ Da europaweit nur die Insekten eine bedeutsame blütenökologische Rolle spielen und im Schulunterricht bevorzugt behandelt werden, liegt im weiteren Verlauf der Fokus auf dieser Pollinatorengruppe.

Die Bestäuber variieren zum einen stark in morphologischen Kriterien (Masse, Grö-

⁹⁶ LEINS 2000: S. 177.

⁹⁷ Vgl. LEINS 2000: S. 177f.

⁹⁸ KNOLL 1956: S. 57.

⁹⁹ Vgl. KNOLL 1956. S. 66f.

ße, Behaarung,...), aber auch in ihrer Lebensweise. Nicht alle sind gleichermaßen auf das Angebot der Blüten angewiesen und besuchen die Blumen darum in unterschiedlicher Häufigkeit und Intensität. In unseren Breitengraden verteilt sich die Tierbestäubung besonders auf die Insektenordnungen Hymenoptera (Hautflügler), Diptera (Fliegen), Coleoptera (Käfer) und Lepidoptera (Schmetterlinge), für die folgende prozentuellen Richtwerte angegeben werden können:

„Schon Paul Knuth gibt in seinem 1898 erschienenen „Handbuch der Gie“ den prozentualen Anteil dieser vier Insektenordnungen an den einheimischen Blütenbesuchern an: 47 Prozent für die Hautflügler, 26 Prozent für die Fliegen, 10 Prozent für die Schmetterlinge und 15 Prozent für die Käfer. Der ganze große Rest des Insektenreiches steht dem mit 2 Prozent gegenüber.“¹⁰⁰

Um die ausgeprägten Beziehungen zwischen Insekten und Blumen etwas besser zu verstehen, muss die tierische Seite etwas genau beleuchtet werden. Dabei ergibt sich eine mögliche Einteilung in verschiedene Blumentypen: Da sich die Besucher in ihren mitgebrachten morphologischen Voraussetzungen unterscheiden, ist nicht jedes Insekt für jede Blume in gleichem Maße „geeignet“. Kurzrüsslige Insekten können beispielsweise keinen Nektar aus tiefen Kronröhren erlangen, wodurch diese Tiere sich auf andere Blumen spezialisieren. Dadurch kommen sie für die „langröhri-ge“ Blume auch nicht mehr als Bestäuber in Frage. Anhand der *vorwiegenden* Blütenbesucher können die **ökologischen Blumentypen** (Bienenblumen, Käferblumen,...) charakterisiert werden.

A) Hymenoptera (Hautflügler)

Zur Ordnung der Hautflügler gehören Bienen (Apoidea)¹⁰¹, Wespen (Vespidae) und Ameisen (Formicidae). Nicht alle Vertreter dieser heterogenen Gruppe sind in gleichem Maße an der Bestäubung beteiligt.

Die stärksten Anpassungen an die Nutzung von Blüten zeigen die Bienen, allen voran die Honigbiene (*Apis mellifera*). Durch die starke Behaarung der Bienen wird die Körperoberfläche vergrößert und der Pollen bleibt besser am Blütenbesucher hän-

¹⁰⁰ KNUTH 1898 zitiert nach BARTH 1982: S. 38.

¹⁰¹ Unter Bienen soll hier die Überfamilie der Apoidea verstanden werden, da diese neben der Familie der Echten Bienen (Apidae), auch andere Wildbienen-Familien (u. a. Colletidae; Megachillidae) beinhaltet. Siehe hierzu http://www.bio.uni-frankfurt.de/ee/ecotox/_files/teaching/grundstudium/oekologie-systematik/Hymenoptera.pdf.

gen. Außerdem besitzt die Honigbiene einen Pollensammelapparat, der zu einem noch effizienteren Pollentransport führt. Sie besitzen einen Rüssel und Zangen als Mundwerkzeuge, wodurch sie sowohl Nektar als auch Pollen sammeln und verarbeiten können. Die Orientierung erfolgt optisch und olfaktorisch. Das Farbsehen ist sehr gut ausgeprägt, unterscheidet sich jedoch von dem des Menschen, wie bereits KNOLL durch seine Untersuchungen zur Farbtüchtigkeit der Honigbiene feststellen konnte:

*„Es hat sich nämlich herausgestellt, daß z.B. die Honigbienen keine Empfindung für das reine (spektrale) Rot besitzen, daß diese Tiere dafür das für uns unsichtbare Ultraviolett wahrnehmen und von anderen Farben gut unterscheiden können.“*¹⁰²

Zu diesen morphologischen Kriterien hinzu kommt eine nahezu 100%ige Blütenstetigkeit sowie die Lebensweise der Honigbienen. Neben den adulten Tieren ernähren sich auch die Larven ausschließlich von Blütenprodukten. Die Honigbiene bildet zusätzlich Staaten mit bis zu 50.000 Individuen, die auch im Winter versorgt werden müssen. Eine Honigbiene auf Blütenbesuch sammelt somit nicht nur Nahrung für sich, sondern auch für die Brut und um genügend Vorrat für den Winter zu bekommen. Dies erklärt, warum ausgerechnet diese Gruppe so „emsig“ Blütenbesucher darstellen.¹⁰³

Typische **Bienenblumen** besitzen relativ kurze Röhren bis zu 15mm, in denen der Nektar verborgen liegt, können aber aufgrund der Lernfähigkeit der Bienen sehr vielfältig sein. Bei den Blütenfarben überwiegen gelb, blau und weiß, wobei häufig noch zusätzliche Blütenmale vorkommen. Der Geruch ist in der Regel angenehm honig- bzw. parfumartig.¹⁰⁴

Obwohl die Hummeln (*Bombus*) zoologisch zu den Bienen gehören, sollen sie aufgrund ihrer Bekanntheit hier detaillierter behandelt werden. Hummeln sind ebenso ausgesprochen behaart und ihre Mundwerkzeuge ähneln denen der Honigbiene. Jedoch sind ihre Saugrüssel etwas länger, wodurch sie auch an tiefer liegenden Nektar gelangen können. Zudem sind sie bei Schlechtwetter weniger empfindlich, da sie

¹⁰² KNOLL 1956: S. 60.

¹⁰³ Vgl. KNOLL 1956: S. 108ff.

¹⁰⁴ Vgl. LEINS 2000: S. 219.

durch ihre kräftigere Statur einerseits nicht so leicht „verdriftet“ werden können, und andererseits bereits bei Temperaturen knapp über dem Nullpunkt ausfliegen können.¹⁰⁵ Hummeln bilden im Gegensatz zur Honigbiene nur einjährige Sommerstaaten, die Nachkommen werden aber ebenso mit Blütenprodukten versorgt. Dies führt dazu, dass in kurzer Zeit sehr viel Pollen bzw. Nektar gesammelt werden muss, um den Staat aufzubauen, jedoch werden keine großen Wintervorräte benötigt.¹⁰⁶

Von Hummeln besuchte Blumen weisen ähnliche Charakteristika auf wie die oben beschriebenen Bienenblumen. Aufgrund der Rüssellänge finden sich aber auch längere Kronröhren. Die kräftige Gestalt der Hummeln ermöglicht auch das Eindringen in „Verschlussblüten“, die den kleineren Bienen verwehrt bleiben und bringt Vorteile beim Vibrations-Sammeln („Buzz-Pollination“) von Pollen.¹⁰⁷

Wespen besuchen Blüten nur gelegentlich, da ihre Brut mit tierischem Material versorgt wird, und somit Nektar nur als „Treibstoff“ für unterwegs benötigt wird. Sie sind auch morphologisch nur schlecht an den Pollentransport angepasst, wie die spärliche Behaarung zeigt.

Auch die Ameisen spielen durch ihre geringe Behaarung und ihre geringe Größe eine weniger wichtige Rolle bei der Bestäubung. Besuchen sie dennoch eine Blüte, kommen sie aufgrund ihrer geringen Größe kaum mit den Staubgefäßen oder der Narbe in Berührung. Bei dieser Form der Nektarentnahme kommt in der Regel keine Bestäubung zustande, weshalb man auch von „Nektarraub“ spricht.¹⁰⁸

B) Diptera (Zweiflügler)

Bei den Dipteren finden sich sowohl pollenfressende Gruppen als auch Familien mit einem relativ langen Rüssel, die vor allem den Nektar der Blüten nutzen.

Die Zweiflügler zeichnen sich häufig durch eine starke Behaarung aus und wären somit gut für den Pollentransport geeignet. Allerdings erfolgt bei den Dipteren keine Staatenbildung und ihre Larven parasitieren meist an anderen Insekten bzw. deren Larven, wodurch sie keine Blütenprodukte benötigen. Der Blütenbesuch erfolgt somit nur für den Eigenbedarf und in einem kleineren Ausmaß als bei den Hautflüglern.

¹⁰⁵ Vgl. HINTERMEIER et al. 2002: S. 6.

¹⁰⁶ Vgl. ebenda.

¹⁰⁷ Vgl. ebenda.

¹⁰⁸ Vgl. BARTH 1982: S. 43.

Außerdem ist ihre Blütenstetigkeit geringer ausgeprägt als bei den blütenbesuchenden Hautflüglern. Als bekannteste blütenbesuchende Vertreter seien die an Wespen oder Bienen erinnernden Schwebfliegen (Syrphidae), sowie die hummelähnlichen Wollschweber (Bombyliidae) angeführt. Die stachellosen Tiere imitieren mit ihrer Warntracht „gefährlichere“ Insekten, können jedoch anhand ihres auch im Flug lang ausgestreckten Rüssels bzw. dem charakteristischen Schwirrflug, leicht identifiziert werden.¹⁰⁹

Fliegenblumen, d.h. Blüten bzw. Blütenstände, die von Dipteren besucht werden, sind meist auch für andere Besuchergruppen geeignet und der Nektar liegt offen oder in kurzen Röhren vor. Es gibt allerdings auch einige Pflanzenarten, die sich auf Dipteren als Bestäuber spezialisiert haben, besonders hervorgehoben seien die Kesselfallenblumen des Aronstabes (Gattung *Arum*) und der Osterluzei (Gattung *Aristolochia*). Bei diesen Fallenblumen werden die Besucher mithilfe von Aasgerüchen angelockt. Die Blütenfarben sind häufig weißlich, gelblich, grüngelb oder fleischfarben.¹¹⁰

C) Coleoptera (Käfer)

Obwohl Käfer die ursprünglichsten Blütenbesucher darstellen und diese Ordnung eine enorme Artenzahl aufweist, sind sie für die Bestäubung nur von geringer Bedeutung. So sind auch die Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Käfern in der Regel wenig ausgeprägt.

Abgesehen von wenigen Ausnahmen besitzen sie ursprüngliche, beißende Mundwerkzeuge. Außerdem sind sie spärlich behaart, wodurch der Pollentransport nicht sehr effizient gestaltet werden kann. Käfer sind wenig blütenstet und suchen ihre Blumen mehr oder weniger zufällig aus. Zusätzlich erweist sich mancher Käferbesuch als recht zerstörerisch, da die Käfer auch andere Blütenteile zerkauen und zerfressen können. Dennoch gibt es innerhalb der Käfer auch Taxa, die wertvolle Bestäubungsdienste leisten. Die blütenökologisch wichtigsten Familien sind die Blütenböcke (Cerambycidae), die Weichkäfer (Chantharidae), die Buntkäfer (Cleridae) und die Prachtkäfer (Buprestidae).¹¹¹

¹⁰⁹ Vgl. KNOLL 1956: S. 90-99; BARTH 1982: S. 44ff.

¹¹⁰ Vgl. LEINS 2000: S. 219ff.

¹¹¹ Vgl. KNOLL 1956: S. 70f; BARTH 1982: S. 46f.

Eine **Käferblume** ist in der Regel offen, derb gebaut und scheibenförmig. Anstatt Nektar findet man große Mengen an Pollen, da die Coleopteren aufgrund ihrer Mundwerkzeuge i. d. R. keinen Nektar verarbeiten können. In Mitteleuropa ist keine Blume ausschließlich auf Käfer als Bestäuber spezialisiert, wodurch Käferblumen auch viele andere Besucher empfangen. Bei den Blütenfarben überwiegen weiß bis gelb-bräunliche Töne, und die Düfte reichen von fruchtig bis hin zu faulig.¹¹²

D) Lepidoptera (Schmetterlinge)

Neben ursprünglichen beißend-kauenden Mundwerkzeugen, wie sie u. a. bei den Urmotten (Micropterygidae) zu finden sind, besitzen die meisten Schmetterlinge lange Rüssel. Mit diesen können ausschließlich Flüssigkeiten aufgenommen werden. Durch die Länge der Rüssel gelangen sie auch an tief geborgenen Nektar, der anderen Insekten verwehrt bleibt. Sie besitzen zudem eine überaus hohe Blütenstetigkeit. Die Raupen werden allerdings nicht mit Blütenprodukten versorgt und es erfolgt auch keine Staatenbildung. Aufgrund dieser Lebensweise machen sie trotz der besonderen körperlichen Eignung nur einen geringen Teil der Gesamtbestäubung aus.¹¹³

Da Schmetterlinge mit Ausnahme der vor den Blüten schwirrenden Schwärmer einen Landeplatz benötigen, findet man bei **Schmetterlingsblumen** oft große Einzelblüten oder korbformige Blütenstände. Bei vielen Blumen befindet sich der Nektar am Grund tiefer Kronröhren, der dadurch nur für die Schmetterlinge zugänglich ist. Der Eingang ist häufig durch eine Nebenkronen oder durch Schlundschuppen verengt (siehe 3.4.5). Tagfalter können im Gegensatz zu den Bienen, die Farbe Rot gut wahrnehmen. So sind für die von ihnen besuchten Blumen neben blauen und gelben auch rote Farbtöne typisch. Bei den Blumen nachtaktiver Falter stehen klarerweise die optischen Anlockungsmittel im Hintergrund, während intensive „Parfumdüfte“ zur Anlockung auftreten.¹¹⁴

Als Sonderfall eines ökologischen Blumentyps sollten sogenannte **Täuschblumen**¹¹⁵ nicht unerwähnt bleiben. Bei diesen Blumen werden dem Blütenbesucher besonders attraktive Umstände signalisiert. In einer „milden“ Ausprägung kann dies bedeuten, dass die Besucher (dieser kann aus allen oben genannten Bestäubergruppen kom-

¹¹² Vgl. KNOLL 1956: S. 70; LEINS 2000: S. 219.

¹¹³ Vgl. BARTH 1982: S. 47.

¹¹⁴ Vgl. LEINS 2000: S. 219.

¹¹⁵ Vgl. VOGEL 1993.

men) aufgrund der Gestalt der Blume mehr Pollen oder Nektar erwarten, als tatsächlich vorhanden ist. Ein Mehr an Pollen kann durch gelb gefärbte Härchen oder Blütenmale (z.B. *Antirrhinus majus*) signalisiert werden. Nektarimitationen können u. a. durch glänzende Köpfchen (z.B. *Parnassia palustris*) erfolgen. Immerhin bekommen die Besucher eine gewisse Belohnung, wenn auch nicht im erwarteten Ausmaß. Anders sieht dies bei vollständigen Nektar- bzw. Pollentäuschblumen aus, da hier die „Getäuschten“ in der Regel leer ausgehen (z.B. *Dactylorhiza*).¹¹⁶

Häufig werden Tiere nicht nur durch Nahrung angelockt, sondern andere Bedürfnisse der Besucher werden angesprochen. Bei Sexualtäuschblumen, wie der Ragwurz (*Ophrys*), imitieren die Blüten jungfräuliche Insektenweibchen so perfekt in Farbe, Gestalt, Behaarung und im Duft, dass die entsprechenden Männchen (meist Solitärbienen, aber auch Wespen) nicht widerstehen können. Bei den vergeblichen Kopulationsversuchen bekommt das Männchen die Pollenpakete aufgeladen und fliegt, nachdem er den Betrug bemerkt hat, weiter. Doch schon bei der nächsten Ragwurzbüte wird das Männchen wieder „schwach“. Andere Täuschblumen nützen die Suche nach einem Brutablageplatz (z.B. *Aristolochia arborea*) oder nach einem Nachtquartier (z.B. *Arum maculatum*).¹¹⁷

3.4.5. Blumentypen

Neben den vorher besprochenen ökologischen Blumentypen lassen sich Blumen auch nach ihrem Aufbau in **Gestalttypen** einordnen.¹¹⁸ Während der Behandlung des Grundbauplans einer Zwitterblüte wurde darauf verwiesen, dass Verwachsungen, Reduktionen, Stauchungen etc. auftreten können. Anhand wichtiger Gestalttypen soll nun aufgezeigt werden, wie solche Abwandlungen vom „Grundbauplan“ die Eigenschaften einer Blume beeinflussen.

Tellerartige, mehr oder weniger aufgewölbte Blumen, werden als **Scheiben- und Schalenblumen** bezeichnet.¹¹⁹ Hierzu werden neben Einzelblüten (z.B. *Tulipa sp.*) auch die Blütenstände der meisten Apiaceae (Doldenblütler) und Asteraceae (Korbblütler). Bei den einzelblütigen Schalenblumen sind die Kronblätter kaum verwach-

¹¹⁶ Vgl. VOGEL 1993: S. 10ff.

¹¹⁷ Vgl. VOGEL 1993: S. 29ff.

¹¹⁸ Vgl. HESS 1983: S. 228ff.

¹¹⁹ Ebenda.

sen. Durch den offen zur Verfügung stehenden Pollen bzw. Nektar (falls angeboten) sind solche Blumen generell für viele verschiedene Blütenbesucher geeignet. Besonders Käfer und Fliegen sind aus diesem Grund besonders häufig anzutreffen. Bei den Doldenblütlern ergibt sich eine „doppelte“ Scheibenstruktur: Sowohl die Einzelblüten als auch der gesamte Blütenstand sind scheibenförmig. Die auffälligen Blütenstände der Apiaceae und der Asteraceae bringen neben der erhöhten Schauwirkung auch einen geeigneten Landeplatz für größere Insekten mit sich. Zusätzlich können bei einem einzigen Blumenbesuch eine große Anzahl von Blüten bestäubt werden. In beiden Fällen wird die dadurch erhöhte Gefahr der Selbst- bzw. Nachbarbestäubung durch Proterandrie verringert.¹²⁰

Wenn Kronblätter teilweise verwachsen sind und so eine becher-, trichter-, oder glockenförmige Struktur bilden, spricht man von **Glockenblumen**.¹²¹ Diese sind groß genug, dass der Bestäuber hinein kriechen kann bzw. muss um an den Nektar oder den Pollen zu gelangen. Der Pollen gelangt in vielen Fällen durch Streumechanismen auf die Besucher, die durch ihr Gewicht, die glockenförmigen Blumen nach unten ziehen und somit mit Blütenstaub von oben „berieselt“ werden können (z.B. *Galanthus nivalis*; *Solanum tuberosum*).¹²²

Sind die Kronblätter noch stärker und insbesondere enger verwachsen, sodass ein Blütenbesucher nicht mehr eindringen kann, entstehen die Kronröhren der **Röhrenblumen**.¹²³ Um an den in den Röhren produzierten Nektar zu gelangen, sind entsprechend lange Saugrüssel notwendig. Sieht man von den vor der Blume schwirrenden Schwärmern ab, benötigen die Besucher einen Sitzplatz. Bei Stieltellerblumen sind diese „Sitzstrukturen“ scheibenförmig, wie etwa beim Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*) oder der Tag-Lichtnelke (*Silene dioica*).

Eine andere Möglichkeit ergibt sich durch die Bildung eines Sporns, der nur aus wenigen Petalen, häufig sogar nur von einem einzigen Kronblatt, gebildet wird. Die anderen Kronblätter können dadurch andere Funktionen übernehmen und u. a. einen Sitzplatz für die Blütenbesucher bilden. Die Bildung von Röhren führt zu einer deutlichen Einschränkung der Blütenbesucher, wodurch der Nektar nur an die „geeigneten

¹²⁰ Vgl. HESS 1983: S. 228ff.

¹²¹ Der Begriff „Glockenblumen“ bezeichnet hier den Formtyp und ist nicht mit der Familie der Campanulaceae gleichzusetzen.

¹²² Vgl. HESS 1983: S. 237ff.

¹²³ Vgl. HESS 1983: S. 276ff.

ten“ Besucher abgegeben wird. Außerdem werden die Staub- und Fruchtblätter vor Umwelteinflüssen und „ungestümen“ Blütenbesuchern besser geschützt.¹²⁴

Eine weitere stark spezialisierte Blumenform stellen die teils stark zygomorphen **Rachenblumen** dar. Im Vergleich zu radiärsymmetrischen Blumentypen bietet sich der Vorteil, dass der Pollen genauer positioniert werden kann:

„Ihre Gestalt ist auf den dorsiventralen Bau der besuchenden Insekten abgestimmt. Staubblätter und Griffel befinden sich in der oberen Hälfte der Blumen. Die Staubblätter pudern den Rücken des Besuchers oder die Oberseite seines Kopfes mit Pollen ein, die Narben anderer Blumen streifen ihn von dort wieder ab.“¹²⁵

Ein weiterer Vorteil, der sich durch die Lage der Staub- und Fruchtblätter ergibt, ist, dass sie wiederum vor Umwelteinflüssen gut geschützt sind. Rachenblumen findet man bei vielen Scrophulariaceae (Rachenblütler), unter anderem bei der Gattung des Fingerhutes (*Digitalis*), und bei den Lamiaceae (Lippenblütler), als Beispiel sei die Gattung des Salbeis (*Salvia*) genannt.

Der von verwachsenen Kronblättern gebildete Rachen beherbergt den Nektar. Um an diesen zu gelangen müssen die Besucher zumindest teilweise in den Rachen hineinkriechen. Aus diesem Grund finden sich bei diesen Blumen häufig Saftmale, die den Besuchern den Weg weisen. Zusätzlich ist eine deutliche Differenzierung in eine Ober- bzw. Unterlippe erkennbar. In einigen Fällen „verschließt“ die Oberlippe den Zugang zum Rachen und kann nur durch entsprechend starke Blütenbesucher erfolgreich besucht werden (z.B: *Antirrhinum majus*).¹²⁶

Beim Salbei kommt zur starken Zygomorphie noch ein Hebel-Mechanismus der Stamina hinzu, der zu einer noch exakteren Pollenübertragung beiträgt. Da im didaktischen Teil nochmals ausführlich auf diesen Mechanismus eingegangen wird, sollen die Bestandteile dieses „Schlagbaums“ genauer untersucht werden. Von den für die Lamiaceen charakteristischen vier Staubblättern sind beim Salbei nur mehr zwei vollständig ausgebildet. Diese beiden Stamina weichen allerdings beträchtlich von dem in 3.2 skizzierten „Normalbauplan“ ab (siehe Abbildung 8).¹²⁷

¹²⁴ Vgl. HESS 1983: S. 276ff.

¹²⁵ HESS 1983: S. 250f.

¹²⁶ Vgl. HESS 1983: S. 250ff.

¹²⁷ URL: <http://www.biologiedidaktik.at/Pflanzen/salbei.html> [15.8.2011].

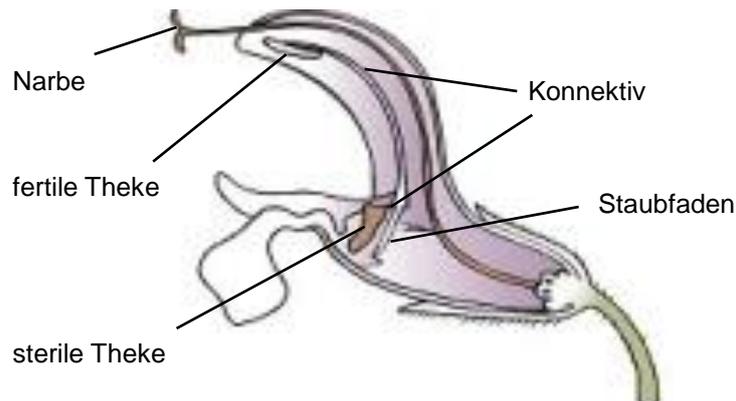


Abbildung 8: Salveiblüte im männlichen Zustand

Der Staubfaden ist sehr kurz, dafür ist das beweglich auf ihm sitzende Konnektiv stark verlängert. Das Konnektiv bildet dadurch zwei Hebelarme, die Ansatzstelle des Filaments stellt das zugehörige Gelenk dar. Am unteren, kürzeren „Hebel“ befindet sich eine sterile Theke, am Ende des längeren oberen Hebels sitzt hingegen eine fertile Theke. Die sterilen, plattenförmigen Theken der beiden Staubblätter sind verbunden und verschließen den Eingang zu dem im Rachen verborgenen Nektar. Versucht ein Insekt (meist Hummeln oder Bienen) zum Nektar zu gelangen, drückt es gegen die sterilen Theken-Platten und löst den Schlagbaum-Mechanismus aus: durch die Beweglichkeit des Konnektivs, bewegt sich der längere Arm mit der fertilen Theke nach unten und der Pollen wird auf den Rücken des Besuchers geladen. Nachdem das Insekt die Blüte verlassen hat, nimmt das Staubblatt automatisch wieder die Ausgangsposition ein.¹²⁸

Wie gelangt der Pollen nun auf die Narbe? Betrachtet man die Blüte, scheint es unmöglich, dass der Pollen auf die hoch oben liegende Narbe gelangt. In Kapitel 3.4.3 wurde bereits darauf verwiesen, dass beim Salbei die Selbstbestäubung durch Protandrie und Herkogamie verhindert wird. Der oben beschriebene Schrankenmechanismus läuft bei Blüten im männlichen Stadium ab, die Narbe befindet sich dabei außer Reichweite. Erreicht eine Blüte hingegen den weiblichen Zustand, wird der Hebelmechanismus bedeutungslos und funktioniert nicht mehr. Dafür senkt sich die empfangsbereite Narbe herab und muss von den blütenbesuchenden Insekten passiert werden. Dabei wird der mitgebrachte Pollen, an der Narbe abgestreift.

Als weitere interessante Rachenblume sei die Schwertlilie (*Iris*) angeführt. Man findet hier den seltenen Fall eines **Meranthiums**, d. h. dass eine Blüte drei funktionelle

¹²⁸ Vgl. LEINS 2000: S. 56ff; KNOLL 1956: S. 127f.

Einheiten (=Blumen) bildet. Die gebildeten Rachenblumen können klarerweise nicht ausschließlich durch die Kronblätter gebildet werden. Den „oberen“ Teil des Rachens stellen hier die vergrößerten Griffeläste dar.¹²⁹

Die angesprochenen Blumentypen stellen nur einen bescheidenen Teil der möglichen Blumenformen dar. Bei der getroffenen Auswahl ging es vielmehr darum, anhand einfacher Beispiele aufzuzeigen, wie Abwandlungen vom „Grundbauplan“ die Eigenschaften einer Blume beeinflussen können. Solche Verwachsungen, Reduktionen, Stauchungen etc. können dazu führen dass verschiedene Tiergruppen vom Besuch ausgeschlossen werden und die „erwünschten“ Besucher sich nach einer bestimmten „Etikette“ verhalten müssen.

3.5. Blütenökologie im Lichte der Evolution

Die Überschrift dieses Kapitels lehnt an das Zitat von Dobzhansky „*Nothing in Biology makes sense, except in the light of evolution.*“¹³⁰ an. Auch die Blütenökologie gleicht, ohne die Erklärungen durch die Evolutionstheorie, mehr einem Kuriositätenkabinett mit allerlei merkwürdigen Elementen. Man findet in diesem Kabinett Blüten mit Kronröhren in absurden Längen ebenso wie Prachtbienen, die Stoffe für ein „Parfum“ sammeln oder Bienen, die Kopulationsversuche mit Blüten starten. Gegenüber von zwittrigen Blumen, die ihr Geschlecht über Nacht ändern können, stehen männliche Bäume, die niemals in ihrem Leben Früchte tragen werden.

In den vorangegangenen Kapiteln wurde viel über diese Ausprägungen gesprochen, über Anpassungen seitens der Pflanzen und der besuchenden Tiere. Die wichtigste Frage blieb dabei jedoch unbeantwortet: WAS WAREN DIE MÖGLICHEN TRIEBFEDERN für diese Entwicklung?

Welchen Vorteil bringt es, dass potentielle Bestäuber vom Blütenbesuch ausgeschlossen sind? Wie kommt es zu Korrelationen zwischen Kronröhren- und Rüssellängen? Den Schlüssel zur Beantwortung dieser Fragen gibt uns die Evolutionstheorie Darwins.

Neben dem gemeinsamen Ursprung der Lebewesen und ihrer ständigen Weiterentwicklung beschrieb Darwin den dahinterstehenden Mechanismus, die Selektion. In

¹²⁹ Vgl. HESS 1983: S. 326f.

¹³⁰ DOBZHANSKY 1973: S. 1.

diesem Abschnitt soll ansatzweise erläutert werden, wie die heute vorliegenden Strukturen durch Selektion begünstigt werden konnten.

Die Selektion basiert darauf, dass es innerhalb einer Population stets eine erblich bedingte Variation gibt. Die Individuen sind somit nie völlig gleich, sondern unterscheiden sich in bestimmten Merkmalen. Besser angepasste (= fittere) Individuen hinterlassen statistisch mehr Nachkommen als solche mit geringerer Fitness. Dadurch verschieben sich von Generation zu Generation die prozentualen Verhältnisse in der genetischen Struktur einer Population bzw. Art. Die natürliche Selektion wirkt nicht nur auf Pflanzen sondern auch auf die besuchenden Tiere, wodurch sich beide evolutiv weiterentwickeln. Diese beiden Prozesse können eng aneinander gekoppelt sein; hier spricht man von **Co-Evolution**.

Obwohl man die Evolution der Pflanzen bis zurück zu den Moosen verfolgen könnte, soll hier, um ein Ausufern zu verhindern, der „Startpunkt“ bei der Entwicklung der Angiospermen-Blüte gesetzt werden. In Kapitel 3.1. wurde der Frage nachgegangen, was unter einer Blüte zu verstehen ist. Durch die Stauchung eines Endsprosses und einer Umwandlung der Blattorgane kam es im Laufe der Evolution zur heutigen Angiospermen-Blüte. Bei „modernen“ Blüten ist die Stauchung so weit fortgeschritten, dass die Organe aus einem Punkt zu entspringen scheinen. Außerdem ist die Anzahl der Blütenblätter meist fixiert und die Organe sind in Wirteln angeordnet. Hinzu kommen vielfach Verwachsungen und eine Differenzierung in Kelch und Krone.¹³¹

Da die Bildung von Nektar als Verköstigungsmittel die evolutiv jüngere Form darstellt, finden sich bei ursprünglichen Blüten zudem keine Nektarien. Der bereits erläuterte Grund für den Trend von Pollenblumen hin zu Nektarblumen ist, dass die Produktion von Nektar wesentlich ressourcensparender ist als der Verlust der eiweißreichen männlichen Geschlechtszellen. Darüber hinaus lässt sich auch eine deutliche Veränderung der Blütenform im Laufe der Evolution erkennen. Der allgemeine Trend geht klar von spiralig gebauten Blüten mit unbestimmter Anzahl der Blütenorgane über radiärsymmetrische bis hin zu zygomorphen Blüten mit fixierter Organanzahl.¹³²

Warum wurden diese Entwicklungen durch die Selektion begünstigt? Hier kommen

¹³¹ Vgl. HESS 1983: S. 393.

¹³² Vgl. HESS 1983: S. 393ff.

wiederum die Bestäuber ins Spiel. Für die wenig blütensteten ursprünglichen blütenbesuchenden Käfer genügten einfache schalenförmige Blüten. Das spätere Auftreten der Schmetterlinge „ermöglichte“ Blüten mit tiefer verborgenem Nektar. Dies brachte den Vorteil, dass der Nektar besser vor Umwelteinflüssen und unliebsamen Blütenbesuchern geschützt war. Die überaus lernfähigen Bienen als Blütenbesucher konnten auch kompliziert gebaute Blüten nutzen. Für die Pflanzen sind komplexe wie auch zygomorphe Blüten aus mehreren Gründen vorteilhaft. Die Vermeidung der Selbstbestäubung kombiniert mit dem Ausschluss wenig geeigneter Blütenbesucher begünstigte eine Fixierung komplexer Strukturen. Hinzu kommt, dass der Pollen in solch „komplizierten“ Blüten genauer auf ein Insekt platziert und schließlich auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen werden kann. Blütenfarben, Saftmale etc. verstärken diesen Effekt, indem sie als Wegweiser für die Insekten dienen und diese sich nach einer relativ genauen Etikette in der Blüte verhalten. Diese Anpassungen an die dorsiventralen Bestäuber führten schließlich zu der Vielzahl an zygomorphen Blüten.¹³³

Ein weiterer klar erkennbarer Trend zoophiler Pflanzen ist die Zusammenfassung von Einzelblüten zu größeren Blütenständen, die schließlich eine Blume bilden. Solche Pseudanthien bieten mehrere Selektionsvorteile, wodurch sie sich in verschiedenen Familien (u.a. Asteraceae, Apiaceae) unabhängig voneinander entwickeln konnten. Ein erster Vorteil ist die erhöhte Schauwirkung durch die Vereinigung mehrerer Blüten, die auch erhalten bleibt, falls eine Einzelblüte ausfallen sollte. Zudem können bei einem Blumenbesuch mehrere Blüten bestäubt werden. Eine Vermeidung von Selbstbestäubung erfolgt meist durch Dichogamie.¹³⁴ Solche Blütenstände können durch die vielen Einzelblüten auch enorme Fruchtzahlen erreichen, man denke dabei etwa an die „Pustelblume“ des Löwenzahns, oder den Blütenstand der Kanadischen Goldrute. Als letzter Vorteil soll die Entstehung eines Landeplatzes genannt werden.

Die Selektionsvorteile, die Pflanzen durch diese Anpassungen zukommen, sind also klar ersichtlich. Aber auch für die Blütenbesucher müssen die Anpassungen in Form und Verhalten Selektionsvorteile mit sich bringen, ansonsten hätte sich dieses im Laufe der Evolution nicht durchgesetzt.

¹³³ Vgl. HESS 1983: S. 398.

¹³⁴ Vgl. HESS 1983: S. 234f.

Ein Vergleich zwischen einem ursprünglichen Blütenbesucher, einem Käfer, mit modernen Besuchern wie der Honigbiene oder einem Schmetterling, gibt hierzu Hinweise. In Kapitel 3.4.4 wurden die morphologischen Unterschiede sowie die Differenzen in der Lebensweise eingehend beschrieben. Für ein blütenbesuchendes Insekt ist es entscheidend, die dargebotene Nahrung in Form von Pollen oder Nektar möglichst effektiv zu nutzen. Aus diesem Grund sind die Organe der Nahrungsaufnahme, die Mundwerkzeuge der Insekten, sehr stark der Selektion unterworfen. Aus den ursprünglich beißend-kauenden Mundwerkzeugen entwickelten sich so die leckend-saugenden Werkzeuge der Bienen oder der Saugrüssel der meisten Schmetterlinge. Die starke Körperbehaarung der Bienen lässt sich ebenso auf diesen Selektionsdruck zurückführen.¹³⁵

Die natürliche Selektion endet nicht bei diesen morphologischen Veränderungen, sondern auch das Verhalten und die Lebensweise sind durch diese Auslese bedingt. Je koordinierter, gründlicher und schneller die Blüten ausgebeutet werden können, desto größer ist der Überlebensvorteil des Insekts. Als „Zwischenresultate“ (schließlich ist die Evolution immer noch im Gange) lassen sich die zeitliche Abstimmung des Blütenbesuchs auf die Zeiten der höchsten Nektarproduktion, die komplexe Bienen-sprache und die Blütenstetigkeit interpretieren. Betrachtet man die Organisation des Honigbienenstaates, so ist die gesamte Lebensweise auf eine möglichst effiziente Nutzung, Verarbeitung und Speicherung der Blütenprodukte abgestimmt, schließlich stellt dies die einzige Nahrungsquelle dar.¹³⁶

Im Laufe der Evolution konnten sich im Bereich der Blütenbiologie teils völlig gegensätzliche Strategien durchsetzen. Auf der einen Seite existieren sowohl unter den Pflanzen als auch unter den Blütenbesuchern Generalisten, genauso wie auf der anderen Seite extreme Spezialisten vorkommen. Zu den Generalisten bei den Pflanzen gehört u. a. die Familie der Asteraceae, deren Vertreter in der Regel für eine große Besucherschar offen sind. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit relativ hoch, dass ein Teil der Pollenkörner den Weg zur Narbe einer anderen Pflanze finden. Selbiges gilt für die Generalisten aus dem Tierreich, wie die Honigbiene: Je breiter die mögliche Nahrungspalette ist, desto wahrscheinlicher ist eine langfristige Versorgung mit Blütenprodukten.

¹³⁵ Vgl. LEINS 2000: S. 218ff.

¹³⁶ Vgl. KNOLL 1956: S. 120ff.

Dass die Selektion hingegen auch das Ausschließen von möglichen Bestäubern bzw. Nahrungsquellen begünstigen kann, wirkt auf den ersten Blick paradox. Bei genauerem Hinsehen kann eine solche Spezialisierung für beide Parteien Vorteile bringen. Sind ungeeignete Bestäuber von einem Blütenbesuch ausgeschlossen, ergibt sich für die Pflanzen der Vorteil, dass weniger Pollen und Nektar vergeudet werden. Außerdem kann der Pollen sehr genau portioniert und platziert werden. Klarerweise setzt das eine ausreichende Blütenstetigkeit der Pollinatoren voraus. Die „legitimen“ Besucher besuchen diese Blumen tatsächlich wiederholt, wenn auch aus recht „egoistischen“ Gründen. Können nur wenige Insekten an die begehrte Nahrung gelangen, so ist die Konkurrenz weit geringer als am „Wühltisch“ eines Löwenzahns. Viele Orchideen sind sogar auf einzelne Insektengattungen oder –arten spezialisiert (z.B. *Ophrys*). Als Extrembeispiel für eine solche Spezialisierung kann die Beziehung zwischen *Angraecum sesquipedale*, einer Orchidee aus Madagaskar, und einem Schwärmer namens *Xanthopan morgani* angeführt werden. Der Sporn dieser Orchidee, an dessen Grund der Nektar abgetrennt wird, bringt es auf eine Länge von etwa 30cm. *Xanthopan morgani* stellt mit einer Rüssellänge von 30 - 40cm den bisher einzig bekannten Blütenbesucher dar.¹³⁷ Dass diese Spezialisierungen auch sehr einseitig ablaufen können, zeigen die vielfach an einen Bestäuber angepassten „Täuschblumen“. ¹³⁸ Es lohnt sich, gemeinsam mit den SchülerInnen über solche Spannungen nachzudenken und Erklärungen dafür zu suchen.

¹³⁷ Vgl. HESS 2005: S. 94.

¹³⁸ Vgl. LEINS 2000: S. 205f.

4. Erhebung der Schülervorstellungen

Die Erhebung von Schülervorstellungen stellt, wie in 2.2.2 bereits angesprochen, einen der drei Hauptpfeiler der Didaktischen Rekonstruktion dar. Innerhalb des Oberbegriffs „Vorstellungen“ wird nach aufsteigender Komplexitätsebene zwischen „Begriff“, „Konzept“, „Denkfigur“ und „Theorie“ unterschieden.¹³⁹ Mit „Begriffen“ werden i. d. R. Objekte unter Verwendung verschiedener Ausdrücke bzw. Fachwörter bezeichnet. In „Konzepten“ sind diese „Begriffe“ miteinander verknüpft und beschreiben einen Sachverhalt. Eine „Denkfigur“ vereinigt bereits mehrere „Konzepte“ und dient auf einer komplexen Ebene als Erklärung. In Theorien werden „Konzepte“ und „Denkfiguren“ auf sehr komplexe Art und Weise in Beziehung gesetzt.¹⁴⁰ Diese Unterscheidung ist im Hinblick auf die Auswertung der Interviews (siehe 4.2) von Bedeutung.

Im Rahmen der Erfassung der Lernerperspektiven sollten folgende Fragen geklärt werden, die im Wesentlichen den ausdifferenzierten Forschungsfragen entsprechen:

- Welche Vorstellungen besitzen SchülerInnen zur Blütenökologie in folgenden Bereichen:
 - Ablauf der Bestäubung
 - Biologische Hintergründe bei der Pollination
 - Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen
- Was stellen sich SchülerInnen unter verschiedenen blütenbiologischen Begrifflichkeiten (Nektar, Blütenstaub,...) vor und in welche Zusammenhänge werden diese eingeordnet?
- Welchen Stellenwert hat für die SchülerInnen die Vielfalt in der Blütenökologie?
 - Wie erklären sie sich die Vielfalt? Wird diese überhaupt hinterfragt?
 - Setzen SchülerInnen Bestäuber- und Blumenvielfalt in Zusammenhang?
- Welche Konzepte bestehen zu Kosten- bzw. Nutzen bei der Bestäubung?
 - Wird das Verhältnis Wind- zu Tierbestäubung hinterfragt?
 - Sind Ansätze des Evolutionsgedanken erkennbar?

¹³⁹ Vgl. KATTMANN 1997: S. 74; BAALMANN et al. 2005: S. 8.

¹⁴⁰ Vgl. ebenda.

- Woher kommen diese Vorstellungen?

Diese Fragestellungen greifen auch viele der von KATTMANN vorgeschlagenen Leitfragen zur Erhebung von Schülervorstellungen auf.¹⁴¹

4.1. Methodologie & Interview-Leitfaden

Zur Erforschung von Schülervorstellungen im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion eignen sich besonders qualitative Methoden, da es besonders um die Struktur und Qualität dieser Vorstellungen geht, weniger um die Quantität dieser Vorstellungen.¹⁴² Als Methode zur Erhebung von Schülervorstellungen dient in dieser Diplomarbeit ein Leitfaden-orientiertes Interview. Diese Vorgehensweise wurde bereits in verschiedenen richtungsweisenden Arbeiten zur Didaktischen Rekonstruktion erfolgreich angewendet.¹⁴³ Außerdem verweisen bereits KATTMANN et al. auf problemzentrierte Interviews als Forschungsmethode.¹⁴⁴

In Bezug auf das Thema Blütenökologie gibt es noch keine vergleichbaren Studien zu Schülervorstellungen. In einzelnen Bereichen, wie etwa Anpassungen bei Bestäubern/Blumen, existieren jedoch Überschneidungen mit anderen Studien.¹⁴⁵ Als Grundlage für die Fragestellungen diene einerseits die Fachliteratur um herauszufinden, in welchem Verhältnis fachliche Konzepte und Schülervorstellungen stehen. Andererseits flossen auch eigene Hypothesen über mögliche Vorstellungen mit ein. Diese Hypothesen waren sowohl induktiver Natur, wie auch von Erkenntnissen aus bisherigen Studien (z.B. die Vorstellungen zur Anpassung¹⁴⁶) abgeleitet.

Da das Forschungsinteresse darin liegt, die Schülervorstellungen in Hinblick auf die didaktische Strukturierung zu nutzen, wurden SchülerInnen der 1. Klasse als Zielgruppe für die Durchführung der Interviews gewählt. Das Thema Blütenökologie wird in ebendieser Schulstufe besprochen (siehe Kapitel 5.1). Die Interviews fanden im Wintersemester statt, noch bevor die SchülerInnen der Bestäubung im gymnasialen Schulunterricht begegnen. Dadurch sollte erreicht werden, dass sich die SchülerIn-

¹⁴¹ Vgl. KATTMANN 2007: S. 96.

¹⁴² Vgl. KATTMANN 2007: S. 101.

¹⁴³ Vgl. u. a. GROPENGIESSER 1997; BAALMANN et al. 2004.

¹⁴⁴ Vgl. KATTMANN et al. 1997.

¹⁴⁵ Vgl. BAALMANN et al. 2004.

¹⁴⁶ Vgl. BAALMANN et al. 2004.

nen im selben Alters- bzw. Reifestadium befinden, wie es bei der Behandlung dieses Themas im Unterricht der Fall ist. Entscheidend dabei ist auch, dass es sich um Vorstellungen handelt, wie sie VOR einer schulischen Intervention existieren, sieht man von den Vorerfahrungen aus der Volksschule ab. Durch diese Herangehensweise konnte die Black-Box „Wie wirkt sich der Unterricht auf die Vorstellungen aus?“ minimiert werden. Jedoch bestand die Gefahr, dass das Thema Bestäubung noch völlig unbekannt ist.

Der Interviewleitfaden wurde dementsprechend für SchülerInnen der 1. Klasse ausgearbeitet und formuliert. Durch die Durchführung zweier Probeinterviews an Schülern (4. Klasse Volksschule bzw. 1. Klasse Unterstufe), die in etwa der Zielgruppe entsprachen, konnte der ursprüngliche Interviewleitfaden entsprechend modifiziert und angepasst werden. Besonders die in der Anfangsversion auftretenden Fragen mit starkem Prüfungs- bzw. Wissenscharakter wurden dabei überarbeitet oder entfernt. Zudem wurde eine Unterteilung in inhaltliche Rahmengebiete vorgenommen, die der besseren Strukturierung des Interviews diene und die spätere Auswertung erleichtern sollte.

Mithilfe des finalen Interviewleitfadens¹⁴⁷ wurden insgesamt sieben Interviews in zwei verschiedenen 1. Klassen eines Wiener Gymnasiums durchgeführt. Nach Bekanntgabe des Interviewthemas „Bestäubung“ erklärten sich mehrere SchülerInnen bereit, an den Interviews teilzunehmen. Bei der Auswahl der InterviewpartnerInnen wurde sowohl auf ein relativ ausgewogenes Geschlechterverhältnis (4 Schüler, 3 SchülerInnen) wie auch auf eine Streuung der schulischen Leistung der SchülerInnen geachtet. Die Einstufung in „starke“ bzw. „schwache“ SchülerInnen wurde dabei durch die Lehrperson vorgenommen (Burschen: 2x stark, 1x durchschnittlich, 1x schwach; Mädchen: 1x stark, 1x durchschnittlich, 1x schwach). Die Interviews wurden in einem Gang der Schule durchgeführt, wo es eine entsprechende Sitzgelegenheit gab. Außerdem wurden die SchülerInnen auf ihre Anonymität hingewiesen und der nicht schulische und nicht prüfende bzw. wissensorientierte Charakter des Interviews hervorgehoben. Mithilfe eines digitalen Diktiergerätes wurden die Interviews aufgezeichnet.

¹⁴⁷ Siehe Anhang S. 143f.

Die Tondokumente wurden unter Einsatz des Transkriptionsprogrammes F4 transkribiert. Dabei wurden einfache Transkriptionsregeln verwendet, wie sie u.a. DRESING & PEHL vorschlagen.¹⁴⁸ Die Aussagen der SchülerInnen wurden dabei ins Schriftdeutsch übertragen, wobei grammatikalische Fehlstellungen etc. erhalten blieben. Die nachfolgende Vorgehensweise bei der qualitativen Inhaltsanalyse erfolgte in Anlehnung an GROPENGIESSER.¹⁴⁹ Um die Transkripte für die qualitative Inhaltsanalyse aufzubereiten wurden diese erst redigiert. Die Dialogform des Interviews wurde so in eigenständige Aussagen der SchülerInnen überführt. Im nächsten Arbeitsprozess wurden die redigierten Aussagen der SchülerInnen in verschiedene Auswertungsbereiche (siehe 4.2) geordnet. Dabei erfolgte eine weitere Reduktion des Datenmaterials, indem bedeutungsgleiche Aussagen zusammengefasst wurden. Die Ordnung der redigierten Aussagen stellte auch eine wichtige Vorbereitung zum letzten und anspruchsvollsten Arbeitsschritt, der Einzelstrukturierung, dar. Aus den geordneten Aussagen wurde in diesem Schritt versucht, einzelne Konzepte und Denkfiguren herauszulösen. Die Auswertung der Interviews erfolgte selektiv nach den gestellten Forschungsfragen und kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit stellen.

4.2. Ergebnisse der Interviews

Bei den Ergebnissen der Interviews, handelt es sich um Konzepte bzw. Denkfiguren (Siehe 4.) der SchülerInnen. Den Ausgangspunkt für die Strukturierung der Ergebnisse stellten die Forschungsfragen dar. Bei der Auswertung spielte die im Interviewleitfaden angeführte Rahmengliederung eine wichtige Rolle, jedoch ergaben sich auch neue induktive Kategorien. Da die dort festgelegten Bereiche nicht klar voneinander abgegrenzt werden konnten, kam es bei der Auswertung der Interviews zu einigen Modifikationen. Schließlich konnten die Vorstellungen in sieben verschiedenen Teilbereichen herausisoliert werden. Zusätzlich werden in einer eigenen Kategorie die Schwierigkeiten einiger blütenökologische Begrifflichkeiten analysiert und auf deren Bedeutung untersucht. Die Konzepte bzw. Denkfiguren wurden aus den geordneten und strukturierten Ergebnissen der qualitativen Inhaltsanalyse gewonnen. Die angeführten redigierten Aussagen dienen ausschließlich der Illustration dieser Konzepte.

¹⁴⁸ Vgl. DRESING & PEHL 2011: S. 19ff.

¹⁴⁹ Vgl. GROPENGIESSER 2003: S. 175ff.

4.2.1. Konzepte zur Funktion der Bestäubung

Das am häufigsten genannte Konzept zur Funktion der Bestäubung ist die **Fortpflanzungs-Funktion** der Bestäubung. Dieses Konzept ist bei vier SchülerInnen zu erkennen. Die Aussagen von Janine illustrieren diesen für sie grundlegenden Aspekt der Bestäubung besonders deutlich:

[1-8] *Da sind zum Beispiel Bienen, die holen bzw. saugen Nektar auf und verteilen den dann über die Wiese und dann wachsen halt immer neue Blumen. Und die bestäuben zum Beispiel auch die Apfelbäume, damit die Äpfel wachsen können. (Janine)*

Janine verknüpft somit die Bestäubung mit der Fortpflanzung und der Fruchtbildung. Jedoch wirken Fruchtbildung und das „Wachsen neuer Blumen“ in ihrer Vorstellung entkoppelt. Dass es durch die Bestäubung zur Vermehrung kommt, beschreiben auch die Vorstellungen von Alex und Leon:

[1-7] *Zur Blütenbestäubung fällt mir vielleicht als erstes ein, dass dadurch die Blüten mehr werden, es also mehr von einer Blumenart werden. Ein Beispiel ist der Löwenzahn, bei dem man das genau merkt, wenn das nachher so fein wird und weggeblasen werden kann. (Alex)*

[146-162] *Ich weiß nicht genau, aber aus dem Staub kommen Pflanzen raus irgendwie. Er sickert in den Boden ein und dort entwickelt sich eine neue Pflanze. (Leon)*

Die Aussagen zeigen allerdings auch, dass Schwierigkeiten der Begriffsklärung existieren, da Bestäubung und Diasporenausbreitung miteinander verschmelzen. Auf diesen Aspekt wird in 4.2.3 noch genauer eingegangen.

Ein anderes Konzept zur Funktion der Bestäubung, lässt sich mit **Bestäubung führt zu (besserem) Wachstum** zusammenfassen. SchülerInnen, die dieses Konzept anwenden, sehen die Bestäubung als Vorgang an, der für das weitere Wachstum, das Aufblühen oder in einem Fall sogar für die weitere Existenz der Pflanze notwendig ist. Die Aussagen von Elias und Maria skizzieren die Bandbreite dieses Konzepts:

[6-21; 293-299] Sie [die Biene] *nimmt den Nektar irgendwie heraus und macht daraus etwas. Und dann bestäubt sie andere Blumen und dann blühen die glaube ich irgendwie. (...) Die Funktion der Bestäubung ist, dass die Blüte dann Nektar gibt, glaube ich. (Elias)*

[230-241; 242-252] *Eine Blume, die viele Besucher hat, könnte den Vorteil haben, dass sie besser wächst. (...) Ich glaube die Bestäubung dient dazu, damit die Blumen nicht absterben und damit die Biene irgendwelche Nährstoffe hat von der Blume. (Maria)*

Maria erwähnt außerdem explizit, dass eine weitere Funktion der Bestäubung darin besteht, dass Tiere Nährstoffe von der Pflanze bekommen. Diese Vorstellung kann als parallel existierendes Konzept gesehen werden, welches der Bestäubung die Funktion **Bestäubung dient dem Überleben der Tierwelt** zuordnet.

Im Interview mit Ruben konnte ebenso die Existenz der beiden Konzepte „Besseres Wachstum“ und „Überleben der Tierwelt“ gefunden werden:

[123-137] *Die Pflanzen produzieren diesen Staub damit die Tiere überleben, die brauchen das Essen. Ein anderer Grund, ich weiß nicht, vielleicht damit sie irgendwie neuen Staub bekommen, damit sie besser wachsen. (Ruben)*

Für Ruben ist der Blütenstaub sogar vorrangig für das Überleben der Tiere „gedacht“, die Bedeutung der Bestäubung für die Pflanzen wird nachgestellt.

Die Vorstellung von Stefanie zur Funktion der Bestäubung kann nicht eindeutig zugeordnet werden, da sowohl Elemente des Fortpflanzungs- als auch des Wachstumskonzeptes zu finden sind:

[70-88] *Die Bienen bestäuben es auch, damit es wachsen kann. Das ist halt bestäuben. Ohne Bienen würde es auf der Erde eigentlich kein Leben geben. Weil ohne Bienen kann nichts wachsen, weil sie es im Frühling bestäuben und dann kann es eben wachsen. (Stefanie)*

Aus dem nicht näher bestimmten „es“ in Stefanies Aussage können beide erwähnten Konzepte abgeleitet werden. Beschreibt das „es“ ein einzelnes Individuum, so kann ihre Vorstellung dem Konzept des „Besseren Wachstums“ zugewiesen werden. Bezieht Stefanie das „es“ hingegen auf eine größere Pflanzenpopulation im Jahresverlauf könnte durchaus auch die Fortpflanzung gemeint sein, dass also „etwas neues wächst“.

Das Grundkonzept zur Funktion der Bestäubung spielt eine große Rolle für die weiterführenden Denkfiguren zur Blütenökologie. Besonders deutlich wird dies bei den Vorstellungen zum Ablauf der Bestäubung (siehe 4.2.2) und zu den Interaktionen zwischen Pflanzen und Tieren (siehe 4.2.6)

4.2.2. Vorstellungen zum Ablauf der Bestäubung

Betrachtet man den Ablauf der Bestäubung in einem groben Rahmen, indem man der Frage nachgeht, wohin der Blütenstaub gelangt, lassen sich zwei Konzepte unterscheiden. Ein von vielen SchülerInnen genanntes Konzept ist, dass der **Blütenstaub von Blume zu Blume** transportiert wird. SchülerInnen nennen im Zuge dieser Vorstellung häufig, dass die Insekten bei den Blumen nach Nahrung suchen, dabei etwas hängen bleibt und dieses „Etwas“ bei der nächsten Blume abgestreift wird (zur Rolle des „Etwas“ siehe Kapitel 4.2.3).

Die Aussagen von Ruben und Stefanie verweisen auf diese Vorstellung zum Ablauf der Bestäubung:

[25-42] *Ein wenig bleibt da picken. Also er isst ihn und an ihm bleibt auch noch etwas picken und er überträgt es dann noch zu anderen Blumen. (Ruben)*

[15-24; 36-38] *Und dann setzen sie sich dorthin und saugen den Blütenstaub mit ihrem Rüssel auf. Dann fliegen sie weg und fliegen von Blüte zu Blüte. (...) Der Blütenstaub wird von Blume zu Blume getragen. (Stefanie)*

Ruben und Stefanie legen dieses Konzept im weiteren Verlauf auch auf die ihnen weniger geläufige Windbestäubung um.

Das zweite häufig genannte Konzept zum Ablauf der Bestäubung beschreibt den Ablauf der **Bestäubung von der Blume zum Boden**. Dieses erinnert sehr stark an die Diasporenausbreitung und wird von den SchülerInnen auch mit dieser verwechselt bzw. gleichgesetzt. Ein Schüler zeigt ein durchgängiges Blume-zu-Boden Konzept, das sowohl bei der Tier- als auch bei der Windbestäubung angewendet wird.

[29-37; 115-124] *Die Bestäubung stelle ich mir so vor, dass die Biene auf der Blume landet und der ganze Staub hängen bleibt. Wenn sie dann fliegt, fällt der Staub herunter. Der landet irgendwo auf dem Boden und wenn man Glück hat, setzt sich dort eine neue Blume an. (...) Eine andere Form der Bestäubung kenne ich zum Beispiel von der Mohnkapsel. Wenn da der Wind weht, dann geht sie hin und her und es fallen immer ein paar Samen heraus. (Leon)*

Leon formuliert dabei klar, dass Insekten Staub transportieren während sich in der Mohnkapsel Samen befinden, dennoch verschwimmen die beiden Vorgänge der Bestäubung und der Diasporenausbreitung ineinander.

Bei den anderen SchülerInnen tritt das Blume-zu-Boden-Konzept als Parallelkonzept zum bereits besprochenen Blume-zu-Blume-Konzept auf. Auffällig dabei ist, dass bei der Tierbestäubung meist von der Übertragung von Blume zu Blume gesprochen wird und erst bei der Frage nach der Windbestäubung das „Diasporen-Problem“ auftritt. Dies illustrieren die Vorstellungen von Elias und Janine besonders deutlich:

[22-38;133-142] *Also unter bestäubt stellte ich mir vor, dass das Insekt den Staub von den Blumen über andere fallen lässt. Also das Insekt fliegt in die Blume und hat glaube ich, den Staub von einer anderen Blume oder so. Und das gibt sie, bzw. sie nimmt es sich aus einer anderen Blume heraus. (...) Eine andere Form der Bestäubung gibt es zum Beispiel bei Bäumen, die haben Samen und es gibt Samen, die werden vom Wind weggeblasen. Die fliegen dann in die Erde und dann entstehen auch Blumen. Wenn der Samen wegfliegt und irgendwo abstürzt, dann sickert das ein. (Elias)*

Elias beschreibt anfangs, wie der Blütenstaub bei der Tierbestäubung von Blume zu Blume gelangt. Dabei hat er gewisse Schwierigkeiten mit dem Umstand, dass einerseits etwas aufgenommen und gleichzeitig etwas abgegeben wird. Bei der Windbe-

stäubung wendet er das Parallelkonzept an, wobei jedoch eine begriffliche Trennung erfolgt, indem er von Samen spricht.

Janines Vorstellung variiert ebenfalls stark, je nachdem ob von der Tier- oder der Windbestäubung die Rede ist:

[74-97; 98-105] *Einen Suchflug eines Insekts stelle ich mir so vor, dass es über eine Blumenwiese fliegt und sich dann zu irgendeiner Blume, auf ein Blütenblatt setzt und schlürft sozusagen. Dann fliegt es wieder weg und verteilt ihn auf alle. (...) Eine andere Form der Bestäubung könnte durch den Wind möglich sein. Das stelle ich mir so vor, dass zum Beispiel der Nektar schon auf das Blütenblatt kommt. Dann weht ein starker Wind und es fliegt dann weg. Irgendwo fällt es dann zu Boden und dann wächst eine neue Pflanze. (Janine)*

Noch stärker vermengt sind die beiden Parakonzepte bei Alex:

[8-13; 24-32; 142-148] *Ich glaube für manche Blumen läuft die Bestäubung auch mit Bienen ab. Da wird das abgenommen und zur nächsten Blume getragen und so kommt das in den Umlauf. (...) Ich stelle mir den Ablauf der Bestäubung beim Löwenzahn relativ leicht vor, da es der Wind wegbläst. (...) Also die Bestäubung, da geht ein bisschen von der Biene ab, dann wird das zu einer Art Same in der Erde und das wächst dann wieder zu einer Blume. (Alex)*

Anfangs beschreibt Alex die Übertragung von Blume zu Blume bei der Tierbestäubung, während die Windbestäubung gleich zu Beginn mit dem Konzept Blume-zu-Boden erklärt wird. Später fällt auch die Tierbestäubung in das zweite Konzept.

Marias Vorstellungen zum Ablauf der Bestäubung konnten keinem Konzept zugeordnet werden, da sie nicht auf den Transport des Blütenstaubes o. ä. eingeht. Die Insekten fliegen zwar zu Blumen hin und bestäuben, jedoch macht sie keine Aussagen darüber, was dabei passiert oder was übertragen wird.

4.2.3. Begriffsklärung – Schwierigkeiten & Folgen

In den vorigen beiden Kapiteln wurde bereits bemerkbar, dass die bei der Bestäu-

bung verwendeten Begriffe einige Schwierigkeiten mit sich bringen. Den SchülerInnen sind zwar viele Ausdrücke im Zusammenhang mit dem Themenfeld Pollination geläufig, jedoch können diese oftmals nicht eindeutig zugeordnet werden. Am stärksten trifft das auf den Begriff der Bestäubung selbst zu, der von einigen SchülerInnen nicht von der Diasporenausbreitung getrennt werden kann.

Bei Alex ist dieser Umstand am deutlichsten, da Bestäubung und Diasporenausbreitung mehrfach vermischt werden. Mit dieser Anwendung zweier Parakonzepte geht auch eine Unsicherheit im Umgang mit den Begriffen Samen bzw. Blütenstaub einher. Diese Schwierigkeit versucht Alex auf Nachfrage folgendermaßen aufzulösen:

[142-148] *Bestäubung und Samen hängen für mich so zusammen, dass die Samen erst entstehen, also sie sind ja bestäubt. Ein Same wird erst dadurch eine richtige Blume, dass er bestäubt wurde als erstes. Also die Bestäubung, da geht ein bisschen von der Biene ab, dann wird das zu einer Art Same in der Erde und das wächst dann wieder zu einer Blume. (Alex)*

Alex argumentiert explizit, dass Samen erst durch die Bestäubung entstehen. Wie es zur Bestäubung des Samens kommt, bzw. wie der Same dann entsteht, kann jedoch nicht geklärt werden. Besonders auffällig ist das Wort „Verbreitung“ bzw. die Umschreibung „mehr werden“, was von Alex zu Beginn im Zusammenhang mit der Bestäubung erwähnt wird (siehe [1-7; 18-23]). Da sowohl die Bestäubung als auch die Diasporenausbreitung mit Fortpflanzung und Ausbreitung zu tun haben, können diese zwei Gebiete von Alex nicht klar getrennt werden.

Für Leon treten ebenso Schwierigkeiten bei der Klärung des Zusammenhangs zwischen Samen und Bestäubung auf:

[115-124] *Samen und Bestäubung hängen für mich so zusammen, dass wenn bestäubt wird, dann wächst vielleicht eine neue Pflanze und das gleiche gilt für den Samen. (Leon)*

Eine konkrete Unterscheidung zwischen Blütenstaub und Samen wird auch hier nicht getroffen. Außerdem zeigt sich, dass auch hier eine Schwierigkeit darin besteht, dass

sowohl die Bestäubungsbiologie als auch die Ausbreitungsökologie, mit der Fortpflanzung der Pflanzen zu tun haben.

Bei Elias und Janine treten diese Probleme ausschließlich bei der Windbestäubung auf. Im Gegensatz zu Elias fällt bei Janine die begriffliche Trennung (Nektar / Samen) weg und sie spricht in beiden Fällen von der Übertragung des Nektars.

Bei Maria besteht die Hauptschwierigkeit ebenfalls darin, dass der Begriff der Bestäubung nicht geklärt ist. Zu dem Begriff „Bestäubung“ fällt ihr zwar sofort ein, dass Bienen und Blumen damit zu tun haben, aber sie geht nicht darauf ein, was genau passiert.

4.2.4. Vorstellungen zur Diversität der Besucher

Die Vorstellungen zur Besuchervielfalt sind sehr individuell, da sie stark vom Erfahrungsschatz der SchülerInnen abhängen. Eine Zuordnung kann dadurch nur grob in die Kategorien **Besucherdiversität spielt eine große Rolle** bzw.

Besucherdiversität spielt eine geringe Rolle in der Vorstellung der SchülerInnen vorgenommen werden.

In die erste Kategorie wurden Vorstellungen geordnet, die nicht nur die Vielfalt an Besuchergruppen nennen, sondern auch deren unterschiedliche Eigenschaften einbeziehen.

Eine sehr geringe Bedeutung besitzt die Vielfalt der Blumenbesucher bei Janine:

[33-35] *Tiere, die die Blumen besuchen sind Bienen, sonst irgendwelche Insekten und Pflanzenfresser, die die Pflanzen dann fressen. (Janine)*

Die einzigen explizit genannten Blumenbesucher sind die Bienen. Dieser Umstand bedingt auch, dass keine Eigenschaften der Besucher verglichen oder unterschieden werden können. Die Unbekanntheit der Diversität der Besucher führt im weiteren Verlauf dazu, dass die Auswirkungen verschiedener Pflanzenformen (siehe 4.2.5) nicht erkannt werden können. Interessant ist dabei, dass Janine der Diversität wenig Beachtung schenkt, aber die Bestäuberzahl für besonders wichtig erachtet:

[235-256] *Würde man zu viele Bienen totschiagen würden viele Pflanzenarten aus-*

sterben. (Janine)

Elias nennt verschiedene Insekten als Besucher (Wespen, Bienen, Hummeln), geht jedoch nur geringfügig auf deren Eigenschaften ein. So wird einzig die Größe der Hummeln hervorgehoben, ohne dass Auswirkungen dieser Eigenschaft genannt werden [49-67]. Beim späteren Blütenvergleich nennt er jedoch die Größe als einschränkenden Faktor, die einen Blütenbesuch ermöglicht bzw. verhindert:

[223-232] *Ich glaube bei der Orchidee kommen eher Krabbler als Besucher, die können hinauf klettern und hinein. Also kleine Tiere, weil die da hinein passen. Und bei der Apfelblüte können auch Hummeln, also größere kommen. (Elias)*

In Leons Vorstellung treten ebenso Bienen und Hummeln als Blumenbesucher auf. Konfrontiert mit dem Blütenvergleich, verweist er auf die Unterschiedlichkeit der Mundwerkzeuge und ordnet Bienen und Hummeln hierbei einen eher kurzen Rüssel zu:

[199-213] *Bei der Apfelblüte kommen hauptsächlich Bienen, Hummeln oder solche auf Besuch. Bei der Orchidee kommen welche mit Rüsselähnlichen. Bei der Apfelblüte können mehr verschiedene Besucher hinkommen, da die recht offen ist und man keinen langen Rüsselsauger oder sonst irgendwas braucht. (Leon)*

Bienen und Hummeln werden auch von Maria als vorwiegende Blumenbesucher genannt. Hervorzuheben ist dabei, dass nur den Bienen die Tätigkeit des Bestäubens zugesprochen wird:

[26-44; 151-171] *Da waren Bienen und auch ein paar Hummeln dabei, die sind aber nur kurz sitzen geblieben. Die Bienen müssen vielleicht bestäuben und die anderen machen nur eine Pause. (...) Andere Tiere, so wie Hummeln oder so, tun das glaube ich nicht. (Maria)*

Eine besonders große Besuchervielfalt erwähnt Alex, der neben Bienen auch Käfer, Schmetterlinge und Kolibris beschreibt. Jedoch werden deren Eigenschaften anfangs kaum unterschieden, einzig dass Schmetterlinge und Bienen sich im Verhalten nach

der Aufnahme des Blütenstaubs unterscheiden, wird hervorgehoben:

[56-62] *Eine Eigenschaft von den Bienen ist, dass sie das meistens holen und dann auch verteidigen, wenn sie es in den Bau schaffen. Der Schmetterling nimmt das meistens nicht mit, sondern gleich dort schon zu sich nimmt und nicht nach Hause. (Alex)*

Bei der Betrachtung der Blüten von *Angraecum sesquipedale* und des Apfels hebt Alex hervor, dass gewisse Besucher einen Landeplatz benötigen, wohingegen der Kolibri im Flug Nektar aufnehmen kann (siehe [212-230]).

Rubens Vorstellungen zur Besuchervielfalt ähneln denen von Alex, wie etwa der Vergleich der Eigenschaften von Schmetterling und Biene zeigt:

(43-54) *Aufgefallen sind mir als Besucher Bienen, Schmetterlinge und dann noch Hummeln. Die unterscheiden sich für mich so, dass Bienen das essen und dann das für den Honig verwenden. Die Schmetterlinge essen das einfach und machen keinen Honig. (Ruben)*

Darüber hinaus geht Ruben auch auf die Mundwerkzeuge der Tiere und die Flugfähigkeit der Besucher ein, die für bestimmte Blüten erforderlich ist:

[16-24; 176-200] *Der Schmetterling isst das mit so einem langen Ding. (...) Bei der Apfelblüte kommen Insekten als Besucher, weil ich glaube, dass das zu hoch ist. Bei der Orchidee können eigentlich kleinere Tiere kommen oder so. (Ruben)*

Das differenzierteste Bild zur Bestäuberdiversität zeigt Stefanie. Neben den „typischen“ Besuchergruppen (Hummeln, Schmetterling, Bienen) verweist sie auch auf ‚spezielle‘ Bienen, die gezielt irgendwo hinfliegen, womit vermutlich Wildbienen gemeint sind. Sie nennt zudem Unterschiede der Mundwerkzeuge, des Sammelverhaltens, geht auf spezielle Transportstrukturen der Bienen ein und weist auch darauf hin, dass Schmetterlinge einen entsprechend großen Landeplatz brauchen. Die folgenden Interviewausschnitte geben einen Überblick über ihre Vorstellungen:

[15-24; 39-51; 52-69] *Es gibt aber auch Bienen, die speziell irgendwo hinfliegen*

glaube ich. (...) Wenn sie [Bienen und Hummeln] sich hinsetzen, dann sieht man auch den Rüssel so. Bei den Schmetterlingen sieht man den Rüssel noch besser. Ein Unterschied ist, dass die Biene länger sitzen bleibt als der Schmetterling, der fliegt weiter. Vielleicht sammeln die Bienen mehr oder sie brauchen länger. Vielleicht machen sie das auch anders wie der Schmetterling, der macht das vielleicht nicht so genau. (...) Vielleicht ist bei den Bienen auch etwas, das speziell mit dem Honig zu tun hat, dass sie es besser verarbeiten können. (Stefanie)

Im Hinblick auf die didaktische Strukturierung ist zudem bemerkenswert, dass bei fünf SchülerInnen sofort die Honigproduktion der Bienen als Eigenschaft genannt wurde. Wie diese Erkenntnis didaktisch genutzt werden könnte, wird in 5.4.1 diskutiert.

4.2.5. Vorstellungen zur Diversität der Pflanzen - ein Blütenvergleich

Die Vorstellungen zur Pflanzendiversität lassen sich durch die vorangegangene Diskussion zur Besucherdiversität bereits erahnen: SchülerInnen, die sich eine große Besuchervielfalt vorstellen, weisen auch einen differenzierten Blick auf die Pflanzenvielfalt auf. Innerhalb der Pflanzendiversität sollen die Vorstellungen in drei verschiedenen Kategorien untersucht werden. In einem ersten Schritt wird der Frage nachgegangen, welche Konzepte zur **Funktion von Farbe und Duft** existieren. Danach soll analysiert werden, wie sich die SchülerInnen die **Entstehung der Diversität** erklären. Als dritter Punkt soll erforscht werden, welche **Auswirkungen verschiedene Blumenformen auf den Blumenbesuch** haben.

Funktion von Farbe und Duft

Das meistgenannte Konzept zur Funktion der Farben und Düfte beschreibt die **Signalwirkung auf Tiere**. SchülerInnen, die mit diesem Konzept arbeiten, gehen davon aus, dass die Tiere von Gerüchen oder Farben angelockt werden und die entsprechenden Blumen anfliegen.

[95-110] *Einen Nektarsuchflug eines Insekts stelle ich mir so vor, dass das Insekt fliegt und einfach riecht, wo etwas Gutes ist, dorthin fliegt und probiert das mitzunehmen. (Alex)*

[45-58; 76-95] *Irgendeine Funktion wird die Farbe schon haben, aber im Moment weiß ich nichts. (...) Die meisten Tiere haben gute Nasen und mit denen erschnüffeln sie alles. (Maria)*

[68-80] *Eine Funktion der Farbe weiß ich nicht, vielleicht zum Anziehen von anderen Insekten. Das Anziehen stelle ich mir so vor, dass zum Beispiel eine Wespe über Blumen fliegt und dann sieht sie etwa einen Krokus, das reizt sie irgendwie und dann fliegt sie hin. (Elias)*

[62-74] *Verschiedene Geschmäcke sind das, die Riechen das glaube ich und fliegen dann zur richtigen Blume. (Ruben)*

[50-78] *Fresspflanzen haben meistens getarnte Farben und auch eine Flüssigkeit zum Anlocken, damit Insekten hineinfliegen. Manche Blumen haben eine abschreckende Wirkung, dass sie nicht bestäubt werden oder so. Das ist so ein Schutz vor Tieren, dass sie nicht gefressen werden. Die Funktion der Düfte ist wahrscheinlich das Anlocken oder Abschrecken von Insekten, damit sie nicht gefressen werden. (Leon)*

Diese Aussagen spiegeln gut die Varianz innerhalb dieses Konzeptes wieder. In Alex' Vorstellung spielt die Farbe eine geringe Rolle, dafür übernimmt der Duft die Signalwirkung auf die Insekten. Eine (indirekte) Erwähnung der Anlockung durch den Duft findet sich in Marias und Rubens Vorstellung. Bei Elias stehen hingegen besonders die Farben als Signal für die Insekten im Mittelpunkt. Leon schildert, bedingt durch sein Vorwissen über fleischfressende Pflanzen, dass durch Farben und Düfte völlig verschiedene Botschaften (Anlockung / Abschreckung) gesendet werden können.

Bei Janine und Stefanie konnte kein Konzept zur Funktion ausgemacht werden.

Gründe für die Diversität

Viele SchülerInnen besitzen ein Konzept, das mit **Verschiedenheit ist artbedingt** umschrieben werden kann. Die Hintergründe, wie es zu dieser Variabilität kommt,

sind jedoch häufig unklar.

[68-80; 81-94] *Farben und Düfte der Blumen erkläre ich mir so, dass jede Blume auch andere Samen hat. (...) Andere Arten haben auch andere Formen und da kann man sie dann unterscheiden in den Arten. Wie es zu diesen unterschiedlichen Formen kommt weiß ich nicht, darüber habe ich mir noch keine Gedanken gemacht. (Elias)*

[50-78] *Die unterschiedlichen Farben sind irgendwie genetisch bestimmt oder so etwas, das sind eben verschiedene Arten. Aber wieso es diese Farben gibt, weiß ich auch nicht. (Leon)*

[45-58] *Das mit den verschiedenen Farben liegt daran, dass jede Blume anders ist. Sie haben zum Beispiel andere Wurzeln oder so. Ich weiß nicht, die sind alle verschieden. (Maria)*

[48-73] *Bei den Farben ist es glaube ich so, dass verschiedene Pflanzenarten auch unterschiedlichen Nektar haben und darum ist auch die Farbe so. (Janine)*

Wie die Aussagen zeigen, hängt für die Befragten die Verschiedenheit direkt mit der Zugehörigkeit zu verschiedenen Arten zusammen. Im weiteren Verlauf nennen Elias und Leon auch die Signalfunktion der Farbe. Bei Maria bleibt die Funktion der Farben hingegen ungeklärt. Bei Leon kommt zusätzlich ein anderes paralleles Konzept zu Tragen: die **Funktion bestimmt das Aussehen**. Mit anderen Worten beschreibt diese Vorstellung, dass Farbe bzw. Form so sind, **damit** eine gewisse Funktion erreicht wird. Ursache und Funktion werden also gleichgesetzt. Solche Vorstellungen werden bei KRÜGER & JOHANNSEN als **finale Vorstellung** bezeichnet,¹⁵⁰ worauf in Kapitel 4.2.8 noch genauer eingegangen wird.

[79-96] *Die unterschiedlichen Formen sind wahrscheinlich auch da, dass die Tiere besser reinkommen oder weniger reinkommen. (Leon)*

[62-74] *Die unterschiedlichen Farben und Düfte gibt es, damit die Insekten verschie-*

¹⁵⁰ KRÜGER & JOHANNSEN 2005: S. 25.

dene Sachen bekommen und nicht immer das Gleiche. (Ruben)

Zwei SchülerInnen wenden ein Konzept an, in welchem **Farbe und Form abhängig von externen Faktoren** sind. Für Alex kommt es zu unterschiedlichen Farben durch die Aufnahme spezieller Stoffe bzw. durch die Sonneneinstrahlung:

[68-82; 83-94] *Ich glaube, dass die verschiedenen Blumenfarben, etwa vom Löwenzahn, von etwas kommen, das sie zu sich nehmen. Damit meine ich irgendwie Moleküle oder Atome, die dann irgendwelche Färbungen auswirken, wie beim Flamingo, der erst rosa wird, wenn er Krebse frisst. Ein Grund für die verschiedenen Farben könnte sein, dass die Bienen Dinge unterscheiden können. Aber das glaube ich aber nicht so unbedingt. (...) Ich glaube die unterschiedlichen Blumenformen kommen eher vom Wachstum und irgendwie, wie sie die Sonne haben wollen. (Alex)*

Bei Alex lässt sich als parallel angewandtes Konzept, auch das zuvor besprochene finale Konzept herauslesen. Außerdem attestiert er den Pflanzen ein gezieltes Handeln („*Wie sie die Sonne haben wollen*“).

Stefanie sieht die Variationen in Form und Farbe durch die Besucher geprägt:

[89-100; 101-116] *Die verschiedenen Farben liegen vielleicht auch an der Bestäubung, dass sie irgendwie verschieden bestäubt werden vielleicht. (...) Ich weiß nicht, vielleicht hängt das [Anm: die Form] auch mit der Bestäubung zusammen, oder wie viele Bienen drauf sitzen. (Stefanie)*

Bei genauer Betrachtung kann die Frage, wie es zu unterschiedlichen Farben oder Formen kommt, durch die Frage „wie kommt es zu verschiedenen Arten“ gleichgesetzt werden. Welche Vorstellungen die SchülerInnen zu solchen Evolutionsprozessen haben wird in 4.2.8 diskutiert.

Allerdings ist zu beachten, dass die Vorstellungen auch von der Wahl der Fragestellung abhängig sind. So können Fragen nach dem Warum zu finalen Vorstellungen führen.¹⁵¹ Die gewählte Fragestellung „Wie erklärst du dir...?“ stellt eine Variation einer solchen Warum-Frage dar. Als Lösung dieses Problems schlagen KRÜGER &

¹⁵¹ Vgl. KRÜGER & JOHANNSEN 2005: S. 40.

JOHANNSEN vor, solche Fragestellungen in Fragen nach der unmittelbaren Wirkursache und der biologischen Bedeutung aufzuschlüsseln.¹⁵² Eine Trennung dieser Bereiche sollte durch konkretere Nachfragen erfolgen, was jedoch durch die Dynamik der Interviewsituation nicht immer klar möglich war.

Auswirkung der Blütenform auf den Blumenbesuch

Den SchülerInnen wurden gegen Ende des Interviews zwei Fotografien gezeigt, (siehe Anhang S.144) auf welchen Blüten des Apfels (*Malus sp.*) bzw. einer Orchidee mit besonders langem Sporn (*Angraecum sesquipedale*) abgebildet waren. Zusätzlich erfolgte der Hinweis, dass sich der Nektar bei *Angraecum sesquipedale* im untersten Teil des Sporns befindet.

In diesem Abschnitt soll darauf eingegangen werden, welche Auswirkungen die Form der Blüten, aus Sicht der SchülerInnen, auf die Besucher hat. Außerdem wird auf besonders interessante Aspekte, die diese Vorstellungen begleiten, verwiesen.

Der Großteil der SchülerInnen schloss aus dem Blütenvergleich, dass die **Blütenform Anforderungen an die Besucher stellt**. Insbesondere der lange Sporn der Orchidee wirkt sich für die Befragten auf die besuchenden Insekten aus:

Besonders viele verschiedene Aspekte der Blütenform und deren Auswirkungen auf die Besucher werden von Alex angesprochen:

[192-201; 202-211; 212-230] *Der Bestäuber bei der Apfelblüte ist ziemlich sicher die Biene, da die Blüte offen ist kann die Biene auch leicht hin. Bei der Orchidee weiß ich nicht so richtig, was für ein Tier passen könnte. (...) Es sollte vielleicht irgendein Tier sein, ein kleines Insekt, das da hinein krabbelt und sich das dann mitnimmt. (...) Es muss also ein Tier sein, das entweder das da unten aufmacht oder da hinunter kriecht. (...) Die Blüte der Orchidee ist nicht offen genug, dass Tiere landen könnten und das [ANM: der Nektar] ist ganz unten. Man bräuchte also einen Kolibri, der ziemlich schnell fliegt, damit er nicht abstürzt, während er sich da beschäftigt. Bei der Apfelblüte können sie landen und können das dann leicht mitnehmen. (Alex)*

¹⁵² Vgl. ebenda.

Alex zeichnete sich bereits zuvor durch die Kenntnis einer großen Besuchervielfalt aus (siehe Kapitel 4.2.4). Die Aussagen zeigen deutlich, dass Alex in der Lage ist, die Eigenschaften (Flugfähigkeit, Größe,...) der erwähnten Besucher in Bezug zur Blütenform zu stellen.

Stefanies Äußerungen ähneln denen von Alex, wobei zusätzlich noch auf die Bedeutung eines langen Rüssels für den Besuch der Orchidee eingegangen wird:

[264-271] *Bei der Orchidee kommt vielleicht eine Biene mit einem längeren Rüssel leichter rein oder eine die schmaler ist könnte da hinein kriechen. Ein Schmetterling denke ich nicht. Bei der Apfelblüte kann der Schmetterling. Ich glaube da können Biene und Schmetterling, da der Schmetterling sich eben hinsetzen kann und die Biene auch. Bei der Orchidee kann vielleicht nur die Biene rein. (Stefanie)*

Für Elias stellt die Form der Orchidee einzig an die Größe des Insekts Anforderungen:

[223-232] *Ich glaube bei der Orchidee kommen eher Krabber als Besucher. Die können hinauf klettern und hinein. Also kleine Tiere, weil die da hinein passen. Und bei der Apfelblüte können auch Hummeln, also Größere kommen. (Elias)*

Des Weiteren sieht Elias den offen bzw. versteckt angebotenen Nektar als großen Unterschied zwischen den beiden Blüten (siehe Elias [198-222]).

Der bei *Angraecum sesquipedale* weit unten geborgene Nektar führt in Leons und Rubens Vorstellung zu dem Schluss, dass nur Tiere mit einem entsprechenden Rüssel als Besucher möglich sind:

[199-213] *Bei der Apfelblüte kommen hauptsächlich Bienen, Hummeln oder solche auf Besuch. Bei der Orchidee kommen welche mit Rüsselähnlichen. Bei der Apfelblüte können mehr verschiedene Besucher hinkommen, da die recht offen ist und man keinen langen Rüsselsauger oder sonst irgendwas braucht. (Leon)*

[176-200;201-205] *Bei der Apfelblüte kommen Insekten als Besucher, weil ich glaube, dass das zu hoch ist. Bei der Orchidee können eigentlich kleinere Tiere kommen oder so. (...) Wenn der Saft innen in der Röhre ist, dann müssen die Insekten ir-*

gendwie da rein fliegen und das nehmen. Die Tiere saugen das wie mit einem Strohhalm. (Ruben)

Ein interessanter Aspekt, der von Ruben dabei erwähnt wird, betrifft die Position der Blüten: Blüten, die sich auf Bäumen befinden, können nur durch flugfähige Insekten besucht werden.

Maria und Janine sehen hingegen **keine Auswirkung der Blumenform auf die Besucher** bzw. wird die Form der Blumen nicht in Zusammenhang mit den Besuchern gesehen. Bei Maria trägt auch der geringe Bekanntheitsgrad der Fauna Madagaskars, der Heimat von *Angraecum sesquipedale*, dazu bei, dass sie keine Besucher der Orchidee nennen kann:

(151-171) Da die Apfelblüte auf einem Baum ist, müsste es irgendein Tier sein, das Fliegen oder Klettern kann. Die Biene oder so. Bei der Orchidee weiß ich nicht, Bienen wird es in Madagaskar nicht geben. (Maria)

4.2.6. Vorstellungen zu Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen

Die Existenz von nektarproduzierenden Pflanzen und pollentransportierenden Insekten wirft die Frage auf, warum es zu solchen Interaktionen kommt? Im Rahmen des Interviews wurde gefragt, aus welchem Grund die Tiere die Blumen besuchen bzw. wieso es so viele Pflanzen gibt, die Nektar produzieren?¹⁵³ Bei den befragten SchülerInnen lassen sich die Vorstellungen in zwei Denkfiguren einordnen, die jedoch häufig parallel auftreten. Die Bezeichnungen für diese Denkfiguren sind bewusst plakativ (und etwas anthropomorph) formuliert.

Als erste Denkfigur ist die **Helfende Natur** zu nennen. SchülerInnen mit einer solchen Vorstellung sehen die Ursachen der Nektarproduktion bzw. der Bestäubung in der „beabsichtigten“ Hilfe einer oder beider Parteien. Bei der Beschreibung der Vorstellungen wurde eine teils anthropomorphe Schreib- und Argumentationsweise verwendet, da die SchülerInnen in ihrer Vorstellung ebenso vorgehen.

Die zweite Denkfigur vereint Vorstellungen, die **Bestäubung als Nebeneffekt** beschreiben.

¹⁵³ Siehe Anhang S. 142f Fragen 10 & 16.

Ein typisches Konzept innerhalb der Denkfigur der Bestäubung als Nebeneffekt ist die **Nahrungssuche als Grund für den Blütenbesuch**. Bei Alex tritt eben dieses Konzept auf. Seine Vorstellung zum Hintergrund der Nektarproduktion lässt sich hingegen der Denkfigur der helfenden Natur zuordnen:

[63-67;166-175] *Für die Biene ist es sehr praktisch Blumen zu besuchen, da sie aus dem Nektar den Honig gewinnen. Für viele Tiere ist es auch ein Nahrungsmittel, zum Beispiel der Kolibri lebt praktisch von dem. (...) Zur Produktion von Nektar glaube ich, dass das einfach so angepasst ist, dass die Tierwelt überlebt. Zum Beispiel die Biene braucht unbedingt so etwas, oder der Kolibri, sonst würden die ja nicht überleben. (Alex)*

Interessant dabei ist, dass Alex eigenständig den Ausdruck „angepasst“ verwendet, der für ihn eine Art harmonische Abstimmung der Natur bezeichnet.

Ein weiteres charakteristisches Konzept der zweiten Denkfigur ist der unbeabsichtigte Transport des Pollens. Leon verweist besonders vehement auf diesen Umstand, wobei sich im weiteren Verlauf des Interviews aber immer mehr Einflüsse der Denkfigur der helfenden Natur bemerkbar machen:

[9-18;132-145] *Die Insekten sind zu den Pflanzen hingeflogen, haben den Nektar eingesammelt und der ganze Pflanzenstaub ist auch darauf geblieben. Den haben sie dann verteilt, ohne dass sie es selber eigentlich wollen. (...) Der Vorteil bei der Tierbestäubung ist, dass das zum Bestäuben auch wissentlich weitergetragen werden kann. (Leon)*

Die Gründe für die Produktion von Nektar sind eng mit Leons Vorstellung, dass der Nektar ein Nährstoffspeicher der Pflanze ist, verbunden. Sie geschieht somit in keiner helfenden „Absicht“, die der ersten Denkfigur entsprechen würde:

[163-176] *Sie produzieren den Nektar, damit sie selbst mehr Nährstoffe haben. Das ist eine Art Nährstoffvorrat und der wird ungewollt von den ganzen Bienen und Hummeln dann abgesammelt. (Leon)*

Eine relativ geschlossene Vorstellung, die sich der Denkfigur der helfenden Natur zuordnen lässt, findet sich bei Elias:

[22-38;39-46] *Also unter bestäubt stellte ich mir vor, dass das Insekt den Staub von den Blumen über andere fallen lässt. (...) Sie nimmt (...) den Staub, fliegt weiter und bringt es zu ihren (...) Kindern. (...) Ein Grund für die Insekten die Blumen zu besuchen ist, dass sie die Blüten zum Blühen bringen glaube ich. (...) Sie nehmen den Nektar und dann geben sie irgendwas anderes eben rein. (Elias)*

Elias sieht zwar die Nahrungssuche als einen Aspekt des Blumenbesuchs, die Bestäubung erfolgt jedoch bewusst durch das Insekt. Das Konzept des **bewussten Pollentransports** ist eindeutig mit der Denkfigur der helfenden Natur verbunden. Dieser bewusste Transport stellt für Elias den großen Vorteil der Tierbestäubung dar (siehe Kapitel 4.2.7.). Die **Bestäubung** wird sogar **als Job der Insekten** betrachtet, was ein weiteres, auf den bewussten Pollentransport aufbauendes Konzept darstellt.

[143-161] *Aber wenn ein Tier das macht [Anm: bestäuben], dann ist es schon ein Lebewesen und macht es bewusst würde ich sagen. Und der Wind bläst zufällig Samen weg. Für das Tier ist das so wie eine Arbeit würde ich mal sagen, so wie wenn ein Mann einen Beruf hat, zum Beispiel Blumensetzer. Der macht das auch jeden Tag, steht früh auf, geht dort hin und macht immer das Gleiche. Und bei dem Insekt, wenn das das macht, dann fliegt es auch immer hin und her jeden Tag und macht das so wie eine Arbeit. So würde ich das mal sagen. Die Arbeit einer Wespe zum Beispiel ist das Bestäuben der Blumen. (Elias)*

Die Produktion von Nektar erklärt sich Elias ebenso anthropomorph, dabei entspinnt sich eine regelrechte Geschäftsbeziehung zwischen Pflanze und Insekt:

[189-197] *Es gibt so viele Pflanzen die Nektar produzieren wegen den Insekten, weil die brauchen das ja zum Essen oder so. Ja, die machen das für die Insekten und die Insekten nehmen das und bestäuben damit andere Blumen. (Elias)*

In Marias Vorstellung stellt die Bestäubung eine ähnliche Aufgabe für die Insekten

dar:

[26-44;266-279] *Wahrscheinlich sind die Insekten auf Nahrungssuche. (...) Da waren Bienen und auch ein paar Hummeln dabei, die sind aber nur kurz sitzen geblieben. Die Bienen müssen vielleicht bestäuben und die anderen machen nur eine Pause. Die Bienen möchten Honig und brauchen dazu irgendwelche Stoffe oder so etwas. (...) Die Rolle der Insekten bei der Bestäubung ist, dass sie nach Nährstoffen suchen um Honig zu produzieren oder um sich selber zu ernähren. Die Bestäubung ist für mich, dass die Bienen dorthin fliegen und die Blumen bestäuben, aber ich weiß nicht genau. (Maria)*

Die Vorstellung ist entsprechend schwierig zuordenbar, da Maria klar auf die Nahrungssuche als Grund für den Blumenbesuch sieht, andererseits wird das Bestäuben davon abgekoppelt als Extra-Tätigkeit der Bienen gesehen.

Eine Vorstellung, die sich wiederum vorwiegend der Denkfigur der helfenden Natur zuteilen lässt, findet sich bei Janine: Die Insekten helfen bei der Vermehrung, jedoch ist diese Hilfe keineswegs uneigennützig:

[22-27;36-47] *Zum Thema Bestäubung fallen mir die Begriffe Pflanzen, Tiere und Lebenslauf ein. Lebenslauf deshalb, weil es ja so ein Kreislauf ist, jeder hilft jedem. (...) Die Tiere besuchen die Blumen, weil sie gegenseitig helfen. Weil auch jeder etwas zum Essen haben will und darum verteilen sie auch, damit wieder neue Pflanzen wachsen können. (Janine)*

Das Handeln der Insekten wird dabei überaus anthropomorph gesehen, da diese planend vorgehen und den Fortpflanzungskreislauf der Pflanzen zum eigenen Vorteil aktiv unterstützen. Da Janine den Nektar als übertragenen Stoff bei der Bestäubung sieht (siehe 4.2.3.), erklärt sie die Produktion des Nektars mit der Fortpflanzungs-Notwendigkeit:

[150-161] *Nektar wird produziert, da Wind ja nicht jeden Tag ist. Es werden ja auch immer mehr Bienen und Insekten und die brauchen dann auch viel mehr Pflanzen um Nahrung aufzunehmen. Der Nektar dient der Fortpflanzung, damit diese Blumenart nicht ausstirbt und dass sich andere Tiere davon ernähren können. (Janine)*

Aus Janines Aussage lässt sich schließen, dass in ihrer Vorstellung sogar die Fortpflanzung der Pflanzen selbst, für die Ernährung des Tierreichs dient.

Noch komplexere Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen finden sich bei Ruben. Seine anthropomorph geprägte Denkfigur hat einen mehrschichtigen helfenden Charakter:

[16-24;25-42;62-74;123-137] *Tiere besuchen die Blumen um zu überleben, um zu essen. (...) Dabei wechselt er die Blumen, damit er diesen Staub von der einen Blume zur anderen gibt. (...) Die unterschiedlichen Farben und Düfte gibt es, damit die Insekten verschiedene Sachen bekommen und nicht immer das Gleiche. (...) Wenn der Staub landet, dann pickt er sich an die Blumen, damit die Tiere das dann essen oder verarbeiten können. Die Pflanzen produzieren diesen Staub damit die Tiere überleben, die brauchen das Essen. Ein anderer Grund, ich weiß nicht, vielleicht damit sie irgendwie neuen Staub bekommen, damit sie besser wachsen. (Ruben)*

Hauptgrund für den Blumenbesuch ist zwar die Nahrungssuche, jedoch erfolgt die Übertragung des Pollens gezielt. Die Pflanzenwelt ist in Rubens Vorstellung in den vielfältigsten Bereichen auf die Tierwelt ausgerichtet. Bei einer späteren Aussage vertieft er diesen Aspekt und sieht, ähnlich wie Janine zuvor, eine Art „Hilfe zur Selbsthilfe“:

[138-149;260-265] *Der Nektar wird von vielen Pflanzen produziert, damit man auch viel Nektar bekommt. Wenn es zum Beispiel nur wenige Pflanzen gäbe, gäbe es auch weniger Nektar für die Tiere. Der Hauptgrund für die Produktion von Nektar ist, damit die Insekten, die das essen, überleben. Und diese Tiere bringen dann den Staub auf andere Blumen, damit sie neuen Staub nehmen um besser zu wachsen. (...) Die Insekten lassen die Pflanzen halt wachsen und dann ernähren die Pflanzen die Insekten. (Ruben)*

Aus wissenschaftlicher Sicht führt die Produktion von Nektar tatsächlich zu einem erhöhten Fortpflanzungserfolg der Pflanzen. Die häufigen „damit“-Aussagen zeigen aber eine Handlungsabsicht. Es handelt sich für Ruben um eine gegenseitige Hilfe,

die für den eigenen Vorteil erbracht wird.

Die wohl umfassendste Vorstellung zu Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen weist Stefanie auf. Es treten wiederum beide Haupt-Denkfiguren parallel auf:

(70-88;160-191) Schmetterling und Biene besuchen die Blumen, weil sie das brauchen. Die Bienen für den Honig und der Schmetterling braucht es wahrscheinlich auch zum Essen. Die Bienen bestäuben es auch, damit es wachsen kann. Das ist halt bestäuben. Ohne Bienen würde es auf der Erde eigentlich kein Leben geben. (...) Ein Unterschied zwischen der Wind- und der Tierbestäubung, dass es vielleicht natürlicher ist, wenn die Bienen das machen. (Stefanie)

Neben den Nahrungsgründen erwähnt Stefanie auch, dass die Bienen die Bestäubung als eine Aufgabe erfüllen. Hervorzuheben ist dabei, dass sie die Bestäubung durch Bienen als besonders natürlich empfindet. Befragt nach der Produktion des Nektars tritt erneut die helfende Natur auf den Plan. Sie sieht die bestehenden Interaktionen als Resultate eines „intelligenten“ Naturgefüges:

[318-331] Es gibt so viele Pflanzen die Nektar produziere, weil das halt viele Tiere brauchen. Viele Tiere brauchen eben Nektar, damit sie das, z.B. die Bienen umarbeiten zu Honig. Bei anderen Tieren auch, weil die das vielleicht auch essen müssen und wenn das halt die einzige Nahrung ist, die sie essen, dann müssen Pflanzen das produzieren. Weil sonst wäre das ja irgendwie naturmäßig nicht sehr intelligent, wenn irgendwie das so entstanden ist. Dass es Tiere gibt, für die es kein Futter gibt. Und deswegen gibt es auch die Pflanzen vielleicht, die das auch produzieren, damit die etwas essen können. (Stefanie)

Neben diesen beiden Haupt-Denkfiguren soll an dieser Stelle noch kurz darauf eingegangen werden, ob die SchülerInnen **Konzepte zur Blütenstetigkeit** haben und wie diese begründet werden.

Drei der sieben SchülerInnen besitzen ein Konzept einer (bedingten) Blütenstetigkeit, wenngleich aus unterschiedlichen Gründen. Für Alex liegt die Ursache der Blütenstetigkeit in der Angepasstheit der Insekten:

[111-126] *Wenn sie [die Bienen] aber eine Wiese gefunden haben, wo eine Blumenart häufig wächst, wechseln sie glaube ich nicht zwischen den Blumenarten. Das glaube ich deswegen, dass die Insekten einfach auf manches angepasst und daran gewöhnt sind, nur das das zu essen. Angepasst meine ich in dem Sinne, dass ihr Magen einfach schon für dieses Nahrungsmittel gedacht ist. (Alex)*

Ruben spricht sich gleichfalls für die Blütenstetigkeit aus, ohne aber wirkliche Argumente zu nennen:

[25-42] *Er [Anm: das Insekt] wechselt nicht zwischen verschiedenen Arten, aber zwischen verschiedenen Blumen, es müssen nicht verschiedene Arten sein. (Ruben)*

Aus der Kenntnis verschiedener Honigsorten folgert Stefanie, dass zumindest Bienen eine gewisse Blütenstetigkeit besitzen müssen. Den Grund für die Insekten, bei einer Art zu bleiben, sieht sie in den speziellen Vorlieben des Insekts:

[137-145] *Ich glaube die Insekten bleiben dabei schon bei einer Art. Weil es gibt ja auch den Waldhonig, den Blütenhonig und so. Ich glaube schon, dass sie bei einer Art bleiben. Vielleicht bleiben sie bei einer Art, weil es ihnen irgendwie besser schmeckt oder so, weil sie das lieber haben. Das könnte sein. (Stefanie)*

Bei vier SchülerInnen konnte hingegen kein Konzept zur Blütenstetigkeit ausgemacht werden. Elias begründet die Ablehnung der Blütenstetigkeit mit gegenteiligen Alltagserfahrungen:

[95-116] *Danach hebt sie wieder ab und fliegt zur nächsten Blume. Das kann auch eine andere Art sein, glaube ich. Ich habe bei meinen bisherigen Beobachtungen nicht gesehen, dass sie wieder zur gleichen Art fliegen. (Elias)*

Zuvor wurde die Vorstellung von Stefanie erwähnt, die die Blütenstetigkeit als Resultat der Vorliebe eines Insekts für einen bestimmten Nektar-Geschmack sieht. Bei Janine spielt der individuelle Geschmack des Nektars auch eine Rolle, jedoch wechseln in ihrer Vorstellung die Tiere die Pflanzenarten, um möglichst verschiedene Geschmacksrichtungen zu bekommen:

[74-97] *Vom Blütenblatt aus fliegt es dann weg zu einer anderen Blume oder wieder zurück zum Bau. Dabei wechselt es glaube ich die Blumenarten auch, weil jeder Nektar anders schmeckt. Weil jeder hat eine andere Art und jeder eine andere Farbe, das schmeckt man heraus. (Janine)*

Maria hält die Blütenstetigkeit aufgrund der natürlichen Gegebenheiten für unwahrscheinlich:

[96-100] *Ich glaube nicht, dass so viele Blumen einer Art nebeneinander sind, dass sie bei der gleichen Art bleiben. Ich würde sagen, sie fliegen auf verschiedene Blumen. (Maria)*

4.2.7. Vorstellungen zur Bewertung der Tier- und Windbestäubung

Die Windbestäubung als Alternative zur Tierbestäubung war nahezu allen SchülerInnen bekannt oder zumindest vorstellbar. Nur eine Schülerin (Maria) besaß keine Vorstellung zu anderen Bestäubungsformen. Bei der Auswertung der Vorstellungen zur Tier- und Windbestäubung wurde der Fokus besonders auf die Vor- und Nachteile gelegt, die die SchülerInnen in diesen beiden Bestäubungsformen sehen. Die SchülerInnen wurden dabei explizit gefragt, wie sich die beiden Bestäubungsformen voneinander unterscheiden und welche Vor- bzw. Nachteile sie den jeweiligen Faktoren zuordnen würden.

Die befragten SchülerInnen zeigten ein sehr breites Spektrum an Vorstellungen. In den Augen der SchülerInnen war die **Geschwindigkeit der Übertragung** ein wichtiges Kriterium, wie folgende Ankerzitate zeigen:

[95-106] *Ich glaube die Bestäubung durch Tiere ist langsamer. Wenn zum Beispiel eine Biene das ganze Feld tauschen würde, würde das lange dauern. Der Wind würde das ganz schnell machen. (Ruben)*

[192-199] *Bei der Windbestäubung könnte der Nachteil sein, dass sie eben an anderen Orten wachsen und dass das beim Wind vielleicht länger dauert. Weil das muss der erst einmal anwehen. Das heißt, dass das bei den von den Bienen bestäubten*

*vielleicht schneller geht. Oder vielleicht auch nicht, vielleicht dauert das auch länger.
(Stefanie)*

[132-145] *Aber dafür können sie [die windbestäubten Pflanzen] sich nur sehr langsam fortbewegen mit den Samen. (Leon)*

Bei Ruben besitzt die Bestäubung durch Tiere einen klaren Geschwindigkeitsnachteil. Stefanie nennt hingegen den Wind als langsameren Faktor, ist sich jedoch sehr unsicher dabei. Für Leon spielt die Geschwindigkeit ebenso eine Rolle, wobei dies teilweise auf die Schwierigkeiten mit der Begriffsklärung (Diasporenausbreitung vs. Bestäubung) zurückzuführen ist. Für ihn sind noch zwei weitere Kriterien entscheidend: Der **wissentliche / zufällige Transport**, sowie der **Nährstoffentzug durch Insekten**. Der folgende Ausschnitt skizziert diese Vorstellungen:

[132-145] *Der Vorteil bei der Tierbestäubung ist, dass das zum Bestäuben auch wissentlich weitergetragen werden kann. Einen Nachteil sehe ich da nicht wirklich, außer dass auch viele Nährstoffe entzogen werden. Bei der Windbestäubung ist der Vorteil, dass nicht so viele Nährstoffe entzogen werden, da eben nur die Samen verteilt werden. Es wird nicht noch mehr weggenommen, wie zum Beispiel der Nektar bei den Pflanzen. (Leon)*

Auch Elias beschreibt den Vorteil der Tierbestäubung durch den wissentlichen Transport:

[143-161] *Der Unterschied zwischen dem Wind und den Tieren als Bestäubungsfaktor ist, dass der Wind kein Lebewesen ist. Aber wenn ein Tier das macht, dann ist es schon ein Lebewesen und macht es bewusst würde ich sagen. Und der Wind bläst zufällig Samen weg. (Elias)*

Alex erachtet beide Bestäubungsformen als zufällig. Die Zufälligkeit des Windes geht auch mit einer Unberechenbarkeit einher:

[149-165] *Beim Wind ist es ganz unterschiedlich, da weiß man überhaupt nie, wie weit es kommt, je nachdem, wie stark der Wind bläst. (...) Ein Nachteil bei den Tieren*

ist, dass es nicht ganz sicher ist, ob der Vogel sich entscheidet, dass er diesen Samen jetzt nicht haben möchte. (Alex)

Diese Abhängigkeit der Bestäubung von äußeren Faktoren (wie stark weht der Wind) kann sowohl vor- als auch nachteilhaft wirken, wie Elias und Janine formulieren:

[162-174] Beim Wind könnte ein Nachteil sein, dass wenn er nicht stark bläst, dass es keine Samen herunter bläst. Bei starkem Wind hat die Bestäubung durch den Wind auch Vorteile, weil da wird ein eher leichtes Insekt weggeblasen. Beim Baum bläst es aber erst dann die Samen so richtig hin. (Elias)

[150-161] Wind ist ja nicht jeden Tag, es kann auch mal ein windstiller Tag sein. Wie im Sommer halt, wo es irgendwie ganz heiß ist. (Janine)

Ein weiterer Aspekt, nach welchem die SchülerInnen die Vor- und Nachteile abwägen, ist die **übertragene Menge**. Die Befragten vergleichen hier, welche Mengen durch die Vektoren übertragen werden und welche Konsequenzen das mit sich bringt.

[149-165] Oder bei der Biene fliegt meistens relativ wenig Nektar hinunter. (Alex)

[106-132] Ein Unterschied zwischen Tier- und Windbestäubung ist, dass Tiere den ganzen Nektar heraus nehmen, während der Wind nur ganz kleine Teile davon wegnimmt. Bei der Windbestäubung wachsen danach weniger Pflanzen nach. (Janine)

[107-122] Ein Nachteil bei der Windbestäubung könnte sein, dass der Wind zu viel Staub auf eine Blume weht. Ein Vorteil ist, dass der Wind auf Blumen, die nichts haben, etwas draufgibt. Bei der Insektenbestäubung ist der Vorteil, dass es nicht zu viel wird auf einer Blume, nicht so wie beim Wind. (Ruben)

Es zeigt sich also, dass die SchülerInnen den selben Umstand (unterschiedliche Mengen werden transportiert) ganz unterschiedlich bewerten. Um die Aussagen von Janine und Alex hier richtig zu verstehen, ist zu erwähnen, dass der Nektar hier als das Objekt der Ausbreitung gesehen wird.

Eine weitere verallgemeinerbare Kategorie betrifft die **Reichweite der Bestäubungsfaktoren**. Solche Vorstellungen beschreiben, wie weit der Blütenstaub transportiert werden kann und welche Pflanzen von einem Vektor überhaupt erreicht werden können.

[127-141] *Ein Unterschied ist, dass der Wind das halt weiter verbläst bestimmte Dinge. Während der Vogel manches länger bei sich behält, manches weniger lange. (...)Ich glaube der Wind bringt das schon relativ weit, darum ist auch der Löwenzahn so weit ausgebreitet, den gibt es fast überall. (Alex)*

[106-132] *Bei der Insektenbestäubung wird es über eine große Fläche verteilt, da fliegt nicht alles auf einem Fleck runter, sondern es wird über die ganze Wiese verteilt. Beim Wind wachsen weniger Pflanzen, da der Wind nur ganz wenige Pflanzen trifft, also nur den obersten Nektar und nicht den ganz unten. (Janine)*

Abschließend seien noch zwei Besonderheiten hervorgehoben, die sich mit der Ursprünglichkeit der Bestäubungsfaktoren befassen:

Janine ist die einzige SchülerIn, die den Faktor Wind als durchwegs nachteilhaft empfindet. Sie gibt eine überaus interessante Begründung ab, warum diese Bestäubungsform dennoch existiert:

[106-132; 133-138] *Mir fallen keine Vorteile ein, die eine Bestäubung durch den Wind haben könnte, oder welche Nachteile Tierbestäubung haben könnte. (...) Dass es trotzdem Wind und Tiere als Bestäubungsform gibt, erkläre ich mir so, dass der Wind ja schon am Anfang der Erdentstehung da war. Die Insekten haben sich erst aus manchen verschiedenen Tieren gebildet (...). (Janine)*

Für Stefanie stellt hingegen die Windbestäubung die „unnatürlichere“ Bestäubungsform dar:

[160-191] *Ich glaube, dass die von Bienen bestäubt werden irgendwie stärker oder robuster sind. Das glaube ich, weil es einfach natürlicher ist, wenn die Bienen das selbst machen und von Blume zu Blume fliegen, als wenn der Wind das macht. (Ste-*

fanie)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Befragten viele Vor- und Nachteile aufzählen, und diese auch gegeneinander abwägen. Da sich die SchülerInnen dabei in der Regel auf ihre eigenen Erfahrungen beziehen, beeinflussen ihre selbst gewählten Beispiele die Vorstellungen stark. Besonders auffällig ist dieser Umstand bei den Schülern, die die Windbestäubung mit der Diasporenausbreitung verwechseln (Alex, Elias, Leon) und daraus ihre Schlüsse ziehen.

4.2.8. Vorstellungen zu Anpassung & Evolution

Um an die Vorstellungen zu Anpassung und Evolution zu kommen, wurde den SchülerInnen zusätzlich zum Bild von *Angraecum sesquipedale* ein Foto des einzig bekannten Bestäubers *Xanthopan morgani*¹⁵⁴ gezeigt. Die Befragten wurden anschließend befragt, wie sie sich vorstellen, wie es zu solch extremen Rüssel- bzw. Röhrenlängen kommt.

Die Ergebnisse werden mit den Erkenntnissen aus der Studie von BAALMANN et al. verglichen, bei welcher Schülervorstellungen zur Evolution untersucht wurden.¹⁵⁵ Viele der dort angeführten Denkfiguren lassen sich auch bei den hier befragten SchülerInnen finden.

Als erste Denkfigur zur Anpassung nennen BAALMANN et al. das **Gezielte adaptive Handeln von Individuen**.¹⁵⁶ SchülerInnen mit dieser Vorstellung beschreiben häufig Individuen, die einen Umstand (veränderte Umweltbedingungen etc.) erkennen und darauf zielgerichtet reagieren und sich dementsprechend anpassen.¹⁵⁷

In Bezug auf die Veränderung der Rüssel- bzw. Röhrenlängen konnte diese Denkfigur bzw. darin enthaltene Konzepte häufig gefunden werden.

Charakteristisch für diese Denkfigur ist das Konzept der **adaptiven Individuen**, dass die Entwicklung am Individuum abläuft.¹⁵⁸

¹⁵⁴ Siehe Anhang S. 1450.

¹⁵⁵ Vgl. BAALMANN et al. 2004.

¹⁵⁶ BAALMANN et al. 2004: S. 10.

¹⁵⁷ Vgl. ebenda.

¹⁵⁸ Vgl. ebenda.

[225-234] *Der Rüssel entwickelt sich, indem er jedes Jahr länger wird. Er wird also länger und es fällt auch ein kleines verrottetes Stückchen wieder ab. (Janine)*

[223-233; 234-249] *Er ist zur Pflanze hingegangen und konnte es dort nicht mehr holen und dann hat es sich weiterentwickelt, so ein langer Rüssel. (...) So eine Entwicklung dauert ca. ein bis zwei Monate, eher zwei. (Ruben)*

Deutliche Hinweise auf die Anpassung durch ein Individuum geben die kurzen Entwicklungszeiträume und die Verwendung der Personalpronomen sie bzw. er. Bei Janine zeigt sich weiters das Konzept der **graduellen Anpassung**, das beschreibt, dass kleine Veränderungen zur Anpassung des Individuums führen.¹⁵⁹ Dieses Konzept ist jedoch nicht nur auf die Denkfigur der adaptiven Anpassung von Individuen beschränkt.

Ein weiteres typisches Konzept innerhalb dieser Denkfigur betrifft die **Anpassungs-Erkenntnis**. Darunter soll nach BAALMANN et al. die Vorstellung verstanden werden, dass die Individuen ihre Situation wahrnehmen bzw. erkennen.¹⁶⁰ Janine erwähnt beispielsweise, dass das Tier den Ort des Nektar-Verstecks erkennt:

[213-224] *Die langen Rüssel und Röhren hängen damit zusammen, dass es immer ganz unten so einen speziellen Saft gibt. Den mögen die Insekten, weil der gut riecht und ihnen ziemlich gut schmeckt. Darum haben sie die Rüssel so lange entwickelt. (Janine)*

Wie oben bereits erwähnt, läuft für Janine die Anpassung am Individuum ab. Interessant ist, dass Janine hier von den Insekten im Plural spricht. „Die Insekten“ sind in diesem Zusammenhang eher als Gruppe von Individuen zu verstehen, die jeweils für sich diesen Umstand bemerken.

Eine besonders abgeschlossene Denkfigur zur adaptiven Anpassung von Individuen zeigt Alex:

[247-268] *Ich glaube, dass der Schmetterlingsrüssel von Anfang an angepasst wird und dass es dann immer näher, immer mehr drauf kommt, dass das praktischer ist*

¹⁵⁹ Vgl. ebenda.

¹⁶⁰ Vgl. ebenda.

einen längeren Rüssel zu haben. Das Insekt streckt seinen Rüssel da rein, saugt das aus und wartet einfach darauf. Aber ich glaube, das ist langsam geschehen, dass das einfach immer länger wurde. Bei der Blume war das wahrscheinlich auch am Anfang kürzer und wurde erst dann länger. Ich glaube beim Schmetterling, dass es einfach ganz langsam drauf kommt, die ganze Art drauf kommt, dass es leichter ist. (...) Ich glaube bei der Pflanze war es mit dem länger werden so, dass sie immer mehr versucht hat, ihre Sachen zu schützen, immer mehr. (Alex)

Alex arbeitet mit allen zuvor besprochenen Konzepten: Die Anpassung geschieht durch Individuen, die bemerken, dass ein langer Rüssel besser wäre. Der dabei erwähnte Artbegriff deckt sich mit einer Erkenntnis, die BAALMANN et al. zu dieser Denkfigur gewinnen konnten:

Die eigene Rasse und auch Art werden [...] nicht als biologisch in sich variable Größe, sondern einheitlich und damit quasi als Individuen aufgefasst.¹⁶¹

Als zweite große Denkfigur beschreiben BAALMANN et al. die **adaptive körperliche Anpassung**. In dieser Vorstellung kommt es zu automatischen Veränderungen der Organismen als Reaktion auf die Lebensbedingungen.¹⁶² Innerhalb dieser Denkfigur existieren wiederum verschiedene Konzepte, wobei die Grenzen zur Denkfigur der gezielten adaptiven Anpassung verwaschen sind. So tritt besonders das Konzept der graduellen Anpassung häufig auf.

Ähnlich wie die Anpassungs-Erkenntnis aus der ersten Denkfigur, gestaltet sich das Konzept der **Anpassungs-Notwendigkeit**. Ist eine physische Anpassung überlebensnotwendig, so erfolgt sie automatisch.¹⁶³

[286-300; 312-317] *Vielleicht weil irgendwer diese Pflanzen ja auch bestäuben muss und dass es dann auch Tiere gibt, die rein können. (...) Ich glaube, dass der Rüssel jede Generation länger wird, damit man da besser rein kommt. Am Anfang waren sie [die Rüssel] so kurz, da konnten sie nicht rein, weil das viel zu weit unten war um dahin zu gelangen. Sie müssen ja auch etwas essen und vielleicht müssen sie spe-*

¹⁶¹ BAALMANN et al. 2004: S. 11.

¹⁶² Vgl. ebenda S. 13.

¹⁶³ Vgl. ebenda.

ziell so einen essen. Und dann müssen sie irgendwie, dass sie sich halt verlängern, dass sie auch dahin kommen. (Stefanie)

Aus der Notwendigkeit an die Nahrungsbeschaffung bzw. des Bestäubens folgt für Stefanie direkt die Verlängerung des Rüssels. Im Gegensatz zur ersten Denkfigur läuft die Entwicklung über Generationen und nicht an einem Individuum ab. Deutlich zu erkennen ist auch das Konzept der graduellen Anpassung.

[214-227; 228-239] Die Rüssel- und Röhrenlängen sind angepasst, speziell angepasst an die Natur. Der Schmetterling ernährt sich höchstwahrscheinlich vom Nektar aus solchen Blüten und hat sich deswegen angepasst daran. Und bei der Orchidee, die haben sich sicher irgendwann angepasst, dass ihnen nicht zu viel entzogen wird. (...) Bei den Pflanzen hat sich der untere Teil stark vergrößert und nach hinten gezogen, dass die Nährstoffe nicht so leicht entzogen werden. Die Anpassung dauert wahrscheinlich mehrere hundert Jahre. (Leon)

Leons Vorstellung lässt sich auch zu dieser Denkfigur zuordnen. Er spricht davon, dass es für die Schmetterlinge notwendig ist sich anzupassen, da sie sich vom Nektar der Orchidee ernähren. Diese Aussage deckt sich somit dem Konzept der Anpassungs-Notwendigkeit. Der lange Zeitraum in welchem sich die Anpassung für Leon abspielt unterstreicht die Zuordnung in diese Denkfigur, da sie nicht an einem Individuum abläuft.

Bei Elias zeigt sich in der Rüsselentwicklung ebenso die Vorstellung der adaptiven körperlichen Umstellung:

[239-262] Das brauchen sie zum Essen, sonst würden sie ja nicht überleben. Ich glaube, dass nach mehreren Jahren Schmetterlinge mit weniger großen Rüsseln waren und die sind da nicht gut hingekommen. Dann hat sich das in mehreren Jahren weiter entwickelt und ist größer geworden. Die Entwicklung stelle ich mir so vor, dass wenn der Schmetterling Nachwuchs bekommt, dass der dann einen längeren Rüssel hat. Das geht dann so weiter und irgendwann ist es dann fertig ausgebildet. Bei der Pflanze könnte es sein, dass sie vielleicht ihren Nektar nicht hergeben wollte. (Elias)

Der Überlebenswille führt hier zum länger werden der Rüssel. Die Vorstellungen von Elias besitzen teilweise auch Aspekte der Denkfigur der gezielten adaptiven Anpassung. Speziell das „Handeln“ der Pflanze wirkt gezielt.

Wie eng die Vorstellungen beisammen liegen können, zeigt Janine. Ihre Aussagen wurden zuvor hauptsächlich der ersten Denkfigur zugeordnet, jedoch lässt sich das Konzept der Anpassungs-Notwendigkeit auch bei ihr finden:

[213-224] *Und sie [die Schmetterlinge] müssen auch ganz runterkommen um diesen Saft zu holen, weil der ihnen am besten schmeckt. Da müssen sie doch ganz runterkommen, zum Beispiel der Schmetterling. (Janine)*

Bei Janine reagieren die Tiere allerdings aktiv auf diese Notwendigkeit, weshalb die Zuordnung zur ersten Denkfigur als gerechtfertigt erscheint.

Ein weiteres Konzept innerhalb der adaptiven körperlichen Anpassung ist die **Anpassung durch Gebrauch**. Der vermehrte Gebrauch führt in dieser Vorstellung zu Merkmalsadaptationen.¹⁶⁴ Für Ruben ist dieses Konzept ein essentieller Teil seiner Vorstellung:

[234-249; 250-254] *Der Rüssel wächst halt immer weiter. Ich glaube die Schmetterlinge haben die Zunge bzw. den Rüssel immer gestreckt. Es wurde immer gestreckt und dann wurde es irgendwie immer länger. So eine Entwicklung dauert ca. ein bis zwei Monate, eher zwei. Früher hatte es einen kleinen Rüssel, es hat sich immer gestreckt und dann hat es sich so entwickelt. (...) Bei der Blume könnte es so sein, dass sich das zur Erde gestreckt hat. Es hat sich zur Erde gestreckt, weil das noch extra Nährstoffe brauchte. (Ruben)*

Bei Ruben ist es das Individuum an sich, das sich mehr und mehr streckt und so die Anpassung aktiv vollzieht. Aus diesem Grund wurde seine Vorstellung auch der ersten Denkfigur zugewiesen.

Der Vergleich mit der Studie von BAALMANN et al. ist also durchaus fruchtbar, und

¹⁶⁴ Vgl. BAALMANN et al. 2004: S. 13.

die Vorstellungen der hier befragten SchülerInnen spiegelten viele der dort herausgefilterten Konzepte und Denkfiguren wider. Dies ist umso überraschender, da die bei BAALMANN et al. befragten SchülerInnen deutlich älter waren (12. Schulstufe) im Vergleich zu den noch sehr jungen Interviewpartnern (5. Schulstufe) dieser Diplomarbeit. Dieser Altersunterschied und der damit einhergehende Unterschied an schulischem bzw. biologie-theoretischem Wissen bedingen auch, dass die dritte Denkfigur BAALMANNs, die **Absichtsvolle genetische Transmutation**¹⁶⁵ nicht festgestellt werden konnte.

An den Vorstellungen der SchülerInnen ist besonders der hohe Anteil an **finalen Vorstellungen** zur Evolution auffällig. Bei KRÜGER & JOHANNSEN wird diese Art von Vorstellung folgendermaßen charakterisiert:

*In finalen Vorstellungen, die sich auf evolutionäre Prozesse beziehen, wird die Funktionalität einer Eigenschaft als Ursache derselben gesehen. Merkmale entstehen demnach, damit sie eine bestimmte Funktion erfüllen können. Die Anpassung unterliegt hier keinem Zufall, sondern erfolgt durch eine höhere Instanz oder durch die Steuerung des Lebewesens selbst.*¹⁶⁶

Diese Formen der Vorstellung wurden in Kapitel 4.2.5. kurz angesprochen. Wie dort bereits erwähnt wurde, tragen reine Warum-Fragen zu solchen finalen Vorstellungen bei. Um diesem Umstand vorzubeugen wurde versucht, die Frage aufzutrennen, und es wurde explizit nach der unmittelbaren Wirkursache¹⁶⁷ gefragt (Wie konnten sich solche Röhren- bzw. Rüssellängen entwickeln?). Die Vorstellungen von Leon und Elias besitzen einen solchen finalen Charakter (siehe Textausschnitte oben).

Häufig genannte Vorstellungen waren auch **anthropomorphen** Charakters. Mit anthropomorph sind dabei Vorstellungen gemeint, in welchen Tiere bzw. Pflanzen aktiv Veränderungen herbeiführen und ihr Verhalten eigenständig auf einen bestimmten Zweck hin ausrichten.¹⁶⁸ Solche Vorstellungen sind hauptsächlich bei SchülerInnen mit der oben besprochenen Denkfigur der gezielten adaptiven Anpassung von Indivi-

¹⁶⁵ Vgl. BAALMANN et al. 2004: S. 14.

¹⁶⁶ KRÜGER & JOHANNSEN 2005: S. 25.

¹⁶⁷ Vgl. ebenda S. 40.

¹⁶⁸ Vgl. ebenda S. 26.

duen vertreten.¹⁶⁹ Von den befragten SchülerInnen weisen insbesondere Alex, Janine und Stefanie anthropomorphe Vorstellungen auf (siehe Textausschnitte oben). Dabei nennen speziell Alex (*Das ist ja die Natur, dass es sich immer anpasst (...)*) und Stefanie (*(...)weil irgendwer diese Pflanzen ja auch bestäuben muss und dass es dann auch Tiere gibt, die rein können (...)*) die Natur als steuerndes Element.

Lamarckistische Vorstellungen beruhen u. a. auf der Annahme, dass erworbene Eigenschaften durch Gebrauch bzw. Nichtgebrauch an die nächste Generation weitergegeben werden können.¹⁷⁰ Deutlich lamarckistische Züge lassen sich demnach bei Ruben finden, der die vermehrte Streckung des Rüssels als Auslöser für die Verlängerung desselbigen sieht.

Eine Schülerin wurde in diesem Kapitel bisher ausgeklammert: Maria. Trotz mehrmaliger Nachfragen äußerte sie keine Vorstellungen zu Anpassung und Evolution. Es wird nicht hinterfragt, wie es zu Rüssel- bzw. Röhrenlängen kommt, die Individuen wachsen einfach so bzw. werden so geboren.

5. Didaktische Strukturierung – Ein Unterrichtsmodell zur Blütenökologie

Die nachfolgende Didaktische Strukturierung beinhaltet mehrere Teilaspekte: In einem ersten Teil sollen Schulbücher in Bezug auf die Erkenntnisse aus der fachlichen Klärung untersucht und didaktische Schwierigkeiten beleuchtet werden. Im zweiten Teil soll ein selbst konzipiertes Unterrichtsmodell zum Thema Blütenökologie vorgestellt und anschließend didaktisch begründet und analysiert werden.

5.1. Blütenökologie im Schulbuchvergleich

Die Reihenfolge der Kapitel dieses Abschnitts folgt im Wesentlichen der Abfolge, wie die Themen in den Schulbüchern behandelt werden. Außerdem wird versucht den Bezug zur fachlichen Klärung deutlich zu machen um den Wechselbeziehungen der Didaktischen Rekonstruktion gerecht zu werden. Hinzu kommt ein zusätzliches Unterkapitel zu den in den Schulbüchern unterrepräsentierten evolutionären Aspekten.

¹⁶⁹ Vgl. ebenda S. 41.

¹⁷⁰ Vgl. ebenda S. 26.

5.1.1. Was ist unterrichtsrelevant?

Die Klärung der Frage „Welche Aspekte der Blütenökologie sind unterrichtsrelevant?“ ist schwer objektiv zu beantworten. Würde man diese Frage hunderten verschiedenen LehrerInnen, StudentInnen oder UniversitätsprofessorInnen der Biologie stellen, würde man vermutlich ebenso viele verschiedene Antworten erhalten. Die Unterrichtsgestaltung basiert neben schwer zu erfassenden subjektiven Vorlieben der Unterrichtenden und örtlichen Gegebenheiten, vor allem auf zwei weiteren Faktoren, die für die Diplomarbeit besonders zu Rate gezogen wurden: dem **Lehrplan** und dem jeweiligen **Schulbuch**.

Den grundlegenden Rahmen stellt der gesetzlich festgelegte Lehrplan für das Fach Biologie und Umweltkunde für die Unterstufe dar. Obwohl das Schlagwort „Blütenökologie“ im Lehrplan nicht explizit zu finden ist, treffen dennoch einige der Forderungen der allgemeinen Bildungs- und Lehraufgabe auf dieses Thema zu:

„Der Unterrichtsgegenstand Biologie und Umweltkunde hat von der 1. bis zur 4. Klasse die Beschäftigung mit den Themenbereichen Mensch und Gesundheit, Tiere und Pflanzen sowie Ökologie und Umwelt zum Schwerpunkt.

[...] Die Schülerinnen und Schüler sollen zentrale biologische Erkenntnisse gewinnen, Prinzipien, Zusammenhänge, Kreisläufe und Abhängigkeiten sehen lernen und Verständnis für biologische bzw. naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erwerben.“¹⁷¹

Der Themenbereich Blütenökologie geht weit über die Botanik hinaus, da besonders bei der Tierbestäubung ein unmittelbarer Zusammenhang mit der Tierwelt steht. Diese Beziehung stellt nicht nur ein Paradebeispiel ökologischer Wechselwirkungen dar, sondern bietet auch die Möglichkeit das grundlegende Leitthema der Biologie, die Evolution, auf einem greifbaren Niveau für SchülerInnen der Unterstufe verständlich zu machen. Obwohl die Evolution erst im Lehrplan für die 8. Klasse aufscheint,¹⁷² sollte sie möglichst früh als roter Faden im Unterricht einfließen, vor deren Hinter-

¹⁷¹ Lehrplan Biologie und Umweltkunde für die Unterstufe. S. 1
www.bmukk.gv.at/medienpool/779/ahs5.pdf [15.4.2011].

¹⁷² Lehrplan Biologie und Umweltkunde für die Oberstufe. S. 4.
www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf [15.4.2011].

grund sich die Vielfalt in der Natur und die Entwicklung ökologischer Zusammenhänge besser verstehen lassen.

Neben diesen allgemeinen Lehrzielen für den Unterricht in Biologie und Umweltkunde werden die Unterrichtsinhalte im Kernstoff für die 1. Klasse des Unterstufen-Lehrplanes noch etwas genauer festgeschrieben:

“An Beispielen ausgewählter einheimischer Vertreter aus dem Tier- und Pflanzenreich sind Bau und Funktion sowie Zusammenhänge zwischen Bau, Lebensweise und Umwelt zu erarbeiten, wodurch eine Basis für altersgemäßes Verständnis verwandtschaftlicher Beziehungen gelegt werden soll.

*Die Schwerpunkte bilden Wirbeltiere und Blütenpflanzen.*¹⁷³

Aus dieser spezifischeren Forderung lassen sich die oben erwähnten Argumente für ein evolutionäres Verständnis der Blütenökologie nochmals unterstreichen. Sowohl Aufbau und Funktion der Blütenpflanzen als auch damit einhergehende Zusammenhänge können nur vor dem Hintergrund des Evolutionsgedanken plausibel biologisch erklärt werden. Die vielfältigen blütenökologischen Beziehungen, die sich im Laufe der Stammesgeschichte entwickelt haben, bieten somit auch eine große Anzahl an Anknüpfungspunkten um Evolution nachvollziehbar zu machen. Damit können für das biologische Verständnis essentielle Fragen, wie etwa durch evolutive Prozesse Vielfalt entstehen kann, oder welche Bedeutung verwandtschaftliche Beziehungen zukommt, anhand des Beispiels der Bestäubungsbiologie diskutiert werden.

Kurz gesagt steht die Blütenökologie an der Schnittstelle der hier geforderten Lehrziele, die die „Evolutionsbrücke“ zwischen Zoologie, Botanik und Ökologie schlägt. Der kurz gehaltene Lehrplan bietet folglich ausreichend Argumente für die Behandlung des Themas Blütenökologie im Unterricht, liefert aber keine Aussage, in welchem Umfang dies geschehen soll.

Einen genaueren Anhaltspunkt für die „Unterrichtsrelevanz“ einzelner blütenökologischer Aspekte ergibt die Analyse heute gebräuchlicher Schulbücher,¹⁷⁴ die den zwei-

¹⁷³ Lehrplan Biologie und Umweltkunde, S. 3.

¹⁷⁴ Die verglichenen Schulbücher sind in einem eigenen Abschnitt des Quellenverzeichnisses angeführt.

ten „Baustein“ der Unterrichtsgestaltung der meisten Unterrichtenden darstellen. Die Schulbuchanalyse beschränkt sich, dem Lehrplan folgend, auf Schulbücher der 1. Klasse Unterstufe (5. Schulstufe). Der Stellenwert des Buches für die Unterrichtsplanung variiert zwar von Lehrperson zu Lehrperson, dennoch liefern die Schulbuchinhalte einen guten Indikator dafür, was in Österreichs Schulen unterrichtet wird oder zumindest unterrichtet werden sollte.

5.1.2. Wie wird der Begriff „Blüte“ in Schulbüchern definiert?

Der Einstieg in das Thema Blütenökologie beginnt meist mit der Besprechung der Organe einer Zwitterblüte (siehe Kapitel 3.2) ohne den Begriff Blüte vorher entsprechend zu definieren.

In nahezu allen verglichenen Schulbüchern wird zwar auf die Fortpflanzungsfunktion der Blüte eingegangen, nicht jedoch auf deren Sprosscharakter.¹⁷⁵ Die Tatsache, dass die Blütenblätter umgewandelte Laubblätter darstellen, die durch die starke Stauchung der Sprossachse scheinbar aus einem Punkt entspringen, wurde nur in zwei der analysierten Schulbücher thematisiert.¹⁷⁶

Die Blüte lässt sich (wie gesehen) kurz und knapp definieren. Es stellt sich also die Frage, weshalb eine solche Definition in Schulbüchern vermieden wird?

Eine persönliche Hypothese für dieses „Ausklammern“ der Begriffsdefinition ist, dass damit Schwierigkeiten vermieden werden sollen. Die Begriffe Spross und Blätter werden in den Schulbüchern bei der allgemeinen Behandlung der Blütenpflanzen eingehend erklärt, und sollten somit kein Problem darstellen. Schwieriger hingegen scheint die Erklärung, wie Laubblätter „plötzlich“ zu Blütenblättern werden, besonders wenn dabei versucht wird, auf die Evolutionstheorie zu verzichten, die erst in der 8. Klasse der Oberstufe im Lehrplan vorgesehen ist.¹⁷⁷ Da aber Blüten trotz der allgemeinen Definition keine starren Gebilde mit einem einheitlichen Aufbau sind, sondern durch Variationen der einzelnen Blütenorgane im Laufe der Evolution entstanden, sollte darauf auch schon in diesem frühen Alter eingegangen werden (siehe hierzu 3.5).

Die Definition der Blüte bringt aber noch eine zweite Schwierigkeit mit sich: Eine Un-

¹⁷⁵ Siehe ARIENTI et al. 2008; BIEGL 2011; KUGLER 2006; SCHULLERER 2005.

¹⁷⁶ Siehe GEREBEN-KRENN et al. 2010; JILKA et al. 2009.

¹⁷⁷ Vgl. www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf S. 4.

terscheidung zwischen Blüte und Blume wird notwendig. Die in den Schulbüchern angeführte reine „Funktions-Definition“, dass Blüten der Fortpflanzung dienen, trifft genauso auf den Begriff Blume zu. Eine Unterscheidung der beiden Begrifflichkeiten wird dadurch, obwohl logisch dringend erforderlich, vermieden.

Interessanterweise beschränken sich viele Schulbücher auf die Behandlung einfacher Blüten. Zwar taucht vereinzelt der Begriff Blütenstand oder ein Foto eines Korbblütlers auf, jedoch ohne Erklärung zum blütenbiologischen Aufbau bzw. dessen Funktion.¹⁷⁸

Das Übergehen der „Problematik“ Blütenstand und Blume ist diskussionswürdig, weil dadurch etwa der Blumenbau der Asteraceen (=Korbblütler), die neben den Orchidaceen eine der artenreichsten Blütenpflanzenfamilien überhaupt darstellen,¹⁷⁹ nicht verstanden werden kann. Da auch viele heimische Blütenpflanzen zu den Asteraceen gehören, wie beispielsweise das bei Kindern allseits bekannte Gänseblümchen (*Bellis perennis*) oder der Löwenzahn (*Taraxacum officinalis*), wird hier ein spannender und lehrreicher Alltagsbezug „verschenkt“.

Positiv hervorzuheben ist hier das Schulbuch *Bio logisch 1*, das bei der Besprechung der Familie der Korbblütler genauer auf die Thematik eines zusammengesetzten Blütenstandes eingeht, und den Aufbau eines „Blütenkorbes“ illustriert.¹⁸⁰

5.1.3. Aufbau einer Zwitterblüte in Schulbüchern

Klarerweise wird der Blütenaufbau in den Schulbüchern in stark verkürzter Form präsentiert, jedoch empfiehlt es sich für den Lehrenden, über dieses Schulbuchniveau hinaus das Wesen der Blüte zu kennen. Auf Grundlage der Kenntnisse aus der Fachliteratur soll untersucht werden, welche Aspekte in den Schulbüchern besonders hervorgehoben werden und welche didaktischen Schwierigkeiten sich daraus ergeben.

Der Aufbau einer Zwitterblüte wird in der Regel induktiv, anhand „einfacher“ Beispiele aus der Natur, besprochen. Besonders beliebt dabei sind die Blüten der Kirsche¹⁸¹, des Apfels¹⁸² oder der Tulpe.¹⁸³ Nur in einem Fall wird deduktiv vorgegangen, indem

¹⁷⁸ Siehe SCHULLERER et al. 2005, ROGL et al. 2005, JILKA et al. 2009.

¹⁷⁹ Vgl. HESS 2005: S. 206.

¹⁸⁰ Siehe GEREKEN-KRENN et al. 2010: S. 131.

¹⁸¹ Siehe KUGLER 2006: S. 109f, ARIENTI et al. 2008: S. 106, GEREKEN-KRENN et al. 2010: 114f und SCHULLERER et al. 2005: S. 96.

¹⁸² Siehe JILKA et al. 2009: S. 100f.

der allgemeine Aufbau einer zwittrigen Blüte erklärt wird, und erst anschließend auf Beispiele verwiesen wird.¹⁸⁴

Die zu den Rosaceen gehörigen Gattungen der Kirsche und des Apfels bieten sich insbesondere durch einen anschaulichen Blütenaufbau zur Erklärung von Zwitterblüten an. Zum einen gibt es kaum Verwachsungen (abgesehen von der unterschiedlichen Ständigkeit des Fruchtknotens), und auch der Alltagsbezug ist gegeben. Als mögliche Nachteile kann die unbestimmte Anzahl der Staubblätter gesehen werden, sowie die Unterständigkeit (und dadurch schlechte Sichtbarkeit) des Fruchtknotens bei der Apfelblüte.

Die Tulpe besitzt eine sehr große Einzelblüte, wodurch die einzelnen Blütenorgane leicht erkannt und unterschieden werden können. Der Alltagsbezug ist durch ihre Beliebtheit als Gartenpflanze ebenfalls evident. Als didaktischer Nachteil muss jedoch die fehlende Unterteilung in Kelch und Krone bedacht werden. Da die Tulpe nur ein einheitliches Perianth, also ein Perigon besitzt, lässt sich der Kelch (und genau genommen auch die Krone) als Blütenorgan nicht illustrieren. Als Einstiegsbeispiel ist sie dadurch weniger geeignet, sehr wohl aber als Exempel für die möglichen Variationen im Blütenbau.

Der Aufbau und die Funktion der Kelch- und Kronblätter wird in der Regel ausführlich erklärt. Die in einem Fall auftretende Bezeichnung „Blütenblätter“ für die Kronblätter¹⁸⁵ könnte zu Verwirrung führen, weil darunter im Grunde die Gesamtheit aller blattartigen Blütenorgane zu verstehen ist.¹⁸⁶

Bei der Besprechung der Staubblätter lassen sich merkliche Niveauunterschiede ausmachen. Neben Schulbüchern, in denen nur der Begriff Staubblatt ohne eine weitere Unterteilung auftaucht,¹⁸⁷ wird in anderen Büchern zusätzlich zwischen Staubfaden und Staubbeutel unterschieden, und sogar Pollensäcke als Bildungsorte des Pollens genannt und visualisiert.¹⁸⁸ Durch diese Abbildungen wird es für die Schülerinnen anschaulicher, wo sich der Pollen genau befindet. Positiv anzumerken ist,

¹⁸³ Siehe BIEGL 2011: S. 126f.

¹⁸⁴ Siehe ROGL et al. 2005: S. 53.

¹⁸⁵ Siehe SCHULLERER et al. 2005: S. 96 – 107.

¹⁸⁶ Vgl. FISCHER et al. 2008: S. 91.

¹⁸⁷ Siehe SCHULLERER et al. 2005: S. 96 – 107.

¹⁸⁸ Siehe JILKA et al. 2009: S. 100f, GEREKEN-KRENN et al. 2010: S. 112f und ARIENTI et al. 2008: S. 106.

dass die pollentragenden Staubblätter durchwegs auch als die männlichen Blütenorgane hervorgehoben werden.

Der Begriff Fruchtblatt hingegen wird häufig nicht eingeführt, sondern man beschränkt sich auf die Bezeichnung Stempel für das weibliche Organ der Blüte.¹⁸⁹ Dadurch ist der Blattcharakter allerdings für die SchülerInnen nicht mehr ersichtlich, was durch den meist komplexen Bau zusätzlich erschwert wird. Die Bezeichnung Fruchtblatt hingegen weist direkt auf den Blattursprung hin und vervollständigt so den Sprosscharakter der Blüte.

Weshalb werden die Fruchtblätter als Fachbegriff also „verschwiegen“? Wie bereits beim Blüten- und Blumenproblem können hier nur eigene Hypothesen gegeben werden. Eine Gefahr, die bei gleichzeitiger Benützung der Begrifflichkeiten Stempel und Fruchtblatt auftreten kann, ist, dass diese synonym gebraucht werden, obwohl dies nicht immer der Fall ist (siehe hierzu 3.2.4). Eine genaue Begriffsklärung würde dadurch notwendig. Diese „Schwierigkeit“ sollte jedoch in Kauf genommen werden, da es besonders bei den teils ausführlich besprochenen Fruchtformen von Bedeutung ist, wie viele Fruchtblätter beteiligt sind. Die Verwachsungsthematik der Fruchtblätter scheint einzig in einem Schulbuch beim Vergleich mehrerer Blütenpflanzen entsprechend auf.¹⁹⁰ Beschränkt man sich auf eine Blütenpflanze, etwa die einkarpelige Kirsche, kann leicht der Eindruck „ein Fruchtblatt = ein Stempel“ entstehen.¹⁹¹

Die Unterteilung des Stempels in Narbe, Griffel und Fruchtknoten wird in allen verglichenen Schulbüchern vorgenommen, weil dies bei der Besprechung der Befruchtung benötigt wird. An dieser Stelle soll auch nochmals die Sinnhaftigkeit der Tulpe als Musterbeispiel für eine Zwitterblüte hinterfragt werden, da Tulpen nur einen sehr kurzen oder gar keinen Griffel besitzen.¹⁹²

Ein klares Verständnis des Blütenbaus ist nicht nur essentiell für das Verstehen von Bestäubung, Befruchtung und Fruchtentwicklung, sondern ist auch für das Thema Systematik unentbehrlich. Da in den Schulbüchern einige wichtige Blütenpflanzenfamilien (u.a. Rosaceae, Lamiaceae, Fabaceae, Brassicaceae) besprochen und un-

¹⁸⁹ Siehe KUGLER 2006: S. 110. und BIEGL 2011: S. 126 – 139.

¹⁹⁰ Siehe ARIENTI et al. 2008: S. 108ff.

¹⁹¹ Siehe GEREBEN-KRENN et al. 2010: S. 115.

¹⁹² URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=133974 [7.6.2011].

terschieden werden, ist es notwendig die einzelnen Blütenorgane gut zu kennen. Die Variabilität der einzelnen Organe sollte dabei kein Hindernis sein, sondern ein Anreiz, der durch die blütenökologischen Zusammenhänge erhellt werden kann.

5.1.4. Bestäubungsbiologie in Schulbüchern

Dem Aufbau des Abschnittes 3.4. folgend soll erst untersucht werden, in welchem Umfang in den Schulbüchern auf die unterschiedlichen Mechanismen der Fremdbestäubung eingegangen wird.

Bei nahezu allen Büchern werden bei den Möglichkeiten zur Fremdbestäubung sowohl die Tier- als auch die Windbestäubung angeführt. Aufgrund des sehr geringen Anteils der Wasserbestäubung ist es verzeihlich, dass diese ausgeklammert wird. Das Schulbuch *Biologie & Umweltkunde* beinhaltet hingegen ausschließlich die Tierbestäubung, die Windbestäubung wird ausgeklammert. Die Fremdbestäubung wird hier folgendermaßen eingeführt:

*„Die Blütenblätter und der Duft der Blüten locken Bienen an. Während diese eine Blüte besuchen, bleibt Blütenstaub am Haarkleid der Insekten hängen. Wenn die Bienen nun von Blüte zu Blüte fliegen, wird der Blütenstaub auf die Narben anderer Blüten übertragen. Dies nennt man **Fremdbestäubung**.“*¹⁹³

Bei einer solchen Vorgehensweise besteht die Gefahr, dass Fremdbestäubung mit Insektenbestäubung oder gar Bienenbestäubung gleichgesetzt wird, und die Schülerinnen den nicht unwesentlichen Bestäubungsfaktor Wind gar nicht wahrnehmen. Zudem bleibt dadurch die Möglichkeit eines Vergleichs zwischen diesen beiden Bestäubungsmöglichkeiten ungenutzt.

Die Tier- bzw. Insektenbestäubung wird in allen verglichenen Schulbüchern, sofern vorhanden, zusätzlich zu den Texterklärungen mithilfe von Illustrationen verdeutlicht. Besonders wichtig erscheint mir dabei, dass dabei auf die „Beweggründe“ der Insekten verwiesen wird. Es muss klar erkennbar sein, dass die Insekten aufgrund des Nahrungsangebots bzw. etwaiger anderer Lockmittel die Blumen besuchen und nicht aufgrund „sozialer Motive“. Positiverweise wird in den Büchern des Schulbuchvergleichs die Übertragung des Pollens durch die Tiere durchwegs als Nebenprodukt

¹⁹³ SCHULLERER et al. 2005: S. 96.

des Nahrungserwerbs vermittelt.

Was leider in fast allen Büchern auf der Strecke bleibt, ist ein kritischer Vergleich der Bestäubungsvektoren Wind und Tiere. Im Schulbuch *Biologie & Umweltkunde*, wo die Windbestäubung ausgeblendet wird, ist eine solche Gegenüberstellung klarerweise unmöglich. In den übrigen Fällen wird hauptsächlich auf den Ablauf der jeweiligen Bestäubungsform eingegangen und einzelne Besonderheiten solcher Pflanzen angegeben. Zu solchen Besonderheiten zählen die Anpassungssyndrome an den jeweiligen Vektor, etwa die Auffälligkeit bzw. Unauffälligkeit der Blüten bei Tier- bzw. Windbestäubung oder auch die unterschiedliche Beschaffenheit des Pollens. Was jedoch fehlt, ist eine ausgewogene Diskussion über die Vor- und Nachteile dieser beiden Bestäubungsfaktoren.

Sowohl bei *Bio Top 1* und *Bio Buch 1* findet sich einzig der Verweis, dass bei windbestäubten Arten große Pollenmengen produziert werden müssen.¹⁹⁴ Dass diese großen Mengen mit der nicht zielgerichteten Pollenübertragung im Zusammenhang zu sehen sind, wird dabei nicht erwähnt. Derselbe Verweis findet sich auch in *Biologie aktiv 1*, wobei hier zusätzlich die Blütenstetigkeit der Insekten erwähnt wird, die den großen Vorteil der Tierbestäubung erst ermöglicht. Jedoch erscheint die Erklärung der Blütenstetigkeit etwas unglücklich gewählt:

*„Insekten sind blütenstet, das heißt, solange es noch genügend Blüten einer Art gibt, bleiben sie bei einer Nektarquelle. Dadurch wird sichergestellt, dass der Pollen einer Pflanze immer zu Pflanzen der selben Art gebracht wird.“*¹⁹⁵

Es ist wie bereits erwähnt i.d.R. für eine Pflanzenart genetisch von Vorteil, dass die Insekten mehrere Blumen derselben Art nacheinander besuchen. Der Grund, warum viele Insekten blütenstet sind, ist jedoch nur die möglichst ökonomische Beschaffung von Nektar oder Pollen. Beim vorliegenden Zitat könnte der Schluss gezogen werden, dass die Tiere sicherstellen möchten, dass der Pollen auch auf der richtigen Pflanze landet. Dies könnte zu falschen Vorstellungen über Interaktionen zwischen Pflanzen und Insekten führen. Die Vorteile, die die Blütenstetigkeit für die Tiere bringt, werden in *Begegnungen mit der Natur 1* klar hervorgehoben:

¹⁹⁴ Siehe JILKA et al. 2011: S. 103 und KUGLER 2006: S. 111.

¹⁹⁵ ROGL et al. 2005: S. 55.

„Blütenstet bedeutet, dass die Tiere nur die Blüten einer bestimmten Pflanzenart anfliegen, solange sie dort Nektar und Blütenstaub finden. Das Sammeln geht schneller, wenn die Tiere einmal entdeckt haben, wo Nektar und Pollen zu finden sind. Da eine Pflanze nur von Pollen der eigenen Art befruchtet werden kann, hat auch sie einen Nutzen von der Blütenstetigkeit ihrer Bestäuber.“¹⁹⁶

Eine weitere klare Darstellung der Vorteilhaftigkeit der Insektenbestäubung, findet sich in ganz klar: *Biologie 1: „Die Pflanze bietet den Tieren Pollen und Nektar als Nahrung an. Dafür werden die Pollen zuverlässiger auf eine andere Blüte übertragen als bei der Windbestäubung.“*¹⁹⁷

Die Frage, warum es dennoch windblütige Arten gibt, bleibt aber unbeantwortet. Diese könnte nur durch das ausführliche Abwägen der Vor- und Nachteile, wie in 3.4.2 angeführt, erreicht werden.

Als nächster Punkt soll analysiert werden, wie der Selbstbestäubungsthematik in den Schulbüchern abgebildet wird. Die Unterschiedlichkeit der Schulbücher in diesem Bereich zeigt sich beim Vergleich zweier „Extremfälle“. Bei *Bio Top* wird der Nachteil der Selbstbestäubung stark hervorgehoben: „Pflanzen vermeiden Selbstbestäubung, da sonst minderwertige Samen entstehen können.“¹⁹⁸

Selbstbestäubung besitzt, wie besprochen, einige Nachteile gegenüber der Fremdbestäubung, weshalb sich auch verschiedenste Mechanismen zu deren Vermeidung entwickelten. In *Bio Top* werden einige dieser Möglichkeiten (Zweihäusigkeit, zeitliche Trennung der Reifestadien) in Folge auch erklärt. Auf die Tatsache, dass die Selbstbestäubung in gewissen Fällen (Pionierpflanzen, Notlösung bei ausgebliebener Fremdbestäubung,...) auch vorteilhaft sein kann, wird nicht eingegangen.

Das Verb „vermeiden“ ist zudem problematisch, da dadurch der Eindruck einer absichtsvollen Handlung der Pflanze und in Folge anthropomorphe Vorstellungen entstehen können.

Ein deutlich „positiveres“ Bild von der Selbstbestäubung zeichnet das Schulbuch *Biologie & Umweltkunde*:

¹⁹⁶ BIEGL 2011: S. 131.

¹⁹⁷ ARIENTI et al. 2008: S. 112.

¹⁹⁸ JILKA et al. 2011: S. 103.

„Oft fällt auch Blütenstaub auf die Narbe der eigenen Blüte und bestäubt sie. Diese so genannte **Selbstbestäubung** hat den Vorteil, dass auch dann die Eizellen in den Samenanlagen befruchtet werden, wenn durch Schlechtwetter kaum Bienen ausfliegen. Dies geschieht z. B. beim Schneeglöckchen.“¹⁹⁹

Auch dieser Aspekt der Selbstbestäubung ist fachlich richtig. Beim Lesen dieses Abschnittes könnte jedoch vermutet werden, dass eine Selbstbestäubung nur Vorteile besitzt, da auch im weiteren Verlauf kein negativer Aspekt derselben erwähnt wird. Umso überraschender ist es, dass auf derselben Schulbuchseite die Heterostylie der Primel als Mittel zur Vermeidung der Selbstbestäubung illustriert wird.²⁰⁰

Beide Schulbuchauszüge zeigen, wie fragwürdig eine zu einseitige Darstellung der Vor- bzw. Nachteile sein kann. Eine Gegenüberstellung der positiven und negativen Aspekte der Selbstbestäubung würde zu einem objektiveren Bild führen. In den Büchern *Bio Buch 1* und *Bio logisch 1* wird die Selbstbestäubung nicht einmal erwähnt und in *Begegnungen mit der Natur 1* erscheint sie kurz in einem Nebensatz. Interessanterweise findet sich in diesen drei Schulbüchern ein Verweis auf zweihäusige Pflanzen, wobei genau diese ohne Kenntnis der Selbstbestäubungsproblematik geradezu ein Absurdum darstellen.²⁰¹

In *Biologie aktiv 1* scheint die Selbstbestäubung ebenso ein „unliebsamer Gast“ zu sein. Vorerst wird nur von zwei möglichen Formen der Bestäubung (Insekten, Wind) gesprochen, im späteren Verlauf taucht plötzlich doch die Selbstbestäubung auf. Mit einem Denkrätsel (zwei Geschwister vermeiden eine Begegnung indem sie zu unterschiedlichen Zeiten das Haus verlassen) sollen die SchülerInnen das Prinzip der Vormännlichkeit als Möglichkeit zur Verhinderung der Selbstbefruchtung erkennen. Weshalb diese vermieden werden soll, bleibt ebenso im Dunkeln wie etwaige Vorteile. Das Denkrätsel kann zudem zu anthropomorphen Vorstellungen führen.²⁰²

Im noch verbliebenen Schulbuch *ganz klar: Biologie 1* wird hingegen ein umso ambitionierterer Versuch unternommen, das Spannungsfeld Fremd- vs. Selbstbestäubung

¹⁹⁹ SCHULLERER et al. 2005: S. 101.

²⁰⁰ SCHULLERER et al. 2005: S. 101.

²⁰¹ Siehe KUGLER 2006 und GEREBEN-KRENN et al. 2010.

²⁰² Siehe ROGL et al. 2005: S. 54f.

zu erörtern. Es stellt auch das einzige der verglichenen Schulbücher dar, in welchem biologische Vorteile der Fremdbestäubung überhaupt erwähnt wird:

*„Dieser Vorgang [Anm.: die Fremdbestäubung] ist wichtig, da es dabei zu einer Durchmischung der Erbmerkmale beider Eltern kommt. Dadurch entstehen Pflanzen mit neuen Eigenschaften. Bei Zwitterblüten befinden sich männliche und weibliche Fortpflanzungsorgane in einer Blüte. Zur Verhinderung der Selbstbestäubung haben die Blüten mancher Pflanzen hoch stehende Staubblätter und einen kurzen Griffel. Bei Blüten anderer Pflanzen ist dies genau umgekehrt.“*²⁰³

Wie das Zitat zeigt, wird einerseits auf den Nutzen der Fremdbestäubung hingewiesen und andererseits die Gefahr der Selbstbestäubung in Zwitterblüten angesprochen; dass die Heterostylie als Mechanismus zur Vermeidung der Autogamie angeführt wird, ist aufgrund des eher seltenen Auftretens etwas überraschend. Jedoch wird sie sehr anschaulich illustriert und bietet somit ein interessantes Beispiel, wie Selbstbestäubung verhindert werden kann. Im weiteren Verlauf werden zweihäusige Pflanzen besprochen, wobei dabei nicht auf die dahinterstehende Selbstbestäubungsvermeidung verwiesen wird.

Zudem wird die Tatsache, dass die Selbstbefruchtung in einigen Fällen durchaus vorteilhaft sein kann, nicht vernachlässigt: *„Selbstbefruchtung ist bei manchen Erstbesiedlern verbreitet, die weit und breit keine Nachbarn haben.“*²⁰⁴

Die Behandlung des Themas erfolgt somit weit weniger einseitig, als in den zuvor besprochenen Büchern. Ob die vorexerzierte exemplarische Vorgehensweise, die nur einen Mechanismus zur Vermeidung der Autogamie bzw. nur einen Vorteilsfall der Selbstbestäubung zeigt, einer Aufstellung mehrerer Möglichkeiten vorzuziehen ist, bleibt offen.

Als letzter Punkt soll verglichen werden, welchen Stellenwert in den Schulbüchern den Interaktionen zwischen Bestäubern und Pflanzen sowie der damit einhergehenden Vielfalt eingeräumt wird. In allen Schulbüchern spielt die Honigbiene als bestäubendes Insekt die Hauptrolle. Da sie einerseits tatsächlich den häufigsten (und wohl

²⁰³ ARIENTI et al. 2008: S. 113.

²⁰⁴ ARIENTI et al. 2008: S. 113.

gründlichst untersuchten) Blütenbesucher darstellt, andererseits gleichzeitig auch den größten Bekanntheitsgrad unter den SchülerInnen haben dürfte, ist dies wenig verwunderlich. Bleibt die Honigbiene allerdings das einzig erwähnte bestäubende Tier, wie es in *Bio logisch 1* der Fall ist, kann die dem Thema geradezu „innewohnende“ Vielfalt nicht vermittelt werden, besonders weil die Blumen- und Bestäuberdiversität untrennbar aneinander gekoppelt sind.²⁰⁵ In den übrigen Büchern werden zumindest Hummeln als weitere Bestäuber angeführt, und teilweise sogar Säugetiere bzw. Vögel als Pollenüberträger in den Tropen erwähnt.

Wie tief wird auf die Beziehungen zwischen diesen erwähnten Blütenbesuchern und den besuchten Pflanzen eingegangen? Die Tatsache, dass gewisse Blumen nur von bestimmten Blütenbesuchern genutzt werden können, ist in dem auf die Honigbiene beschränkten *Bio logisch 1* nicht erkennbar.²⁰⁶ Aber auch in *Begegnungen mit der Natur 1* scheint es keine solchen Einschränkungen zu geben, obwohl eingangs eine große Besucherschar beschrieben wird.²⁰⁷ In *Biologie & Umweltkunde* und *Biologie aktiv 1* wird hingegen anhand von Beispielen auf den beschränkenden Faktor Rüssellänge hingewiesen, und angeführt, welche Insekten somit für den Besuch infrage kommen. Außerdem wird in beiden Fällen auf den Hebelmechanismus des Salbeis eingegangen.²⁰⁸

In *ganz klar: Biologie 1* wird neben einem Exempel zur Rüssellänge das Phänomen der Einschränkung auf bestimmte Bestäuber auch allgemein zusammengefasst:

*„Manche Blüten sind so gebaut, dass nur Tiere mit einem ganz bestimmten Körperbau, die Bestäubung durchführen können. Sowohl die Pflanze als auch die Tiere haben durch diese Beziehung Vorteile.“*²⁰⁹

Worin dieser Vorteil der Einschränkung im Detail besteht, wird nicht erwähnt, sondern die allgemeinen Vorteile der Tierbestäubung angeführt.

Auf noch speziellere Blumenformen, die zu einer Beschränkung auf wenige Arten führen, gehen *Bio Top 1* und *Bio Buch 1* ein. Besonders hervorzuheben gilt dabei,

²⁰⁵ Siehe GEREKEN-KRENN et al. 2010: S. 112ff.

²⁰⁶ Siehe GEREKEN-KRENN et al. 2010: S. 112ff.

²⁰⁷ Siehe BIEGL 2011: S. 131ff.

²⁰⁸ Siehe SCHULLERER et al. 2005: S. 101ff und ROGL et al. 2005: S. 54.

²⁰⁹ ARIENTI et al. 2008: S. 112.

dass in *Bio Top* sogar auf die Fallenblumen der Araceae verwiesen wird.²¹⁰

5.1.5. Befruchtung und Fruchtbildung im Schulbuchvergleich

Die Befruchtung spielt auch in den verglichenen Schulbüchern eine große Rolle. Es findet durchwegs eine klare Trennung von Bestäubung und Befruchtung statt, wodurch ein falscher synonyme Gebrauch vermieden wird. Die progame Phase und die folgende Befruchtung werden außerdem in allen Büchern mit schematischen Darstellungen untermalt.

Das Schulbuch *Bio logisch 1* geht zusätzlich auf die Pollenschlauchkonkurrenz ein und erwähnt die Differenzierung des Pollens in die Spermazellen:

*„Zunächst wächst aus jedem Pollenkorn ein kleines schlauchartiges Gebilde. Man nennt es **Pollenschlauch**. Die Pollenschläuche wachsen in die Narbe und dann in den Griffel. Ein „Wettwachsen“ beginnt! Das Ziel ist die Eizelle in der Samenanlage. Der Pollenschlauch, der am schnellsten wächst dringt in die Samenanlage ein.*

*[...] Inzwischen hat sich im Pollenschlauch die männliche Geschlechtszelle gebildet. Sie liegt im unteren Bereich des Pollenschlauchs. Hat dieser die Eizelle erreicht, erfolgt die **Befruchtung**. Der Pollenschlauch öffnet sich und die männliche Geschlechtszelle verschmilzt mit der Eizelle.“²¹¹*

Dies gibt einen guten Überblick, auf welchem Niveau in der 1. Klasse die Befruchtung besprochen wird. Auf die im theoretischen Teil erwähnte doppelte Befruchtung (siehe 3.3.2) der Angiospermen wird in dieser Schulstufe verzichtet, wenngleich es dem/der Unterrichtenden bewusst sein sollte, dass es zwei Spermazellen sind, die in diesem Pollenschlauch zur Samenanlage gelangen.

Nach der „erfolgreichen“ Befruchtung kommt es zur Fruchtbildung. Diese wird in den Schulbüchern mehrheitlich anhand derselben Blüten illustriert, die zur Besprechung des Blütenbaus gewählt wurden. So wird z.B. der Weg von der Kirschblüte zur reifen Kirsche verfolgt.²¹² Dadurch ergibt sich ein durchgehender roter Faden, der von der Blüte, über Bestäubung und Befruchtung, bis hin zur Fruchtentwicklung reicht. Neben den erwähnten didaktischen Vorteilen im Blütenbau der Kirsche, lässt sich auch die

²¹⁰ Siehe JILKA et al. 2010: S. 102 und KUGLER 2006: S. 111.

²¹¹ GEREBEN-KRENN et al. 2010: S. 117.

²¹² Siehe KUGLER 2006: S. 109ff; GEREBEN-KRENN et al. 2010: S. 117f; ARIENTI et al. 2008: S. 106f.

Fruchtentwicklung einfach nachvollziehen, da ihre Steinfrucht aus nur einem Karpell besteht und außer dem Fruchtknoten keine anderen Blütenteile an der Fruchtbildung beteiligt sind.

In *Begegnungen mit der Natur 1*, wo der Aufbau einer Zwitterblüte anhand der Tulpe beschrieben wird, ergeben sich bei der Behandlung der Befruchtung und der Fruchtentwicklung Schwierigkeiten: Zum einen besitzt die Tulpe drei Fruchtblätter, die eine Vielzahl an Samenanlagen tragen, wodurch der Weg mehrerer Pollenschläuche verfolgt werden müsste. Außerdem entwickelt sich daraus eine weniger anschauliche und aus dem Alltag eher unbekanntere Kapsel- oder Steinfrucht. Dieser Schwierigkeit wird elegant umgangen, indem Bestäubung, Befruchtung und Fruchtentwicklung anhand der Kirschblüte beschrieben werden.²¹³

Dies stellt die Sinnhaftigkeit der Tulpe als „Musterobjekt“ zur Besprechung von Blüten und Früchten erneut in Frage. Dennoch sollten komplexere Früchte, wie sie bei der Tulpe auftreten, nicht generell übergangen oder gar vergessen werden. Wird der Weg von der Blüte zur Frucht nur anhand der Kirsche illustriert, kann dies zu verschiedenen falschen Denkkonzepten führen: So könnte man annehmen, dass stets nur ein Fruchtblatt mit einer einzigen Samenanlage vorliegt, dass immer ausschließlich der Fruchtknoten an der Fruchtbildung beteiligt ist, usw.

Die in den Schulbüchern nachfolgend beschriebenen unterschiedlichen Fruchttypen können so nur mehr schwer mit dem ursprünglichen Blütenaufbau in Verbindung gebracht werden und „fallen gewissermaßen vom Himmel“.

In zwei Schulbüchern wurde dieses Problem didaktisch besonders ansprechend gelöst. Im Schulbuch *Biologie & Umweltkunde* werden Blüte, Befruchtung und Fruchtentwicklung von Kirsche und Birne verglichen.²¹⁴ Dieser Vergleich innerhalb der Rosaceen zeigt SchülerInnen, dass aus ähnlichen Blüten ganz unterschiedliche Früchte entstehen können. Es wird ersichtlich, welche Rolle die Anzahl der Stempel spielt und dass das Fruchtfleisch (bei der Kirsche die Fruchtknotenwand; bei der Birne der Blütenboden) nicht homolog sein muss. Zudem wird auf die Kelchreste der Frucht verwiesen, was den Zusammenhang zwischen Blüte und Frucht nochmals verdeutlicht. Im Anschluss werden auch die Früchte anderer Rosaceen, wie etwa der Rose,

²¹³ Siehe BIEGL 2011: S. 131f.

²¹⁴ Siehe SCHULLERER et al. 2005: S. 96f.

Himbeere und der Erdbeere besprochen, wobei zwar Verweise auf Blütenreste gemacht werden, der Blüten-Fruchtvergleich aber nicht mehr illustriert wird.

Noch einen Schritt weiter geht der Vergleich in *ganz klar: Biologie 1*: Hier wird der Weg von der Blüte zur Frucht von Kirsche, Birne, Erdbeere und Heckenrose parallel illustriert und die Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten erläutert.²¹⁵ Dieser Vermittlungsweg könnte dazu beitragen, dass SchülerInnen auf die Vielfalt der Fruchtformen aufmerksam werden und diese in Zusammenhang mit dem Blütenbau setzen.

Wie im Kapitel 3.3.3 ersichtlich wurde, ist eine botanische Klassifikation der Früchte recht aufwändig und nur ansatzweise in der 1. Klasse umsetzbar. In den verglichenen Schulbüchern werden dieser Thematik unterschiedliche Bedeutungen beigemessen. Die Extrempole, wie sie in *Bio top* bzw. in *Begegnungen mit der Natur* zu finden sind, illustrieren die Breite dieses Spektrums. Die restlichen Bücher liegen inhaltlich dazwischen.

In *Bio top* werden die Früchte erst in Schließfrüchte, Sammelfrüchte und Öffnungsfrüchte getrennt. Bei den Schließfrüchten erfolgt eine weitere Gliederung in Stein-, Beeren- und Nussfrüchte und bei den Sammelfrüchten in Apfel-, Sammelstein- und Sammelnussfrüchte. Die Öffnungsfrüchte werden schließlich in Hülsen- und Kapselfrüchte geteilt. Außerdem wird vielfach auf die Anzahl der beteiligten Fruchtblätter verwiesen. Dies entspricht in vereinfachter Form der in 3.3.3 skizzierten Fruchtklassifikation. Im Anschluss an diese morphologische Beschreibung erfolgt eine ausführliche Aufzählung der Ausbreitungsmöglichkeiten.²¹⁶

Im Schulbuch *Begegnungen mit der Natur 1* wird auf eine solche morphologische Unterscheidung in Öffnungs-, Schließ- oder Sammelfrüchte völlig verzichtet und die Früchte werden einzig nach ausbreitungsökologischen Kriterien betrachtet.²¹⁷

Die Frage, welcher der beiden Wege nun „besser“ ist, kann hier nicht objektiv beantwortet werden. Nach eigener subjektiver Einschätzung ist ein grundlegendes Verständnis über die morphologischen Unterschiede der Früchte notwendig um deren

²¹⁵ Siehe ARIENTI et al. 2008: S. 108f.

²¹⁶ Siehe JILKA et al. 2009: S. 104.

²¹⁷ Siehe BIEGL 2011: S. 131ff.

Funktionalität verstehen zu können, da das biologische Prinzip von Struktur und Funktion auch hier seine Gültigkeit hat. Es sollte versucht werden, darauf einzugehen, welche Auswirkungen die Fruchtform auf die Eigenschaften der Ausbreitungseinheiten hat und in welchem evolutiven Zusammenhang diese stehen. Die umfassenden Möglichkeiten der Ausbreitung soll der folgende Abschnitt aufzeigen.

5.1.6. Samen- und Fruchtausbreitung in Schulbüchern

In den Schulbüchern wird den Ausbreitungsformen ein relativ großer Bereich eingeräumt, der die Ausbreitung durch die Agenzien Wind, Tiere, Wasser und die Selbstausbreitung umfasst. Zudem werden in allen Büchern für jeden Ausbreitungsmechanismus Exempel gegeben. Interessant dabei ist, dass in keinem der verglichenen Schulbücher der Begriff Ausbreitungseinheit, oder der synonyme Term Diaspore, eingeführt wird. Die Schwierigkeit, dass einerseits einzelne Samen und andererseits mehrsamige Früchte verbreitet werden, wird umgangen, indem von der Ausbreitung von „*Früchten und Samen*“ gesprochen wird.

Ob die SchülerInnen bei den gegebenen Beispielen jeweils wissen, ob ein einzelner Samen oder die ganze Frucht ausgebreitet wird, bleibt zu hinterfragen. Ein Problem, das meiner Meinung nach durch diese Herangehensweise entstehen kann, ist, dass Samen und Frucht gleichgesetzt werden. In vielen Schulbüchern werden die vorherig besprochenen Möglichkeiten der Diasporenausbreitung unter den Bezeichnungen „Flugfrüchte“, „Klettfrüchte“ etc. zusammengefasst.²¹⁸ Dass in diesen „Fruchtkategorien“ häufig auch Samen oder ganze Pflanzen als Ausbreitungseinheit vorkommen können, ist für den/die SchülerIn auf den ersten Blick nicht ersichtlich. Aus fachlicher und didaktischer Sicht erscheint es sinnvoller, ähnlich wie in 3.3.4 vorgeschlagen vorzugehen und die Ausbreitungsagenzien Wind, Tiere, Wasser usw. als Einteilungsgrundlage zu wählen. Dieser Weg wird bei den verglichenen Schulbüchern einzig in *ganz klar: Biologie 1* beschritten.²¹⁹

²¹⁸ Siehe JILKA et al. 2009: S. 105 und GEREKEN-KRENN et al. 2010: S. 120f.

²¹⁹ Siehe ARIENTI et al. 2008: S. 116f.

5.1.7. Behandlung von evolutionären Ansätzen und Phänomenen im Unterricht

In Schulbüchern wird im Rahmen der Blütenökologie auf die Evolution als grundlegendes Prinzip weitgehend verzichtet. Da die „Evolutions-Brille“ tiefere Einsichten bewirken kann, soll hier kurz darauf eingegangen werden, wie die Evolution bereits in dieser Schulstufe einfließen kann.

In der eingehenden Definition wurde der Sprosscharakter der Blüte hervorgehoben. Um SchülerInnen diesen vorzuführen lohnt es sich deshalb eine ursprüngliche Blüte der Magnolien (*Magnolia*) zu analysieren. Diese Blüten würden sich allein durch ihre ausgesprochene Größe und prachtvolle Erscheinung als Demonstrationsobjekt eignen. Weitaus interessanter ist, dass die Magnolienblüte viel weniger gestaucht ist und die Blütenorgane spiralg an der Achse sitzen. Dies sieht man besonders gut, wenn diese Organe vorsichtig abgezupft werden. Man findet unter den einzelnen Organen weder Verwachsungen, noch ist ihre Anzahl fixiert.²²⁰ Diese Eigenschaften der Blüte geben einen Hinweis auf den ursprünglichen Bauplan der Blüte und damit auf das stammesgeschichtliche Alter.

Bei der Magnolie sucht man auch vergeblich nach Nektarien. Die Bildung von Nektar als Verköstigungsmittel für Blütenbesucher stellt schließlich, wie in der fachlichen Klärung mehrfach erwähnt, eine evolutiv modernere Form dar. Dass im Laufe der Generationen Pflanzen Vorteile besitzen, die das „weniger wertvolle“ Verköstigungsmittel Nektar anbieten, ist bereits für SchülerInnen der 1. Klasse nachvollziehbar. Anhand der Magnolienblüte kann den SchülerInnen auch die Veränderung der Blütenform im Laufe der Evolution illustriert werden, indem die Magnolienblüte mit einer „modernen“ Blüte (z.B. von *Primula*; *Lamium*) verglichen wird. So können gemeinsam mit den SchülerInnen evolutive Trends (Fixierung der Anzahl der Blütenorgane; Etablierung von radiärsymmetrischen bzw. zygomorphen Blüten) erarbeitet werden.²²¹

Abschließend noch einige allgemeine Worte zur Schulbuchkritik, die besonders für LehrerInnen oder GartenführerInnen des Botanischen Gartens gedacht ist. Laut Lehrplan sollte besonders die heimische Flora und Fauna herangezogen werden, um

²²⁰ Vgl. HESS 1983: S. 393.

²²¹ Vgl. HESS 1983: S. 393ff.

ökologische Zusammenhänge zu erörtern. Zweifellos lassen sich auch bei uns genügend Beispiele für die besprochenen Wechselbeziehungen zwischen Insekten und Pflanzen finden. Man denke dabei nur an die Heterostylie der Primeln, den Hebelmechanismus des Salbeis, die langen Kronröhren vieler Nelken, die Täuschblumen der Ragwurz, die Pollenmale des Löwenmäulchens, usw.

Dennoch kann das Einbringen von exotischen Spezialfällen, die ein besonderes Überraschungsmoment liefern, didaktisch sehr wertvoll sein. So können der Sporn von *Angraecum sesquipedale*, die Pilzimitation von *Aristolochia arborea* als auch die verblüffenden Bestäubungsmechanismen nicht heimischer Orchideen dazu dienen, die SchülerInnen neugierig zu machen und für das Thema zu begeistern. Der Botanische Garten bietet hier zahlreiche Möglichkeiten, den Kindern einige Raritäten vor Augen zu führen.

5.2. Vorstellung des Unterrichtsmodells

Das vorgestellte Unterrichtsmodell ist sowohl für den Einsatz im Botanischen Garten als auch für den Schuleinsatz konzipiert, wobei besonders für die Bearbeitung der Arbeitsaufträge eine Durchführung im Freiland wünschenswert ist. Die Besprechung der Projektabschnitte umfasst neben einer Beschreibung des Unterrichtskonzepts, auch Hinweise zur Durchführung und mögliche bzw. angestrebte Ergebnisse.

5.2.1. Einführungsteil – Besprechung der Grundorgane einer Zwitterblüte

In der fachlichen Klärung wurde der Begriff Bestäubung als die Übertragung des Pollens auf die Narbe definiert. Für SchülerInnen, die mit diesem Thema zum ersten Mal konfrontiert werden, steckt allein diese Definition voller Rätsel. Was ist eine Narbe? Welche Funktion hat der Pollen und woher stammt dieser? Man kommt daher nicht umhin, einführend die einzelnen Grundorgane einer Zwitterblüte zu besprechen. Dies ist auch nötig, da die Gestalt der einzelnen Blütenorgane eine entscheidende Rolle für das Aussehen und die blütenökologischen Eigenschaften einer Blume spielt. Es empfiehlt sich, analog zur theoretischen Ausarbeitung (siehe Punkt 3) vorzugehen und erst zu klären, wodurch eine Blüte charakterisiert ist. Anschließend können die einzelnen Blütenorgane besprochen und der Vorgang der Bestäubung erklärt werden. Bei der Diskussion der Blütenorgane sollte deren Funktion im Mittelpunkt stehen. Die Kenntnis der Begrifflichkeiten Narbe, Fruchtknoten, Staubblatt etc. sind da-

bei notwendige, aber keineswegs hinreichende Voraussetzungen für ein Verständnis der blütenbiologischen Zusammenhänge. Die in Kapitel 3 angesprochenen Schwierigkeiten (Blüte vs. Blume; Stempel vs. Fruchtblatt; Bestäubung vs. Befruchtung, etc.) können direkt angesprochen werden um spätere Unklarheiten zu vermeiden.

An dieser Stelle wird eine Möglichkeit vorgestellt, wie ein Einstieg in das Thema aussehen könnte. Je nachdem, ob der Blütenaufbau bereits behandelt wurde oder ob es sich um völliges Neuland handelt, muss dieser Ansatz entsprechend variiert werden.

Ein Einstieg sollte nicht nur rein fachlich an das Thema heranzuführen, sondern soll auch Emotionen und Interesse bei den SchülerInnen wecken. Dadurch wird die Bereitschaft der SchülerInnen erhöht, sich auf den Lernprozess einzulassen.²²²

Da der Fokus einer Einheit zur Blütenökologie nicht auf der Morphologie der Blüte liegt, ist es nicht angebracht eine zu lange Zeit für diesen Einleitungsteil zu verwenden. Er sollte dennoch ausführlich genug sein, dass die SchülerInnen, die nötigen Begrifflichkeiten verstehen und ihr Wissen auf eine (einfache) Blume anwenden können. Da Sozialformen, wie Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit einer längeren Arbeitszeit und einer Nachbesprechung bedürfen, wird in diesem Teil dem Klassen- oder Plenumsunterricht der Vorzug gegeben. Dieser bietet hier eine fruchtbare Lösung an, solange die SchülerInnen selbst aktiv werden können und der Klassenunterricht nicht zu einem reinen Frontalvortrag degradiert.

Blüten sind meist relativ klein, wodurch es sich empfiehlt, für diesen Abschnitt besonders große Blüten und/oder zusätzliche Medien hinzuzuziehen. Die Frage, ob reale Objekte oder deren Abbilder eingesetzt werden, muss sorgfältig überlegt werden. Da dieser Aspekt in 5.2.2 nochmals von Bedeutung sein wird, ist eine Klärung zweier Begriffe, der Primär- bzw. Sekundärerfahrung, nötig:

*Von Primärerfahrung spricht man, wenn Lernende mit ihren Sinnen [...] mit originalen Gegenständen in Kontakt treten. Bei der Sekundärerfahrung begegnet man nicht unmittelbar dem Naturgegenstand, sondern Nachbildungen, Bildern, Modellen, Schemata, Texten oder Symbolen.*²²³

²²² Vgl. GRAF 2004: S. 141ff.

²²³ GROPENGIESSER et al. 2010: S. 92.

Im Falle der Blütenökologie wären Primärerfahrungen Begegnungen mit Blüten und/oder Insekten. Dadurch wird die Realität *erfahren* und *erlebt*, zusätzlich werden die SchülerInnen motiviert. Sekundärerfahrungen hingegen bieten den Vorteil, dass vom Einzelfall abgerückt wird, Abstand zum Realobjekt gewonnen wird, und allgemeinere Gesichtspunkte im Mittelpunkt stehen.²²⁴ Konkret bedeutet dies, dass SchülerInnen beispielsweise beim Blütenaufbau vom Aufbau eines Einzelexemplars hin zu einem allgemeinen Schema geleitet werden. Durch die Abstraktion sollen die wesentlichen Dinge hervorgehoben werden und allgemeine Erkenntnisse gewonnen werden. Diese Abstraktion kann aber auch Schwierigkeiten bringen, wenn sie nicht für die SchülerInnen erkennbar mit der Realität verknüpft wird.

In dem vorgeschlagenen Einstiegsabschnitt sollen Primär- und Sekundärerfahrungen verschränkt werden, um die Vorteile beider Seiten zu nutzen.

Konzept:

Die SchülerInnen erhalten jeweils eine Blüte, welche den „Grundbauplan einer Zwitterblüte“ (siehe 3.2) möglichst gut repräsentiert (z.B. Blüten der Gattungen *Prunus*, *Primula* oder *Geranium*). Zusätzlich wird ein Plakat bzw. eine Tafelzeichnung mit einem schematischen Blütenaufbau als Medium verwendet. In einem Klassengespräch wird nun erläutert, welche verschiedenen Teile sich erkennen lassen und welche Funktion diese besitzen. Diese Ergebnisse (Name des Blütenorgans + Funktion) werden mithilfe von Kärtchen an die entsprechende Stelle auf dem Plakat geheftet. Die Eigenaktivität und Motivation der SchülerInnen kann zudem erhöht werden, indem sie die Kärtchen selbst aufkleben dürfen.

Die SchülerInnen werden durch diese Vorgehensweise angehalten, reale Objekte mit einer schematischen Darstellung in Verbindung zu setzen. Zusätzlich stellt das Betrachten und Untersuchen unbewegter Objekte klassische Arbeitsweisen in der Biologie dar.²²⁵ Die SchülerInnen können die ausgeteilte Blüte mit den verschiedensten Sinnen erfahren: Sie können die Farben, Saftmale, Strukturen *sehen*, die Robustheit der Kelchblätter und die Zartheit der Kronblätter *ertasten*, den Blütenduft *riechen* und könnten sogar den Nektar *schmecken*. Zu diesen verschiedenen Primärerfahrungen kommt die Veranschaulichung durch das Plakat hinzu, auf welchem die Ergebnisse gesichert werden. Eine solche Vorgehensweise, die möglichst viele Aspekte eines

²²⁴ Vgl. ESCHENHAGEN et al. 2001: S. 313ff.

²²⁵ Vgl. OTTENI 2010a: S. 76; GRAF 2004: S. 122ff.; ESCHENHAGEN et al. 2001:S. 215ff.

Lerninhalte beleuchtet, lässt sich auch mit Ergebnissen aus der Hirnforschung begründen: Inhalte können besonders gut gelernt werden, wenn sie in möglichst vielen „Schubladen“ abgelegt werden.²²⁶

Bei der Besprechung der Funktion der Blüte und ihrer Organe schwingt die Bestäubung stets implizit mit. Dennoch ist eine Definition der Bestäubung unerlässlich. Dabei muss auch eine klare Abgrenzung zur Befruchtung und zur Samenausbreitung erfolgen, da es ansonsten zu Missverständnissen bei den SchülerInnen kommen kann. Es können in diesem einleitenden Abschnitt verschiedene Problemfelder (Biologische Hintergründe des Blütenbesuchs; Blüte vs. Blume) bereits angesprochen werden, welche in den nächsten Unterrichtsabschnitten eingehend untersucht werden.

5.2.2. Einsatz blütenbiologischer Modelle

Nach diesem vorwiegend vom / von der LehrerIn gesteuerten Unterrichtseinstieg, der den SchülerInnen nur beschränkten Handlungsfreiraum lässt, folgt ein stark schülerzentrierter Abschnitt. Als Basis dienen unterschiedliche selbst gebastelte bestäubungsbiologische Modelle.²²⁷

Gesamtkonzept:

Der grundlegende Gedanke ist, dass die SchülerInnen in die Rolle von Insekten schlüpfen und selbst auf „Nektarsuche“ gehen. Die SchülerInnen werden dabei in „Insekten-Gruppen“ zu je vier SchülerInnen unterteilt. Die Mitglieder einer Gruppe unterscheiden sich jeweils in der Rüssellänge. Die „Rüssel“ werden dabei durch Strohhalme in unterschiedlichen Längen symbolisiert. Eine mögliche Zusammensetzung wären je ein Schmetterling (langer Strohalm-„Rüssel“), eine Hummel (mittlerer „Rüssel“), eine Biene (kurzer „Rüssel“) und ein Käfer (kein „Rüssel“).²²⁸ Eine weitere Option ist, dass die unterschiedlichen Rüssellängen als Variation eines Merkmals innerhalb einer Bienenpopulation gesehen werden.²²⁹

Der Nektar, den die Insekten holen sollen, befindet sich dabei in verschiedenen Blumenmodellen, die der Reihe nach ausprobiert und besprochen werden.

²²⁶ Vgl. ROTH 2003: S. 27.

²²⁷ Eine Diskussion über den Modell-Einsatz findet sich in Kapitel 5.3.5

²²⁸ Um die Leserlichkeit zu verbessern, wird im Folgenden auf die Anführungszeichen verzichtet, wenn von „Rüsseln“, „Kronröhren“, „Insekten“ etc. des Rollenspiels die Rede ist.

²²⁹ Die Ausarbeitung eines entsprechenden Unterrichtskonzeptes ist bereits in Arbeit.

5.2.2.1. „Einfache“ Röhrenblüten

Aufbau: Es gibt drei verschiedene Röhrenblütenmodelle, die sich jeweils in der Kronröhrenlänge unterscheiden, was durch Plastikbecher in unterschiedlichen Größen symbolisiert wird (siehe Abbildung 9). Diese Modelle sind realen Vertretern nachempfunden: die langröhrigen Blüten lassen sich mit verschiedenen Nelken (z.B. *Dianthus sp.*) vergleichen, Blüten mit mittlerer Röhrenlänge kommen bei Primeln vor (z.B. *Primula sp.*), während sich scheibenförmige Blüten bei vielen Rosengewächsen (z.B. *Prunus sp.*) finden lassen.

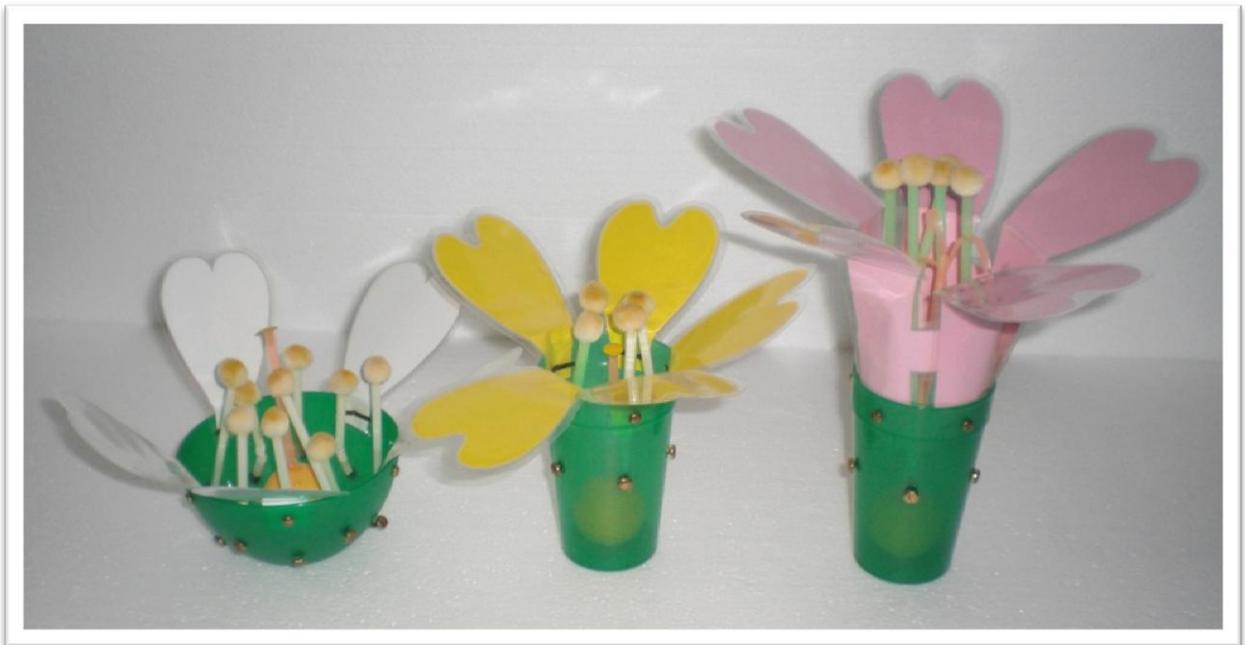


Abbildung 9: Röhrenblütenmodelle mit unterschiedlicher Kronröhrenlänge

Die Kronblätter bestehen aus buntem, laminiertem Papier. Die Staubblätter werden symbolisiert durch innen am Becher befestigte Strohhalme (=Staubfäden) mit daran angeklebten Wattebäuschen (=Staubbeutel). Der Stempel besteht aus einem Tischtennisball (=Fruchtknoten), der auf dem Boden des Bechers (=Blütengrund) befestigt wird und einem Strohalm (=Griffel). Die Narbe kann je nach Blütentyp durch Aufschneiden des Strohhalms (=lappenförmige Narbe) oder durch Ankleben eines Plättchens (=köpfchenförmige Narbe) gestaltet werden.

Vorbereitung der Modelle: Der/die Unterrichtende muss zur Vorbereitung der Modelle in alle Modelle Fruchtsaft (=Nektar) einfüllen, sowie die Staubblätter mit Curry-oder Gelbwurz-Pulver (=Pollen) bestreuen. Beim Einfüllen des Nektars ist darauf zu achten, dass die eingefüllte Menge auf die jeweilige Kronröhren- bzw. Rüssellänge ab-

gestimmt ist. Es sollte nur so viel Nektar hineingegeben werden, damit in den langröhrigen Blüten nur die Insekten mit den langen Rüsseln zum Nektar gelangen, usw. Entscheidend ist, dass das Bestreuen der Staubblätter mit Pollen unbemerkt von den SchülerInnen erfolgt. Ansonsten besteht die Gefahr den angestrebten Überraschungs- und Lerneffekt nicht im gewünschten Maße zu erreichen (siehe unten).

Durchführung: Die SchülerInnen sollen als Insekten nun die verschiedenen Blumenmodelle besuchen und versuchen mithilfe ihrer Mundwerkzeuge an den Nektar zu gelangen. Durch die unterschiedlichen Rüssellängen können nicht alle Insekten überall an den Nektar gelangen. Zum Abschluss an diese „Nektarsuche“, sollen sich die SchülerInnen zu ihrem bevorzugten Blütenmodell stellen. Die Ergebnisse dieser Aktivität werden schließlich in der Klasse diskutiert. Es empfiehlt sich zudem reale Blüten und wenn möglich auch Insekten als Vergleich zu zeigen, damit der Bezug zur Realität verstärkt wird.

Erwartete Ergebnisse: Als erstes Resultat wird der Zusammenhang zwischen Kronröhre und Rüssellänge evident. Die SchülerInnen haben durch ihre vorherige Tätigkeit selbst erfahren, dass nicht alle Mundwerkzeuge im gleichen Maße geeignet sind, Nektar aus langröhrigen Blüten zu holen: Während die langrüssligen Insekten bei allen Blütenmodellen den Nektar erreichen konnten, gelang es den Insekten mit dem kurzen Rüssel nur in der entsprechend flachen Scheibenblüte den Nektar herauszuholen. Individuen ohne erkennbaren Rüssel (Käfer) waren bei keiner Blüte erfolgreich.

Da es mehrere Gruppen und somit mehrere gleiche Insekten gibt, ergibt sich bei der Wahl der bevorzugten Blütenmodelle automatisch eine weitere Erkenntnis. Die SchülerInnen mit „kurzen Rüsseln“ wählen mit hoher Wahrscheinlichkeit die flachen Scheibenblüten, da sie nur hier an den Nektar gelangen. Probanden mit mittellangem Rüssel werden sich bevorzugt an Blütenmodellen mit mittlerer Kronröhrenlänge aufhalten. Theoretisch könnten sie auch die Scheibenblumenmodelle wählen, jedoch müssten sie hier mit den kurzrüssligen Insekten konkurrieren. Somit werden auch die SchülerInnen mit dem langen Rüssel die langröhrigen Blütenmodelle bevorzugen, da sie die einzigen sind, die hier an den Nektar gelangen und der Konkurrenz so aus dem Weg gehen. Diese Konkurrenzvermeidung, die jeder selbst erfahren hat, führt

nahezu unweigerlich zum biologischen Konzept der Einnischung in einen Lebensraum.

Ein entscheidendes Ergebnis der Nektarsuche wurde bis jetzt noch nicht diskutiert. Durch den Arbeitsauftrag, nach Nektar zu suchen und sich zu überlegen, welche Blumen geeignet sind, wurde die Aufmerksamkeit vom Blütenstaub abgelenkt. Ohne es zu merken, wurde den SchülerInnen bei ihrer eifrigen Nektarsuche der Pollen (Currypulver) im Gesicht platziert. Mit einem Spiegel können die Spuren des Pollens im Gesicht betrachtet werden. Das Handeln der SchülerInnen während der Nektarsuche entspricht der Vorgangsweise der Insekten. Der Grund für den Blütenbesuch war der Nektar, nicht die Übertragung des Pollens. Die Mitnahme des Pollens ist ein Nebeneffekt, der von den SchülerInnen nahezu unbemerkt bleibt. Denkfiguren, bei welchen Insekten den Pflanzen bei der Bestäubung helfen wollen, werden durch die Selbsterfahrung in Zweifel gezogen: Es benötigt keine „sozialen“ Gründe, damit die Tierbestäubung klappt, es genügt ein entsprechender Anreiz (z.B. Nektar) und die Bestäubung passiert nebenbei.

Über diese Ergebnisse und ihre Analogien zur Realität soll in der Klasse diskutiert werden. Ebenso muss über die Stärken und Schwächen der Modelle reflektiert werden. Mithilfe eines ähnlichen Settings könnte auch das Wirken der Selektion auf spielerische Art und Weise nachgestellt werden.

5.2.2.2. Blume mit korbartigem Blütenstand

Bei der vorherigen „Nektarsuche“ standen nur einfache Blüten zur Auswahl. Viele aus dem Alltag bekannte Pflanzen wie etwa der Löwenzahn oder das Gänseblümchen besitzen jedoch korbartige Blütenstände. Den SchülerInnen ist es in der Regel nicht bewusst, dass die Blume eines Löwenzahns aus einer Vielzahl an Einzelblüten besteht, da diese aufgrund ihrer geringen Größe nur bei sehr genauer Betrachtung als solche erkennbar sind. In weiterer Folge wissen die SchülerInnen auch wenig über die Eigenschaften eines solchen Blütenstandes. Diese Problematik soll mithilfe eines Blumenmodells mit einem korbartigen Blütenstand angesprochen und verdeutlicht werden (siehe Abbildung 10). Dabei können wiederum dieselben „Insektengruppen“ wie im vorigen Nektarsuchspiel beibehalten werden.



Abbildung 10: Modell eines korbformigen Blütenstandes

Aufbau: Bei diesem Blumenmodell spielt die Metapher des „Korbes“ eine große Rolle. Ein solcher Blütenstand besteht aus einem „Korb“ voller Einzelblüten. Dieser von der abgeflachten Blütenachse gebildete Korb, wird durch einen realen korb“ symbolisiert. Die Einzelblüten bestehen wiederum aus buntem laminiertem Papier. Jede Einzelblüte wiederum besteht aus Staubblättern (Wattestäbchen) und einem Stempel (buntes Papier) die innen an die „Einzelblüten“ geklebt werden. Es empfiehlt sich, die Einzelblüten an einem Holzstäbchen festzumachen und innerhalb des Korbes einen Steckschwamm zu befestigen. Dadurch können die Blüten leicht hineingesteckt und wieder entfernt werden.

Vorbereitung des Modells: Wiederum muss die Blume mit Nektar bestückt werden. Der Nektar wird diesmal jedoch nicht durch eine Flüssigkeit symbolisiert, sondern durch Bonbons, die im Korb verteilt werden. Die Staubblätter müssen nicht mehr mit Curry- bzw. Curcuma-Pulver bestreut werden, da das Lernziel „Pollenübertragung passiert nebenbei“ bereits zuvor diskutiert wurde. Diese Erkenntnis basierte zudem auf dem Überraschungs-Effekt und dieser kann nicht beliebig wiederholt werden.

Durchführung: Die SchülerInnen (immer noch in der Insektenrolle) überlegen sich wiederum, welche Insekten an den Nektar gelangen können. Außerdem soll die Frage geklärt werden, welche Funktion ein solcher Blütenstand hat. Dabei sollen die SchülerInnen wiederum aus Sicht der Insekten angeben, aus welchem Grund sie eine solche Blume besuchen würden.

Erwartete Ergebnisse: Aus der Konfrontation mit dem korbformigen Blumenmodell ergeben sich diverse Erkenntnisse:

Ein erstes Aha-Erlebnis betrifft den Aufbau einer solchen Blume. Wie oben bereits angesprochen, ist nur wenigen SchülerInnen klar, dass etwa ein Löwenzahn aus einer Vielzahl an Einzelblüten besteht. Durch die Größe und die Vereinfachungen des Modells lassen sich die Einzelblüten hingegen gut erkennen. Eine auf den ersten Blick mit dem Grundbauplan unvereinbare Blütenstandsform kann somit veranschaulicht werden.

Auf die Funktionen und Eigenschaften dieses Pseudanthiums können die SchülerInnen mit unterstützenden Fragen hingewiesen werden. So kann eine Einzelblüte aus dem Korb entfernt und mit dem gesamten Blütenstand verglichen werden. Fragt man die SchülerInnen, welche Blume (Einzelblüte oder Blütenstand) sie als Insekten wählen würden, fällt ihre Wahl wahrscheinlich auf den gesamten Blütenstand, da dieser offensichtlich mehr Nahrung zu bieten hat. Eine weitere Eigenschaft, die erhöhte Schauwirkung, wird beim Vergleich Einzelblüte vs. Pseudanthium ebenfalls evident. Außerdem zeigt sich, dass ein solcher Korb für alle Insektengruppen geeignet ist, und sogar Individuen ohne Rüssel (Käfer mit beißenden Mundwerkzeugen) an den Nektar gelangen können. Auch weniger offensichtliche Eigenschaften eines solchen Blütenstandes lassen sich bildhaft erklären. So ist es anschaulich klar, dass bei einem einzelnen Blumenbesuch mehrere Blüten bestäubt werden und sich aus einer Blume eine Vielzahl an Samen entwickeln können. Auch die Landeplatz-Eigenschaft eines Korbes lässt sich in einem fragenden Unterricht erarbeiten.

Der Fokus liegt bei diesem Modell weniger darauf, wie ein Blütenbesuch abläuft bzw. wie der Pollen übertragen wird. Vielmehr wird hervorgehoben, welche Eigenschaften durch die spezielle Struktur des Blütenstands bedingt werden. Zudem stellt dieser Blumentyp einen starken Kontrast zu dem vorangegangenen langröhrigen Blütenmodell dar. Während der Korb als Blütenstand einen Blütenbesuch aller im Spiel vertretenen

Insekten begünstigt, sind bei der langen Kronröhre nahezu alle Besucher ausgeschlossen. Es ist fruchtbar, die SchülerInnen über die Hintergründe bzw. die Vor- und Nachteile solcher Generalisten bzw. Spezialisten nachdenken zu lassen.

Zusätzlich zum Modell können reale korbförmige Blumen zur Betrachtung und Untersuchung verteilt werden. Eine entsprechende Modellkritik kann ebenso lernfördernd wirken.

5.2.2.3. Salbeiblüte

Das Modell der Salbeiblüte (siehe Abbildung 11) soll exemplarisch aufzeigen, welche komplexe Beziehungen zwischen Blütenbesuchern und Blüten sich im Laufe der Evolution entwickelten.



Abbildung 11: Modell einer Salbeiblüte

Aufbau: Die in Ober- und Unterlippe geteilten Kronblätter werden durch buntes, laminiertes Papier dargestellt. Die Größe des Modells ist so gewählt, dass die Kinder mit ihrer Hand in die Blüte greifen können. Mit der Hand kann schließlich der Schlagbaummechanismus der Staubblätter ausgelöst werden (siehe 3.4.5). Der Schlagbaum des Modells besteht aus zwei langen, stabilen Drähten, die die langen Hebelarme bilden. Hierzu werden die Drähte derart um einen quer liegenden Draht (=Gelenk) gebogen, sodass sich ein langer und ein kurzer Hebelarm ergeben. Am

Ende der langen Hebel, werden Wattebäusche als fertile Theken befestigt. Am Endabschnitt der kurzen Hebel, wird ein Gewicht (Plättchen, Münzen,...) befestigt, welches so gewählt sein muss, dass die Staubbeutel in Ruheposition unter der Oberlippe verborgen sind. Erst wenn man gegen die Platte des unteren Hebels (=sterile Theke) drückt, sollen die Staubbeutel nach unten klappen. Zusätzlich wird an der Oberlippe ein Stempel aus laminiertem Buntpapier befestigt.

Vorbereitung des Modells: Die Staubbeutel werden wieder mit Curry- oder Curcuma-Pulver bestreut. Hinter die Anstoßplatte wird ein Bonbon als Nektar platziert.

Durchführung: Die Insektenrollen der vorherigen Arbeitsaufträge werden nicht mehr fortgeführt, stattdessen wird ein/e SchülerIn gewählt, den Blütenbesuch einer Hummel oder einer Biene beim Salbei vorzuführen. Das Insekt dabei wäre die Hand, die in die Blüte hineingestreckt wird. Dieser Abstraktionsschritt kann veranschaulicht werden, indem der/die SchülerIn einen Handschuh mit einer darauf abgebildeten Hummel bzw. Biene tragen muss. Dadurch wird ersichtlich, dass sich das gesamte Individuum auf der Blüte niederlässt und teilweise hineinkriechen muss um an den verborgenen Nektar zu gelangen. Da der Nektar hinter der Platte des Hebelarmes zu finden ist, muss der/die SchülerIn diese anstoßen. Dabei wird der Hebelmechanismus ausgelöst und die nach unten wandernden fertilen Theken laden ihren Pollen auf den Rücken des Insekts ab. Anschließend wird darauf verwiesen, dass in der weiblichen Phase, die Narbe deutlicher hervortritt und eine Position einnimmt, die die Übertragung des Pollens ermöglicht. Zusätzlich zum Modelleinsatz können echte Salbeiblüten verteilt werden, deren Hebelmechanismus mithilfe eines Zahnstochers o. ä. ausgelöst werden kann.

Erwartete Ergebnisse: Für die SchülerInnen stellt der Schlagbaummechanismus ein überraschendes und gleichzeitig zunächst unerklärliches Phänomen dar. Mithilfe des Modells kann den SchülerInnen aufgezeigt werden, welches einfache Prinzip hinter diesem Mechanismus steckt. In einem ersten Reflexionsschritt sollen die SchülerInnen über die Vorteile dieses Prinzips nachdenken, was durch Impulsfragen des/der Unterrichtenden verstärkt werden kann. Diese Fragestellungen sollten stets auch eine evolutionäre Komponente enthalten. Wie konnte sich ein solcher Schlagbaummechanismus in der Evolution durchsetzen? Welche Bedingungen werden an einen

Besucher gestellt? Welche Insekten werden sich auf solchen Blüten niederlassen? Welche Gründe gibt es für die Insekten, sich auf solche Blumen zu spezialisieren?

Besonders fruchtbar kann hier der Vergleich von Modell und realer Blüte sein. Welche Teile werden durch das Modell adäquat abgebildet, in welchen Bereichen vereinfacht das Modell? In einem weiteren durchaus anspruchsvollen Schritt kann überlegt werden, wie die Salbeiblüte mit dem „Grundbauplan“ in Einklang zu bringen ist. Auf den ersten Blick hat die Salbeiblüte nur wenig mit einer „Standardblüte“ gemeinsam. Eben dadurch zeigt der Salbei eindrücklich, wie stark die einzelnen Organe variieren können: die Verwachsungen der Kronblätter, die Stauchung des Staubfadens oder die extreme Streckung des Konnektivs.

Abschließend kann eine Gesamtreflexion über die durch die Modelle kennengelernten Blumentypen stattfinden. Hier kann erörtert werden, welche Gemeinsamkeiten und welche blütenökologischen Unterschiede sich erkennen lassen.

5.2.3. Arbeitsaufträge

Im Anschluss an die Beschäftigung mit den blütenbiologischen Modellen soll das Wissen über Möglichkeiten des Blütenbesuchs praktisch angewendet werden. Mithilfe von Arbeitsaufträgen können die SchülerInnen selbst Pflanzen nach blütenbiologischen Gesichtspunkten erforschen. Es wird dabei besonderen Wert darauf gelegt, dass die Lernenden selbständig arbeiten, Hypothesen aufstellen und diese biologisch zu begründen versuchen.

Arbeitsauftrag „Handeln wie ein Insekt“:²³⁰

Der Arbeitsauftrag knüpft direkt an den Abschnitt mit den Blumenmodellen an, dabei werden die den SchülerInnen zugeordneten „Insekten-Rollen“ beibehalten (Item: *Welches Insekt bin ich*). Die Frage *„Wie hat mich die Blume angelockt?“* soll die SchülerInnen dazu anhalten, die Pflanze ihrer Wahl genau zu betrachten. Die Unterfragen lenken dabei die Aufmerksamkeit auf die blütenbiologisch besonders relevanten Aspekte. Das Skizzieren der Blume und der Versuch einer korrekten Beschriftung, sollen das theoretische Blütenschema zu Beginn der Einheit mit der Praxis verknüpfen. Das Ziel ist, die Struktur der Blüte / des Blütenstands besser zu erfassen.

²³⁰ Siehe Anhang S. 146.

Durch den Unterpunkt „*Was erhoffe ich mir von der ausgewählten Blume?*“ werden die Gründe der Insekten für den Blütenbesuch wiederholt. Da die Schülerinnen bei der zuvor durchgeführten „Nektarsuche“ die für die Insekten ausschlaggebende Nahrungssuche kennengelernt haben, ist zu erwarten, dass dieses Wissen hier angewendet wird. Falls die Denkfigur der helfenden Natur (siehe 4.2.6) angewendet werden, kann dieser wichtige Aspekt in der Nachbesprechung nochmals aufgegriffen werden.

Das nachfolgende Item „*Wie könnte die Bestäubung ablaufen?*“ fordert dazu auf, über die Eigenschaften der zu untersuchenden Blume nachzudenken. Die Fragestellung ist sehr anspruchsvoll, da die Schülerinnen eine eigene „Hypothese“ aufstellen müssen. Besonders für den Fall, dass diese Pflanze zuvor noch nicht behandelt wurde, stellt dies eine große Herausforderung dar. Der Verweis auf die Blumenmodelle ruft die SchülerInnen dazu auf, die beobachtete Blume mit den vorher kennengelernten Bestäubungstypen zu vergleichen und so zu einer Antwort zu kommen.

Während des Nektarsuchspiels konnten die Kinder bereits einige Eigenschaften (Rüssellänge etc.) der blütenbesuchenden Insekten kennenlernen. Dieses Wissen sollen sie bei der Frage „*Passt die Blume, die du dir ausgesucht hast, zu dir als Bestäuber? Erkläre warum / warum nicht!*“ anwenden. Diese Problemstellung vertieft die vorherige Frage und die SchülerInnen werden zusätzlich angehalten, die Eigenschaften ihres Insekts mit der Blume zu vergleichen. Die Aufforderung zur Argumentation *warum / warum nicht* soll vermeiden, dass nur mit ja bzw. nein geantwortet wird. Außerdem werden SchülerInnen dadurch gefordert biologisch sachlich zu argumentieren.

Um den letzten Punkt „*An welche Bestäuber ist die Blume angepasst? Begründe deine Antwort*“ erfolgreich zu beantworten, müssen die morphologischen Attribute der möglichen Blütenbesucher mit den Eigenschaften der Blume verglichen und eine entsprechende Antwort formuliert werden. Die Frage ist im Plural gestellt, da bei vielen Blumen mehrere Bestäuber möglich sind. Bei der anschließenden Besprechung der Frage kann das Spannungsverhältnis zwischen Spezialisten und Generalisten nochmals aufgegriffen werden.

Die Vorstellung der gewählten Blume ist, je nach zeitlichem Rahmen, optional. Mit der Aufforderung auf dem Arbeitsauftrag sollen die SchülerInnen zusätzlich animiert werden, die Fragestellungen angemessen zu beantworten. Eine Nachbesprechung zur Ergebnissicherung sollte jedenfalls durchgeführt werden.

Der besprochene Arbeitsauftrag ist für die Unterstufe konzipiert, durch altersadäquate Umformulierungen kann dieser analog auch in der Oberstufe angewendet werden.²³¹

Arbeitsauftrag 2: Vergleichsübung

Steht etwas mehr Zeit zur Verfügung, kann nach dem Einsatz der blütenbiologischen Modelle auch ein alternativer Arbeitsauftrag eingesetzt werden.²³²

Dieser Arbeitsauftrag entspricht im Wesentlichen dem vorigen Arbeitsauftrag, er weist aber auch einige Unterschiede zum Ersten auf. Die einzelnen Fragen bzw. Aufgabestellungen sind sehr ähnlich, jedoch werden mehrere Blumen untersucht und verglichen. Auf die didaktischen Überlegungen dahinter wird nach der Vorstellung des Arbeitsblattes eingegangen.

Analog wie in Auftrag 1 werden die SchülerInnen wieder einzeln oder in Gruppen losgeschickt um Blüten bzw. Blumen zu suchen, wobei die zuvor zugeteilten Insektenrollen beibehalten werden. Sie sollen ebenso wieder eine Skizze mit Beschriftung der Blütenbestandteile anfertigen. Die nachfolgende Frage „*Was bietet diese Blume Besonderes*“ fordert die SchülerInnen auf, Besonderheiten (Auffällige Farbe; Größe, etc.) anzuführen. Die Items „*An welche Bestäuber ist die Blume angepasst?*“ und „*Beschreibe kurz wie die Bestäubung ablaufen könnte!*“ treten in ähnlicher Weise auch beim bereits besprochenen Arbeitsauftrag 1 auf und wurden bereits eingehend diskutiert.

Worin liegt nun der Unterschied zwischen den beiden Arbeitsaufträgen? Bereits in der Herangehensweise an den Auftrag lassen sich Differenzen erkennen. Beim ersten Arbeitsauftrag werden die SchülerInnen voraussichtlich gezielt eine Blume aussuchen. Die Motive für die Wahl können dabei sehr vielfältig sein (Bekanntheit der Pflanze; Einfachheit; Schönheit; Kuriosität;...). Dabei ist es offen, ob das Insekt als Bestäuber für die Blume geeignet ist, oder nicht. Im zweiten Arbeitsauftrag hingegen,

²³¹ Siehe Anhang S. 147.

²³² Siehe Anhang S. 148.

werden die SchülerInnen von Anfang an dazu angehalten, eine möglichst „passende“ Blume zu finden.

Somit werden im Arbeitsauftrag 2 vergleichende Denkweisen stärker forciert. Es müssen die Strukturen und Eigenschaften mehrerer Blumen verglichen und in Folge auch über unterschiedliche Bestäubungsmechanismen nachgedacht werden. Diese müssen wiederum in Bezug zur eigenen Insektenrolle gesetzt werden um herauszufinden, welche Blume am besten geeignet ist. Für die Untersuchung der drei Blumen wird allerdings mehr Zeit benötigt und auch eine entsprechende Nachbesprechung fällt länger aus als im ersten Arbeitsauftrag. Jedoch bietet dieser Arbeitsauftrag die Möglichkeit, die zuvor gehörten Inhalte umfassender zu wiederholen und eigenständig zu vertiefen.

Der Arbeitsauftrag ist vorrangig für die Unterstufe konzipiert, kann allerdings auch für ältere SchülerInnen eingesetzt werden.

Arbeitsauftrag 3: Gartenrallye²³³

Die hier besprochene Gartenrallye dient ebenso der Verfestigung der Erkenntnisse nach dem Einsatz der Blumenmodelle. Der Auftrag bezieht sich explizit auf die besprochenen Blumenmodelle, jedoch wird auf die Beibehaltung der Insektenrollen verzichtet. Die Gartenrallye ist speziell für den Einsatz in Botanischen Gärten oder anderen Pflanzensammlungen vorgesehen, kann jedoch auch in Wiesen mit einer entsprechenden Blumenvielfalt durchgeführt werden.

Der Arbeitsauftrag hält die SchülerInnen dazu an, reale Entsprechungen für die Blumenmodelle zu suchen. Hierdurch soll die Sekundärerfahrungen durch den Modelleinsatz noch stärker mit Primärerfahrungen verknüpft werden. Da alle zuvor besprochenen Blumentypen eigenständig gesucht werden müssen, ergibt sich ein umfassender Learning-Loop. Dabei bleibt auch Raum für Neues, da in der Nachbesprechung auch schwierig bzw. nicht zuordenbare Blumentypen besprochen werden können. Die Items des Auftrags ähneln in der Fragestellung denen der vorher diskutierten Arbeitsblätter und werden darum an dieser Stelle nicht erneut diskutiert. Der Arbeitsauftrag zielt wiederum darauf ab, die SchülerInnen zu eigenständigem Denken anzuregen und das theoretische Wissen in die Praxis umzusetzen.

²³³ Siehe Anhang S. 149.

Für die Durchführung der Gartenrallye sollte genügend Zeit einkalkuliert werden, da die Blumen nach den vorgegebenen Kriterien ausgewählt und untersucht werden müssen. Hinzu kommt die Zeit, die für die Nachbesprechung benötigt wird.

5.2.4. Nachbesprechung

In der Nachbesprechung sollen die Ergebnisse der Arbeitsaufträge besprochen werden. Diese variiert je nach verwendetem Arbeitsauftrag und den von den SchülerInnen gewählten Pflanzen, wodurch keine genaue Anleitung für die Nachbesprechung gegeben werden kann. Es sollte jedoch zumindest auf die Probleme, Schwierigkeiten und Fragen der SchülerInnen, die sich aus der Beschäftigung mit den Arbeitsaufträgen ergeben haben, eingegangen werden. Dabei gilt es, den Bezug zu den erarbeiteten blütenökologischen Inhalten, zu wiederholen und weiter zu vertiefen. Die Nachbesprechung fordert vom / von der Unterrichtenden eine breite fachliche Basis, da nur bedingt absehbar ist, welche Pflanzen von den SchülerInnen untersucht werden. Bringen die SchülerInnen dem/der LehrerIn unbekannte Pflanzen, so ist eine gute Artenkenntnis von Vorteil, aber nicht zwingend notwendig. Wichtiger ist, den Bestäubungstyp zu erkennen bzw. Hypothesen dafür, wie die Bestäubung jeweils ablaufen könnte, aufzustellen. Solche Hypothesen können im Plenum mit der Klasse auf fruchtbare Weise diskutiert werden.

5.3. *Allgemeine didaktische Kritik des Unterrichtsmodells*

Bei der Planung des Unterrichtsentwurfs wurde ein großer Wert darauf gelegt, möglichst viele didaktische Perspektiven mit einzubeziehen und entsprechende Konzepte umzusetzen. Die nachfolgende Diskussion beschränkt sich darauf, die didaktisch begründeten Intentionen hinter den einzelnen Unterrichtsschritten zu erörtern. In welchem Maße diese umgesetzt werden können bzw. welche Effekte das Unterrichtsmodell wirklich hat, bleibt hier offen. Hierzu bedarf es weiteren Studien, bei denen die einzelnen Parameter (Vorstellungen, Interesse, Motivation, Wissen, etc.) vor und nach der Einheit untersucht werden.

5.3.1. Verlaufs- und Sozialformen

Das vorgestellte Unterrichtsmodell bestehend aus Einleitung, Einsatz blütenbiologi-

scher Modelle und Arbeitsauftrag, beinhaltet verschiedene Verlaufs- und Sozialformen. SPÖRHASE unterscheidet bei den Verlaufsformen fünf Schritte:

„Die Verlaufsformen (auch Unterrichtsschritte) bilden den methodischen Grundrhythmus des Unterrichts:

Einstieg – Erarbeitung – Ergebnissicherung – Vertiefung – Schluss. [...] Die einzelnen Verlaufsformen werden durch bestimmte Handlungsmuster gestaltet und nutzen eine oder mehrere Sozialformen.“²³⁴

Diese Schritte sind grundlegend auch im Unterrichtsmodell umgesetzt, wobei die Grenzen teilweise fließend sind. Im Einstiegsteil wird an das Vorwissen der Schülerinnen angeknüpft und es erfolgt direkt im Anschluss die genauere Erarbeitung der Blütenökologie. Die Ergebnissicherung wird durch die Arbeitsaufträge mit folgender Nachbesprechung gewährleistet. Im Rahmen dieser Nachbesprechung sollte die Lehrperson das zuvor erarbeitete Wissen verfestigen und vertiefend auf einzelne Gesichtspunkte eingehen. Für die Gestaltung der letzten beiden Unterrichtsschritte sieht das Unterrichtskonzept keine genauen Vorgaben vor, da diese aus den angegebenen Gründen (siehe 5.2.4) wenig sinnvoll erscheinen.

SPÖRHASE spricht im obigen Zitat zudem die Sozialformen an, die die Unterrichtsschritte prägen. Es können vier Sozialformen unterschieden werden:²³⁵

- Klassenunterricht (= Plenums- oder Frontalunterricht)
- Gruppenunterricht (= Gruppenarbeit)
- Partnerarbeit
- Einzelarbeit

Es ist nicht zweckdienlich, die verschiedenen Sozialformen gegeneinander auszuspielen und den Plenumsunterricht als überholt anzusehen. Vielmehr gilt es, die Sozialformen möglichst gewinnbringend zu kombinieren und die jeweiligen Stärken zu nützen. ESCHENHAGEN erachtet etwa den Verzicht auf Frontalunterricht nicht für sinnvoll, sondern plädiert für eine Mischung verschiedener Sozialformen während eines Lernabschnitts.²³⁶ Neben der fachlichen Vielfalt ist auch die Unterschiedlichkeit

²³⁴ SPÖRHASE 2010a: S. 14.

²³⁵ Vgl. SPÖRHASE 2010a: S. 13; ESCHENHAGEN et al. 2001: S. 193f; GRAF 2004: S. 161ff.

²³⁶ ESCHENHAGEN et al. 2001: S. 193f.

der SchülerInnen ein Argument für die Verwendung verschiedener Sozialformen im Unterricht, wie GRAF treffend argumentiert:

*„Da die verschiedenen Schüler sehr unterschiedliche Persönlichkeiten sind, gibt es nicht **die** Sozialform, die für fachliche und überfachliche Unterrichtsziele gleichermaßen förderlich und zudem für alle Schüler [...] optimal geeignet ist.“*²³⁷

Welches sind nun die Stärken bzw. Schwächen der einzelnen Sozialformen?

Beim Klassenunterricht bestimmt der/die Unterrichtende das Tempo, strukturiert und präsentiert die Inhalte, wodurch ihm/ihr im Unterricht eine zentrale Rolle zukommt. Das selbstentdeckende Lernen durch die SchülerInnen tritt dafür in den Hintergrund. Beim Klassenunterricht ist ein intensives Gespräch zwischen Schülerinnen und LehrerIn anzustreben, was durchaus fruchtbar sein kann. Weniger wünschenswert ist ein bloßes Frage-Antwort-Spiel bzw. ein völliger Monolog des/der Unterrichtenden.²³⁸

Bei Partner- oder Gruppenarbeiten können die SchülerInnen in ihrem eigenen Tempo arbeiten und müssen weniger einem starr vorgegebenen Plan folgen. Dies kann motivieren, die SchülerInnen eignen sich (speziell in der Gruppenarbeit) soziale Kompetenzen (diskutieren, formulieren, zuhören, präsentieren,...) an, haben mehr Spaß am Unterricht und setzen sich intensiv mit dem Thema auseinander und lernen zu lernen.²³⁹

Die Einzelarbeit eignet sich besonders für die intensive Auseinandersetzung mit einem Thema. Dabei legt der/die SchülerIn die Arbeitsgeschwindigkeit und je nach Aufgabenstellung auch die Herangehensweise an ein Problem fest. Diese Sozialform ist besonders durch die hohe geforderte Eigenständigkeit anspruchsvoll. Die SchülerInnen erkennen zudem, welche Bereiche noch nicht verstanden wurden.²⁴⁰

Bei der Erstellung des Unterrichtsmodells wurde darauf geachtet, verschiedene Sozialformen einzubringen. Das Ziel dabei war es, die Inhalte möglichst spannend, ab-

²³⁷ GRAF 2004: S. 161.

²³⁸ Vgl. GRAF 2004: S. 164.

²³⁹ Vgl. ESCHENHAGEN 2001: S. 193f; GRAF 2004: S. 162ff.

²⁴⁰ Vgl. GRAF 2004: S. 161.

wechslungs- und lehrreich zu vermitteln.

Der Einleitungsteil entspricht einem Klassenunterricht, in welchem die SchülerInnen keine passiven Zuhörer sondern aktive Mitgestalter sind. Die Wiederholung bzw. Erarbeitung des Grundbauplans einer Zwitterblüte basiert auf der Mitarbeit der SchülerInnen, die sich mit Wortmeldungen, Kärtchen aufkleben, etc. an diesem Abschnitt beteiligen. Inputs durch den/die Vortragende dienen dazu, die SchülerInnen auf die folgenden Unterrichtsabschnitte vorzubereiten.

Die darauffolgende Nektarsuche kann vorwiegend zur Sozialform der Gruppenarbeit eingeordnet werden, wobei allerdings keine geschlossenen Gruppen existieren. Es handelt sich um eine Art Rollenspiel, in welchem die SchülerInnen verschiedene Insektenrollen übernehmen. Um alle SchülerInnen aktiv teilnehmen lassen zu können ist eine ausreichende Menge an Blumenmodellen erforderlich. Neben den „nektarsuchenden Insekten“ kann optional auch eine Beobachtungsgruppe eingeteilt werden, die das Verhalten der „Blütenbesucher“ analysieren. Beobachtungsgruppe und „Insektengruppe“ können danach gewechselt werden. Beim Einsatz des korbformigen Blumenmodells können ebenso alle SchülerInnen aktiv werden. Das Modell der Salbeiblüte ist hingegen als Demonstrationsmodell vorgesehen, bei der nur ein/e SchülerIn die Funktionsweise vorführt.

Es kommen in der Einheit zudem verschiedene Medien zum Einsatz. Die didaktischen Intentionen des Einsatzes von Plakat, Pflanzen, Blumenmodellen und Arbeitsblättern wird in 5.3.5 noch genauer behandelt.

5.3.2. Interesse und Motivation

Der Begriff Interesse wird von verschiedenen Disziplinen und Autoren unterschiedlich gebraucht. Hier soll folgender, weit gesteckter Interessensbegriff verwendet werden:

„In einer sehr allgemeinen Charakterisierung bezeichnet das Interesse eine besondere, durch bestimmte Merkmale herausgehobene „Beziehung“ einer Person zu einem Gegenstand.“²⁴¹

Des Weiteren ist für die Diskussion des Unterrichtsmodells eine Unterscheidung von

²⁴¹ KRAPP 1998: S. 186.

situationalem und individuellem Interesse notwendig. Durch die Gestaltung spezieller Lernsituationen, können Anreize für den Unterrichtsgegenstand geschaffen werden. Ein solcher auf die konkrete Situation bezogener motivationaler Zustand wird als situationales Interesse bezeichnet.²⁴² Unter geeigneten Voraussetzungen kann sich aus dem situationalen ein individuelles Interesse entwickeln.²⁴³ Hierzu muss die durch Anreize geweckte Neugier in eine langfristige Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt überführt werden. Zusätzlich muss der Person-Gegenstand-Bezug unabhängig von äußeren Anreizen bestehen bleiben.²⁴⁴ Damit ein solches persönliches Interesse entstehen kann müssen zudem einige Grundbedürfnisse erfüllt werden:

„Zur dauerhaften Ausbildung dieser Disposition [individuelles Interesse, d. Verf.] bedarf es weiterer Faktoren, wie Erleben von Kompetenz, Selbständigkeit (Autonomie) und sozialer Eingebundenheit. Individuelles Interesse für einen bestimmten Gegenstand fördert effektives Lernen.“²⁴⁵

Das zeigt, dass die Entwicklung von individuellem Interesse vieler Investitionen bedarf, im Gegenzug aber zu effektivem Lernen führen kann.

Während der Nektarsuche sollen die SchülerInnen die geforderte Autonomie (=Selbstbestimmung) erfahren, wobei sie durch das gemeinsame Handeln aller SchülerInnen auch sozial eingebunden werden. Das Kompetenzerleben kommt in geringem Maße ebenso bereits zu tragen, da die SchülerInnen eigenständig Schlüsse aus dem Rollenspiel ziehen können. In den nachfolgenden Arbeitsaufträgen sollen besonders die zwei Grundbedürfnisse der *Autonomie* und des *Kompetenzerlebens* direkt angesprochen werden: Ein erster Schritt hierzu ist die selbständige Wahl der zu untersuchenden Pflanzen. Darüber hinaus sind die zu erledigenden Aufgabenstellung zwar herausfordernd, sollten durch die vorangegangenen Inputs dennoch eigenständig bearbeitet werden können.

Beim vorgestellten Unterrichtsmodell handelt es sich um eine einmalige Lernsituation. Für die Entwicklung eines stabilen individuellen Interesses wären weiterführende

²⁴² Vgl. KRAPP et al. 1992: S. 8; VOGT 2007: S. 12; HIDI et al. 2006: S. 113.

²⁴³ Vgl. VOGT 2007: S. 13; KRAPP et al. 1992. S. 18; HIDI et al. 2006: S. 113f.

²⁴⁴ Vgl. KRAPP 1998: S. 8.

²⁴⁵ GROENGIESSER et al. 2010: S. 54 ; für eine ausführliche Diskussion der drei Grundbedürfnisse vgl. KRAPP 2005: S. 385f und KRAPP 1998: S. 194.

Einheiten erforderlich, die die oben angegebenen Kriterien erfüllen. Jedoch kann diese Einheit zu einem situativen Interesse beitragen und somit die Basis für die Entwicklung höherer Interessensstufen bilden. Außerdem kann bereits das Auslösen eines situationalen Interesses lernwirksam sein.²⁴⁶

Es ist ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts an die Interessen der SchülerInnen anzuknüpfen, diese zu wecken und zu fördern.²⁴⁷ Welche Voraussetzungen bietet das vorgeschlagene Unterrichtsmodell in diesem Zusammenhang?

Pflanzen liegen im Schülerinteresse meist hinter zoologischen und humanbiologischen Themen.²⁴⁸ Pflanzen werden in vielen Fällen sogar regelrecht ausgeblendet und übersehen, obwohl sie an der Basis nahezu aller Lebensräume stehen.²⁴⁹ Dies liegt unter anderem daran, dass Tiere (insbesondere Säugetiere) in ihrem Verhalten dem Menschen ähnlicher sind als Pflanzen. Da Tiere essen, kommunizieren, lernen und interagieren können, besteht für die SchülerInnen zu ihnen ein größerer Bezug.²⁵⁰

Zudem beschränkt sich der Unterricht häufig auf die Behandlung von Pflanzen, die für die SchülerInnen wenig Spannung bieten. Pflanzen werden in solchen Fällen als leblos und langweilig wahrgenommen. Eine Möglichkeit das Interesse an Pflanzen zu erhöhen ist die Auswahl für die SchülerInnen attraktiver Pflanzen und eine Kopplung an zoologische Themen.²⁵¹ Die angeführte „Passivität“ der Pflanzen kann aber auch als Vorteil gesehen werden. „Unbewegliche“ Pflanzen können besser untersucht, angegriffen, chemisch analysiert etc. werden als dies bei Tieren möglich ist. Daher sollte auch die Möglichkeit ergriffen werden, Pflanzen in der freien Natur zu erfahren.²⁵²

In der diskutierten Einheit zur Blütenökologie wird aus diesem Grund bewusst versucht, Fragestellungen zu Pflanzen und Tieren miteinander zu koppeln. Die Lernfähigkeit einiger Blütenbesucher und die biologischen Hintergründe für den Blütenbesuch sind aus menschlicher Sicht gut nachvollziehbar. Durch das Rollenspiel bei der „Nektarsuche“ soll die Distanz zum Thema noch weiter abgebaut werden, da die SchülerInnen selbst in einer Insektenrolle sind und mit einigen „Blumen“ direkt in

²⁴⁶ Vgl. KRAPP 1998: S. 196.

²⁴⁷ Vgl. DUIT 1997: S. 12.

²⁴⁸ Vgl. WANDERSEE 1986: S. 418ff ; LINDEMANN-MATTHIES 2005 : S. 656.

²⁴⁹ Vgl. WANDERSEE et al. 1999: S. 82ff.

²⁵⁰ Vgl. WANDERSEE 1986: S. 423.

²⁵¹ Vgl. SANDERS 2007: S. 1210.

²⁵² Vgl. ebenda.

Kontakt treten. Das Unterrichtsmodell versucht weiters den SchülerInnen einen Ausblick auf die botanische Vielfalt zu geben, anstatt sich auf die Behandlung einer „Standardblüte“ zu beschränken.

Der Vergleich mit realen Blumen soll einerseits dazu dienen, Primärerfahrungen zu sammeln und zusätzlich einen Alltagsbezug herzustellen. Da die SchülerInnen etwas Neues über eine aus dem Alltag bekannte Pflanze erfahren, soll das Thema an persönlicher Relevanz gewinnen, einem wichtigen Faktor bei der Entwicklung von Interesse.²⁵³

Das Auslösen von situationalem Interesse kann unter anderem durch offene Sozialformen, sowie durch die Konfrontation mit überraschenden Elementen gefördert werden.²⁵⁴ Die hohe SchülerInnen-Aktivität bei der Nektarsuche versucht diese Aspekte zu nutzen. Neben den Erkenntnissen, welche Insekten bei welchen Blumen erfolgreich sind, soll besonders der unbemerkt transportierte „Pollen“ im Gesicht für einen Überraschungseffekt sorgen. Das spielerische Element der Nektarsuche soll außerdem dazu beitragen, den Lernprozess mit positiven Emotionen zu verbinden. Ein solch positiv eingefärbtes Wissen kann besser erinnert und schneller wieder aktiviert werden.²⁵⁵

Ein wichtiger Grundsatz des Unterrichtsentwurfs ist die Entwicklung einer fragenden Herangehensweise an die Thematik. Mithilfe von Leitfragen durch die Lehrperson, sollen die SchülerInnen zum Nachdenken angeregt werden. Die weiterführenden Fragen in den Arbeitsaufträgen sollen zusätzlich zum Stellen eigener Fragen animieren, die in der Nachbesprechung diskutiert werden können. Eine solche Frage-Kultur wirkt sich positiv auf das Entstehen und Weiterentwickeln von Interesse aus.²⁵⁶

5.3.3. Neurowissenschaftliche Grundsätze

Die Vielschichtigkeit und Unterschiedlichkeit der einzelnen Unterrichtsabschnitte kann durch neurowissenschaftliche Erkenntnisse gestützt werden. Das Unterrichtskonzept wird besonders durch den folgenden Umstand geprägt:

²⁵³ Vgl. HIDI et al. 2006: S. 114.

²⁵⁴ Ebenda.

²⁵⁵ Vgl. KRAPP 1998: S. 196.

²⁵⁶ Vgl. HIDI et al. 2006: S. 121f.

„Das limbische System und der Neokortex sind miteinander verknüpft, d. h. Kognition und Emotion bilden eine untrennbare Einheit. [...] Die Diskussion über ein ganzheitliches Lernen von „Kopf, Herz und Hand“ erhält damit eine neue Dimension.“²⁵⁷

Im besprochenen Projekt zur Blütenökologie bekommen Kopf, Herz und Hand einen möglichst großen Spielraum eingeräumt. Von der Erarbeitung des Zwitterblüten-Aufbaus, über die Nektarsuche, bis hin zu den Arbeitsaufträgen mit anschließender Nachbesprechung, wird versucht, die SchülerInnen möglichst aktiv teilnehmen zu lassen. Hierbei spielt die körperliche Aktivität (Aufkleben der Kärtchen beim Einstieg; Nektarsuche; Suchen und Untersuchen von Pflanzen im Garten) eine große Rolle, da Lernen auch an körperliche Empfindungen geknüpft ist.²⁵⁸ Zusätzlich sollen die SchülerInnen auch geistig aktiv einbezogen werden. Die leitenden Fragen bzw. die Arbeitsaufträge fordern zum eigenständigen Nachdenken auf und zur Entwicklung eigener Fragestellungen auf.

Weiters kann die exemplarische Herangehensweise, die Auswahl einer begrenzten Anzahl an Beispieldpflanzen und Blütentypen auch aus neurowissenschaftlicher Sicht belegt werden. Das Gehirn lernt gute, einfache und dennoch repräsentative Beispiele leichter als abstrakte Regeln.²⁵⁹ Die Beziehung zwischen Rüssellänge und Kronröhrenlänge wird im Unterrichtsvorschlag anhand weniger Beispiele illustriert und stellt selbst nur eine von vielen Anpassungen dar. Anhand der gewonnenen Erfahrung können dann gemeinsam mit den SchülerInnen weitere Folgerungen für das breite Spektrum an Rüssellängen und weiteren Anpassungen besprochen werden. Das umgekehrte Szenario, sofort mit einem nahezu unendlichen Spektrum an Rüssel- bzw. Kronröhrenlängen zu beginnen, wäre aufgrund der hohen Abstraktion schwieriger nachzuvollziehen.

Die Vielfalt an Methoden, Sozialformen, inhaltlichen Aspekten und Sinneseindrücken soll auch das Ablegen in verschiedene Schubladen fördern. Im Laufe der Besprechung des Einleitungsabschnitts (siehe 5.2.1) wurde bereits auf die verschiedenen Sinneserfahrungen eingegangen, die durch die Untersuchung einer realen Blume

²⁵⁷ SIEBERT 2003: S. 11.

²⁵⁸ SIEBERT 2003: S. 12.

²⁵⁹ Vgl. SIEBERT 2003: S. 12.

gewonnen werden können. Während des darauf folgenden Nektarsuchspiels werden diese Erfahrungen weiter verstärkt. Die SchülerInnen fühlen, riechen, schmecken und sehen gleichzeitig. Die Arbeitsaufträge halten ebenso dazu an, den Geruch, die Farbe etc. der untersuchten Pflanze festzuhalten. Neben diesen Sinneseindrücken werden auch Namen, Informationen, Neuigkeiten, Emotionen während des Erlebens, Ort und Zeit des Lernens etc. in verschiedenen „Schubladen“ im Gehirn abgelegt.²⁶⁰ Je alltagsnaher und eindrücklicher das Erlebnis ist, desto besser kann es in diese Schubladen eingeordnet werden. Die Gehirnforschung kommt deshalb zu folgendem Schluss:

„In je mehr Gedächtnis-Schubladen ein Inhalt parallel abgelegt ist, desto besser ist die Erinnerbarkeit, denn das Abrufen eines bestimmten Aspektes befördert die Erinnerung anderer Aspekte und schließlich des gesamten Wissensinhalts.“²⁶¹

Im Hinblick auf die Arbeitsaufträge ist noch eine weitere Erkenntnis der Neurowissenschaften interessant, die eine „Kuschelpädagogik“ in Frage stellt. Demnach ist es nachteilig, wenn die Aneignung eines neuen Inhalts von den SchülerInnen keinerlei Anstrengungen erfordert. Eine Lernsituation sollte so gestaltet werden, dass sie eine positive Anstrengung und somit einen „lernfördernden Stress“ verursacht.²⁶² Durch die teilweise sehr anspruchsvollen Fragestellungen bei den Arbeitsaufträgen, soll eine solche lernwirksame Anstrengung hervorgerufen werden.

5.3.4. Biologische Arbeitsweisen

Insbesondere während der Beschäftigung mit den Arbeitsaufträgen sollen die SchülerInnen einige biologische Arbeitsweisen einüben. Als erster Schritt bei allen Arbeitsaufträgen werden die SchülerInnen dazu angehalten die Blume genau zu betrachten. *„Beim Betrachten lernen Schüler, Eigenschaften und Merkmale von unbewegten Objekten mit ihren Sinnen (Sehen, Hören, Tasten) bewusst und im Detail zu erfassen.“²⁶³* Beim genauen Betrachten kann die zu untersuchende Blume zerlegt werden um so die einzelnen Blütenorgane mit ihren jeweiligen Eigenschaften zu be-

²⁶⁰ Vgl. ROTH 2003: S. 27.

²⁶¹ ROTH 2003: S. 27.

²⁶² Vgl. ROTH 2003: S. 26.

²⁶³ OTTENI 2010a: S. 76.

greifen. Um den Blick auf wesentliche Merkmale zu lenken und die Konzentration auf das Objekt zu erhöhen, soll dabei auch die biologische Arbeitsweise des Zeichnens (Auftrag: Skizziere die Blume) angewendet werden.²⁶⁴ Das Beobachten als Arbeitsweise²⁶⁵ wird ansatzweise durch den Verweis auf die besuchenden Insekten aufgegriffen.

Das Entwickeln eigener Hypothesen soll einerseits durch die Betrachtung des Objekts gefördert werden.²⁶⁶ Andererseits fordern spezifische Fragen im Arbeitsauftrag explizit dazu auf, eigene Überlegungen zum Ablauf der Bestäubung bzw. zur Anpasstheit der Blumen anzustellen.

5.3.5. Modelle und Modellbildung

Modelle spielen im angegebenen Unterrichtsvorschlag auf verschiedenen Ebenen eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund sollen zuerst die Fragen geklärt werden, was unter einem Modell und unter dem Begriff der Modellierung zu verstehen ist:

„Der Prozess der Modellierung setzt stets einen Theoriebezug voraus. Ausgehend von gegenständlicher Realität (Originale) verläuft er über die gedankliche Realität (Denkmodelle) zu gegenständlichen Modellen (Anschauungsmodellen) [...] Modelle sind also niemals Kopien der Originale; ihre Eigenschaften sind nicht mit denen der Originale identisch; sie sind vielmehr theoriebezogene Abbilder von Originalen.“²⁶⁷

Anschauungsmodelle können weiter unterteilt werden in *Strukturmodelle*, welche v.a. morphologische Aspekte veranschaulichen, und *Funktionsmodelle*, die Vorgänge verdeutlichen.²⁶⁸

Die im Zitat gegebene Charakterisierung von Modellen liefert einige Aussagen über das Wesen und die Grenzen von Modellen. Ein erster entscheidender Faktor ist, dass Modelle stets nur Vereinfachungen einer viel komplexeren Realität sind.²⁶⁹ Ein Modell sollte trotz der Abstraktion in den „wesentlichen“ Eigenschaften mit dem Ori-

²⁶⁴ Vgl. SPÖRHASE 2010b: S. 145f.

²⁶⁵ Vgl. OTTENI 2010b: S. 79ff; KILLERMANN et al. 2008: S. 133.

²⁶⁶ Vgl. GRAF 2004: S. 122.

²⁶⁷ ESCHENHAGEN et al. 2001: S. 330.

²⁶⁸ Vgl. KILLERMANN et al. 2008: S. 167.

²⁶⁹ Vgl. SCHMIEMANN 2010: S. 105.

ginal übereinstimmen und diese auf einfachere Weise als das Original darstellen.²⁷⁰ Diese Reduktion der zu verarbeitenden Informationen hilft den SchülerInnen beim Verstehen von komplexen Zusammenhängen. Zudem wird bei Anschauungsmodellen ein direktes „Begreifen“ möglich,²⁷¹ was etwa bei sehr kleinen und somit schwer fassbaren Originalen vorteilhaft ist.

Die Vorteile, die sich durch die Vereinfachung ergeben, weisen gleichzeitig auch die Grenzen des Modelleinsatzes auf. Modelle können durch ihre eingeschränkte Aussagekraft das Original niemals vollständig ersetzen.²⁷² Mithilfe einer entsprechenden Modellkritik kann dieser Umstand aber auch didaktisch genutzt werden. Der Modelleinsatz sollte mit einer ausführlichen Modellkritik kombiniert werden, in welcher mit den SchülerInnen über die Vor- und Nachteile des Modells diskutiert wird und Original und Modell verglichen werden.²⁷³ Im Zuge dieser Diskussion kann erörtert werden, welche Vereinfachungen getroffen wurden und in welchem Maße das Modell die realen Umstände widerspiegelt. Ein solcher Vergleich kann sogar den Blick für das reale Objekt selbst schärfen.²⁷⁴

Welche Rolle spielen Modelle für den besprochenen Unterrichtsentwurf?

Zum einen ist der Unterrichtsentwurf selbst ein „Modell“, da es nur ein Abbild darstellt und die Umsetzung in der Realität nicht in allen Bereichen mit dem Modell übereinstimmen kann. Der Einstieg in die Einheit (Besprechung der Blütenorgane) bedient sich dem Medium des Plakats, das eine „Modellblüte“ zeigt. Es stellt somit ein bildliches Anschauungsmodell dar, welches auf vereinfachter Basis den Grundaufbau einer Zwitterblüte abbildet. Durch die Vereinfachung, Beschränkung auf wesentliche Teile und die vergrößerte Darstellungsweise, soll dem/der LernerIn das Verständnis erleichtert werden. Die Modellkritik, der Vergleich mit einem realen Objekt, findet parallel dazu statt, da die SchülerInnen zusätzlich echte Einzelblüten ausgeteilt bekommen. Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Original und Modell können dabei diskutiert werden.

Noch stärker zu Tragen kommt der Modell-Aspekt im zweiten Unterrichtsabschnitt,

²⁷⁰ Vgl. ESCHENHAGEN et al. 2001: S. 331.

²⁷¹ Vgl. SCHMIEMANN 2010: S. 104.

²⁷² Vgl. SCHMIEMANN 2010: S. 105.

²⁷³ Vgl. ESCHENHAGEN et al. 2001: S. 338; SCHMIEMANN 2010: S. 105.

²⁷⁴ Vgl. KILLERMANN et al. 2008: S. 168.

der Nektarsuche. Die verwendeten Blumenmodelle sind gegenständliche Modelle, die sowohl Struktur- als auch Funktionsmodelle darstellen. Die Trichterblumen-Modelle führen den SchülerInnen die funktionellen Eigenschaften der Kronröhre, sowie den Ablauf des Pollentransports vor. Außerdem werden die wichtigsten morphologischen Gegebenheiten dem/der SchülerIn in vergrößerter und begreifbarer Form präsentiert. Beim darauffolgend eingesetzten Modell mit korbartigem Blütenstand steht der strukturelle Aspekt im Vordergrund. Der Modelleinsatz scheint hier besonders gerechtfertigt, da die Einzelblüten eines solchen Blütenstandes vielfach zu klein sind um von den SchülerInnen selbst erkannt zu werden. Folgt nun der Vergleich mit einer realen Blume ist der Blick der SchülerInnen bereits „geschärft“. Die Zerlegbarkeit des Modells soll das Verständnis des Aufbaus und der Eigenschaften eines solchen Blütenstandes erhöhen. Das Salbeiblüten-Modell lässt die SchülerInnen selbst erfahren, wie effektiv die Pollenportionierung bei einigen Pflanzen sein kann. Außerdem kann das sonst unsichtbare „Hebelwerk“ sichtbar gemacht werden. Eine Modellkritik, die einen Vergleich mit dem Original beinhaltet, ist auch hier unentbehrlich.

5.4. Interviewergebnisse & Unterrichtsmodell

Die im Abschnitt 4.2 angeführten Ergebnisse der Interviews sollten bei der Planung einer Unterrichtseinheit zum Thema Blütenökologie beachtet werden. Nachfolgend werden die wichtigsten Aspekte und deren Konsequenzen für die didaktische Strukturierung diskutiert. Außerdem soll gezeigt werden, dass das vorgeschlagene Unterrichtsmodell zur Entwicklung fachlich adäquater Vorstellungen beitragen kann. Die Diskussion folgt der Reihenfolge der Interviewergebnisse (siehe Punkt 4).

5.4.1. Alltagsvorstellungen und deren Einbezug in das Unterrichtsmodell

In Hinblick auf das Problem der Unterscheidung zwischen Blume und Blüte konnten wenige Schlüsse aus den Interviews gezogen werden. Es zeigte sich aber, dass ein weiteres Element die Konfusion rund um Blüten und Blumen erschwert. Aus den Aussagen der befragten SchülerInnen lässt sich herauslesen, dass viele den Begriff „Blume“ mit dem gesamten Individuum gleichsetzen. Dieser Umstand liegt hauptsächlich im alltäglichen Sprachgebrauch begründet, da dort bei blühenden Pflanzen oft keine Unterscheidung zwischen den Begriffen Pflanze und Blume getroffen wird. Die SchülerInnen besitzen auch im Bereich der Bestandteile einer Zwitterblüte wenige konkrete Vorstellungen. Die einzelnen Blütenorgane wurden nie explizit genannt,

da meist von der Gesamtheit der Blütenblätter gesprochen wurde. Wird eine Blüte im Unterricht definiert bzw. deren Organe besprochen, so kann davon ausgegangen werden, dass noch relativ wenige Konzepte bzw. Vorwissen hierzu bestehen.

Wie während der fachlichen Klärung bereits erwähnt wurde, ist eine klare Trennung des Begriffs der Bestäubung von der Diasporenausbreitung nötig. Die Interviews zeigten deutlich, wie häufig diese beiden Themengebiete gleichgesetzt und dadurch falsche Schlüsse gezogen werden. Wird dieses Problem im Unterricht bewusst angesprochen und die Unterschiede hervorgehoben, kann solchen Missverständnissen eventuell vorgebeugt werden. Insbesondere beim Thema Windbestäubung sollte dieser Unterscheidung genügend Platz eingeräumt werden.

Beim Einstieg in das Thema Bestäubung ist es in diesem Zusammenhang besonders wichtig, auf die Funktion der Bestäubung einzugehen. Dabei sollten Begriffe wie Fortpflanzung, Ausbreitung etc. mit Bedacht gewählt werden. Diese Begrifflichkeiten sind auch für die Diasporenausbreitung treffend, was in Folge zu Konfusionen führen kann.

Die Ergebnisse aus dem Bereich der Diversität der Besucher und der Pflanzen zeigen, dass die Vielfalt in den Vorstellungen der SchülerInnen eine relativ geringe Rolle spielt. Die meisten Befragten beschränkten sich auf eine oder zwei Tierarten, die bei Blumenbesuchen eine Rolle spielen. Da die Blütenökologie untrennbar mit der Besuchervielfalt verbunden ist, muss deshalb verstärkt auf diesen Aspekt im Unterricht eingegangen werden. Damit ist keineswegs ein Überhäufen der SchülerInnen mit Artnamen gemeint, sondern es sollte vielmehr auf die Diversität der Eigenschaften der Besucher eingegangen werden. Durch die Kenntnis der Differenzen der Besucher, fällt auch ein Verständnis der verschiedenen Blumenformen leichter. So kann beispielsweise die Bedeutung einer langen Kronröhre nur dann erfasst werden, wenn auch bewusst ist, wie sich die Besucher unterscheiden.

Im vorgeschlagenen Unterrichtsmodell wird bewusst auf die morphologische Diversität der Besucher eingegangen. Besonders die unterschiedlichen Mundwerkzeuge spielen im Rahmen des Nektarsuchspiels bzw. des Einsatzes der Blumenmodelle eine entscheidende Rolle. Außerdem können die SchülerInnen auch erleben, wie unterschiedliche Blumenformen sich auf den Besuch auswirken. Dadurch soll das In-

Beziehung-setzen von Blumenform und Insekt erleichtert werden. Mithilfe der anschließenden Arbeitsaufträge soll das Kennenlernen und Verstehen der blütenökologischen Vielfalt weiter verstärkt werden.

Leider beschränkt sich auch die Mehrzahl der Schulbücher auf wenige Bestäuber, wobei die Honigbiene eine dominante Rolle einnimmt (siehe 5.1.4). Hier ist die Eigeninitiative des/der Unterrichtenden gefragt, die Bestäuber-Diversität in den Unterricht einzubringen. Auf der anderen Seite sollten SchülerInnen, die ein umfassendes Bild von der Besucher- und Blumenvielfalt haben, besonders in den Unterricht einbezogen werden. Gemeinsam können so die Eigenschaften der unterschiedlichen Besuchergruppen erarbeitet werden. Über die morphologischen Unterschiede hinaus kann auch auf Differenzen im Verhalten und der Lebensweise eingegangen werden, um die Diversität spürbar zu machen.

Die Dominanz der Honigbiene in den Vorstellungen der SchülerInnen und in den Schulbüchern bietet auch eine didaktische Chance. Es ist fruchtbar darüber nachzudenken, warum die Honigbiene eine so wichtige Rolle bei der Bestäubung spielt. Viele SchülerInnen verbinden mit der Biene zudem sofort die Honigproduktion. Dieser Alltagsbezug könnte als Ausgangspunkt genommen werden, um darüber nachzudenken, was einen solchen Sammelflug besonders effizient macht und worin sich die Honigbiene von anderen Besuchern unterscheidet.

In Bezug auf die Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen zeigen die Interviews, dass anthropomorphe Vorstellungen bei den SchülerInnen überwiegen. Die biologisch nicht zutreffende Vorstellung der helfenden Natur (siehe 4.2.6) wird während der Nektarsuche jedoch deutlich in Frage gestellt. Durch dieses Spiel können die SchülerInnen selbst erfahren, dass die Suche nach Nahrung als Grund für den Blumenbesuch genügt. Es werden keine „helfenden Motive“ oder ein Arbeitsverhältnis benötigt um den Blütenstaub von Blume zu Blume transportieren. Die SchülerInnen bekommen während des Nektarsuchspiels unbemerkt den Pollen aufgeladen, da sie beim Schlürfen des Nektars zwangsweise an den „Staubblättern“ vorbei mussten. Diese Erkenntnis wird auch den SchülerInnen evident. Die Funktion des Nektars könnte mit einer einfachen Änderung des Spielablaufs illustriert werden. Wird in eine Blüte kein Nektar gefüllt, so wird diese von den SchülerInnen auf längere Sicht nicht aufgesucht werden. Somit können in Folge keine Bestäubung und auch keine Fort-

pflanzung erfolgen. Es zeigt sich also sofort, dass die Funktion des Nektars in der Anlockung der Bestäuber besteht und dieser nicht aus rein sozialen Gründen angeboten wird.

Die Erfahrungen, die von den SchülerInnen bei der Nektarsuche gemacht werden, sollten stets im Plenum reflektiert und diskutiert werden, um diese Problemfelder zu erörtern.

Das Themengebiet Tier- und Windbestäubung wird im vorgestellten Unterrichtsmodell zumindest von der tierischen Seite genau beleuchtet. Obwohl der Fokus der Einheit klar auf der Tierbestäubung liegt, sollte bei der Durchführung auf die jeweiligen Vor- bzw. Nachteile der beiden Bestäubungsformen eingegangen werden. Der Vorteil des gerichteten Pollentransports bei der Tierbestäubung ergibt sich wiederum aus dem Nektarsuchspiel. Um den Kontrast zur Windbestäubung zu illustrieren, kann bei der Diskussion der Nektarsuche, auch eine kleine Menge des Currypulvers durch pusten weggeblasen werden und beobachtet werden, wo dieser Blütenstaub dann landet. Den SchülerInnen wird dadurch illustriert, dass der Großteil der Pollenkörner nicht auf anderen Blumen landet, sondern irgendwo verloren geht. Die Aussagen der interviewten SchülerInnen zeigen, dass sie eigenständig Vor- und Nachteile von Bestäubungsformen abwägen können. Werden im Unterricht einige weitere Vor- bzw. Nachteile greifbar gemacht, so können diese sicherlich zu einem kritisch reflektierten Bild der Bestäubungsformen beitragen.

Abschließend soll nochmals erwähnt, dass in allen Bereichen der Blütenökologie ein evolutionäres Verständnis anzustreben ist. Aus den Interviews geht hervor, dass sich die SchülerInnen die Anpassung entweder als aktiven Prozess des Individuums oder als automatische Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen vorstellen. Mithilfe der Blumenmodelle und entsprechenden Variationen des Nektarsuchspiels können hier wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Bei der dargestellten Form, geht bereits hervor, dass Blumen bzw. Besucher teilweise angepasst sind. Diese „Momentaufnahme“ illustriert, dass verschiedene Eigenschaften sich auch auf den Erfolg des Blumenbesuchs auswirken. Die SchülerInnen können jedoch keine aktive Anpassung vornehmen (z.B. Strecken des Rüssels), das Individuum muss also mit den vorhandenen morphologischen Eigenschaften auskommen. Es gibt auch keine automatische Reaktion des Organismus auf die „Umweltbedingung Nektar“. Die „alten“ Vor-

stellungen sind somit für die SchülerInnen nicht mehr befriedigend, wodurch der Boden für eine Rekonstruktion der Vorstellung im Sinne der „conceptual reconstruction“ bereitet ist (siehe 2.2.1).

Bereits in dieser frühen Schulstufe kann darauf eingegangen werden, dass bei einer größeren Anzahl an Besuchern zwangsläufig Konkurrenz auftritt. Auf diese Weise können verschiedene Szenarien (Blumen mit kurzer Kronröhre entfernt; Anzahl der Rüssellängen wird variiert; etc.) durchgeführt werden und auf die Auswirkungen auf die Folgegeneration eingegangen werden. In Folge können so Grundideen der Evolutionstheorie, wie etwa die Prinzipien der Selektion, Konkurrenzvermeidung und Einnischung, für Kinder erfahrbar gemacht werden. Die Planung eines entsprechenden Unterrichtsmodells, das auch für höhere Schulstufen geeignet ist, ist bereits in Arbeit (siehe 5.5). Dieses Modell soll auch auf die häufig anzutreffenden finalen Sichtweisen der SchülerInnen eingehen, da sie einem richtigen Verständnis der Evolution im Wege stehen. Die Entstehung funktioneller Strukturen kann durch die Beobachtung mehrerer Generationen ebenso illustriert werden.

5.5. Status quo & Ausblicke

Die Didaktische Rekonstruktion als Forschungsrahmen dieser Diplomarbeit führt aufgrund ihrer Rekursivität dazu, dass die Diplomarbeit trotz ihres Umfangs, noch viele Fragen offen lässt. Wie in Abschnitt 2.2.1 erwähnt, stehen die drei Bereiche des Triplets (Fachliche Klärung, Erhebung von Schülervorstellungen; Didaktische Strukturierung) in einer **wechselseitigen** Beziehung. Im begrenzten Rahmen der Diplomarbeit kann dieser rekursiven Vorgehensweise aber nicht völlig Rechnung getragen werden. Sie liefert durch die Aufarbeitung von Schülervorstellungen und Fachliteratur in erster Linie ein didaktisch begründbares Unterrichtsmodell. Im weiteren Verlauf müsste dieses Modell sowohl qualitativ als auch quantitativ in einer Vorher-Nachher-Studie untersucht werden um herauszufinden, ob der Unterrichtsentwurf den gestellten Ansprüchen gerecht wird. So müssten die Schülervorstellungen vor und nach der Durchführung der Unterrichtseinheit verglichen und eventuelle Veränderungen analysiert werden. Die Ergebnisse dieser Erhebung wirken sich in einem ersten Schritt auf die fachliche Klärung (Welche fachlichen Aspekte müssen zusätzlich beachtet werden etc.) aus. Anschließend können Modifikationen am bestehenden Unterrichts-

dell vorgenommen werden usw.

Im Rahmen der Diplomarbeit entstand eine Publikation, in welcher das Unterrichtskonzept des Nektarsuchspiels mit den Röhrenblüten-Modellen vorgestellt wurde.²⁷⁵ Neben den theoretischen und didaktischen Hintergründen findet sich dort auch eine Anleitung zur Herstellung der Blütenmodelle. Da die Blumenmodelle viele Lernmöglichkeiten eröffnen, sind noch weitere Unterrichtskonzepte in Planung, die insbesondere die Evolution spielerisch sicht- und greifbar machen sollen.

Die Evolution der blütenökologischen Modelle wird auch nach diesem Abschluss der Diplomarbeit ein persönliches Anliegen bleiben.

²⁷⁵ Vgl. LAMPERT, PANY & KIEHN 2012. Die vorläufige Version ohne Abbildungen befindet sich im Anhang auf S. 207ff.

QUELLENVERZEICHNIS

Bücher des Schulbuchvergleichs

ARIENTI, Henriette / GRIDLING, Helga / KATZENSTEINER, Klaus: *ganz klar: Biologie 1*. Wien: Jugend & Volk, 2008.

BIEGL, Christine-Eva: *Begegnungen mit der NATUR 1*. Wien: Österreichischer Bundesverlag, 2011.

GEREBEN-KRENN, Barbara-Amina / JAENICKE, Joachim / JUNGBAUER, Wolfgang: *Bio logisch 1*. 7. Auflage. Wien: E. Dornier, 2010.

JILKA, Susanne / KADLEC Vera: *Bio Top 1*. 1. Auflage 2009. Wien: Österreichischer Bundesverlag, 2009.

KUGLER, Robert: *BIO BUCH 1*. Nachdruck 2006. Wien: Niederösterreichisches Pressehaus, 2006.

ROGL, Helga / BERGMANN, Laura: *Biologie aktiv 1*. 3. Auflage. Graz: Leykam, 2005.

SCHULLERER, Peter / KARL, Peter / BURGSTALLER, Johann: *Biologie & Umweltkunde*. 6. Auflage. Wien: Veritas, 2005.

Sekundär-Literatur

Literatur der fachlichen Klärung

BARTH, Friedrich G.: *Biologie einer Begegnung*. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt, 1982.

BRESINSKY, Andreas u. a.: *Strasburger – Lehrbuch der Botanik*. 36. Auflage. Heidelberg: Spektrum, 2008.

FISCHER, Manfred A. / OSWALD, Karl / ADLER, Wolfgang: *Exkursionsflora für Ös-*

terreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. Auflage. Linz: Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, 2008.

HESS, Dieter: *Die Blüte. Eine Einführung in Struktur und Funktion, Ökologie und Evolution der Blüten*. Stuttgart: Ulmer, 1983.

HESS, Dieter: *Systematische Botanik*. Stuttgart: Eugen Ulmer, 2005.

HINTERMEIER, Helmut und Margit: *Blütenpflanzen und ihre Gäste*. München: Obst- und Gartenbauverlag, 2002.

KNOLL, Fritz: *Die Biologie der Blüte*. Berlin: Springer, 1956.

KNUTH, Paul: *Handbuch der Blütenbiologie*. Leipzig: Engelmann, 1898.

LEINS, Peter: *Blüte und Frucht. Aspekte der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie*. Stuttgart: Schweizerbart, 2000.

VOGEL, Stefan: *Betrug bei Pflanzen: Die Täuschblumen*. Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse Jahrgang 1993, Nr. 1. Stuttgart: Franz Steiner, 1993.

Didaktik-Literatur

BAALMANN, Wilfried et al.: *Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung - Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion*. In: ZfDN, 10/2004, S. 7-28.

DUIT, Reinders: *Ziele für den naturwissenschaftlichen Unterricht – Anspruch und Realität*. In: Plus Lucis, 1/1997, 3-13.

DUIT, Reinders / TREAGUST, David F.: *Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning*. In: International Journal of Science Education, 25. Jahrgang, 6/2003, S. 671-688.

ESCHENHAGEN, Dieter / KATTMANN, Ulrich / RODI, Dieter: *Fachdidaktik Biologie*. 5. Auflage, Köln: Aulis-Verlag Deubner, 2001.

GRAF, Erwin (Hrsg.): *Biologiedidaktik für Studium und Unterrichtspraxis*. Donauwörth: Auer, 2004.

GROPENGIESSER, Harald: *Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung*. In: MAYRING, Philipp / GLÄSER-ZIKUDA, Michaela (Hrsg.): *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim, Basel, 2003. S. 172-189.

GROPENGIESSER, Harald / KATTMANN, Ulrich / KRÜGER, Dirk: *Biologiedidaktik in Übersichten*. Köln: Aulis-Verlag Deubner, 2010.

HIDI, Suzanne / RENNINGER, K. Ann: *The Four-Phase Model of Interest Development*. In: *Educational Psychologist*, 41. Jahrgang, 2/2006, S. 111-127.

KATTMANN, Ulrich / DUIT, Reinders / GROPENGIESSER, Harald / KOMOREK, Michael: *Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion*. In: *ZfDN*, 3/1997, S. 3-18.

KILLERMANN, Wilhelm et al.: *Biologieunterricht heute / Eine moderne Fachdidaktik*. 12. aktualisierte Auflage, Donauwörth: Auer, 2008.

KRAPP, Andreas / HIDI, Suzanne / RENNINGER, K. Ann: *Interest, learning and development*. In: RENNINGER, K. Ann / HIDI, Suzanne / KRAPP, Andreas (Hrsg.): *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1992, S. 3-25.

KRAPP, Andreas: *Entwicklung und Förderung von Interesse im Unterricht*. *Psychologie, Erziehung, Unterricht*, Jahrgang 44, 1998, S. 185-201.

KRAPP, Andreas: *Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations*. In: *Learning and Instruction*, 15/2005, S. 381–395.

KRÜGER, Dirk / JOHANNSEN, Maren: *Schülervorstellungen zur Evolution*. *Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster*, IDB, 14, 2005, 23-48.

KRÜGER, Dirk / VOGT, Helmut (Hrsg.): *Theorien in der biologiedidaktischen For-*

schung / *Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 2007.

KRÜGER, Dirk: *Die Conceptual Change-Theorie*. In: KRÜGER, Dirk (Hrsg.) / VOGT, Helmut (Hrsg.): *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin / Heidelberg / New York, 2007, S. 81-92.

LAMPERT, Peter / PANY, Peter / KIEHN, Michael: *Blütenökologie - „Blüte, Blume – wo ist denn da der Unterschied?“*. In: *Unterricht Biologie*, 375, 2012. In Druck.

LINDEMANN-MATTHIES, Petra: *‘Loveable’ mammals and ‘lifeless’ plants: how children’s interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature*. In: *International Journal of Science Education (IJSE)*, 6/2005, S. 655-677.

MAYRING, Philipp / GLÄSER-ZIKUDA, Michaela (Hrsg.): *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim, Basel: Beltz, 2003.

OTTENI, Martin: *Betrachten und Interpretieren*. In: RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.): *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin, 2010. S. 76-78, (zit. 2010a).

OTTENI, Martin: *Beobachten*. In: RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.): *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin, 2010. S. 79-84, (zit. 2010b).

ROTH, Gerhard: *Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?*. In: *REPORT*, 26. Jahrgang, 3/2003, S. 20-28.

RUPPERT, Wolfgang / SPÖRHASE, Ulrike (Hrsg.): *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 2010.

SANDERS, Dawn L.: *Making Public the Private Life of Plants: The contribution of informal learning environments*. In: *International Journal of Science Education (IJSE)*, 10/2007, S. 1209-1228.

SCHMIEMANN, Philipp: *Modelle und Modellbildung*. In: RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.): *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin, 2010. S. 103-106.

SIEBERT, Horst: *Das Anregungspotenzial der Neurowissenschaften*. In: REPORT, 26. Jahrgang, 3/2003, S. 9-13.

SPÖRHASE, Ulrike: *Wider den Methodensalat – für eine Klassifikation von Methoden*. In: RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.): *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 2010, S. 11-19, (zit. 2010a).

SPÖRHASE, Ulrike: *Zeichnen*. In: RUPPERT, Wolfgang (Hrsg.): *Biologie Methodik / Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin, 2010. S. 145-153, (zit. 2010b).

STRGAR, Jelka: *Increasing the interest of students in plants*. In: *Journal of Biological Education (JBE)*, 42. Jahrgang, 1/2007, S. 19-23.

STRIKE, Kenneth A. / POSNER, George J.: *A Revisionist Theory of Conceptual Change*. In: DUSCHL, Richard A. / HAMILTON, Richard J. (Hrsg.): *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. New York, 1992, S. 147-176.

VOGT, Helmut: *Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses*. In: KRÜGER, Dirk / VOGT, Helmut (Hrsg.): *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin / Heidelberg / New York, 2007, S. 9-20.

WANDERSEE, James H.: *Plants or animals – which do junior high school students prefer to study?* In: *Journal of Research in Science Teaching*, 23. Jahrgang, 5/1986, S. 415-426.

WANDERSEE, James H. / SCHUSSLER, Elisabeth E.: *Preventing Plant Blindness*. In: *The American Biology Teacher*, 61. Jahrgang, 1999, S. 82-86.

WIDODO, Ari / DUIT, Reinders: *Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Ler-*

nen und die Praxis des Physikunterrichts. In: ZfDN, 10. Jahrgang, 2004, S. 233-255.

Onlinequellen

DOBZHANSKY, Theodosius. 1976. *Nothing in Biology Makes Sense except in the Light of Evolution*. In: The American Biology Teacher, Vol. 35, No. 3 (März, 1973), S. 125-129. Online abrufbar unter: <http://www.jstor.org/stable/4444260> [aufgerufen am 25.7.2011]

DRESING, Thorsten / PEHL, Thorsten: Praxisbuch Transkription. Regelsysteme, Software und praktische Anleitungen für qualitative ForscherInnen. 3. Auflage. Marburg, 2011. Online abrufbar unter: www.audiotranskription.de/praxisbuch [aufgerufen am 20.11.2011].

Lehrplan Biologie und Umweltkunde für die Unterstufe; online abrufbar unter: www.bmukk.gv.at/medienpool/779/ahs5.pdf [aufgerufen am 21.4.2011].

Lehrplan Biologie und Umweltkunde für die Oberstufe; online abrufbar unter: www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf [aufgerufen am 15.4.2011].

Fotos, die im Rahmen der Interviews verwendet wurden:

Apfelblüte:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DSCF4435.JPG?uselang=de> [aufgerufen am 19.12.2011].

Angraecum sesquipedale:

<http://www.flickr.com/photos/aeranthos/4118726318/sizes/l/in/pool-17017137@N00/> [aufgerufen am 19.12. 2011].

Xanthopan morgani:

http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:NHM_Xanthopan_morgani.jpg&filetimestamp=20100328142753 [aufgerufen am 19.12.2011].

ANHANG

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde das Thema Blütenökologie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion untersucht und didaktisch aufbereitet. In der fachlichen Klärung wurden die besonders „unterrichtsrelevanten“ Teilgebiete kritisch herausgearbeitet. In einem weiteren Arbeitsschritt wurden die Vorstellungen von sieben Schülerinnen der 1. Klasse Unterstufe (5. Schulstufe) mithilfe qualitativer Leitfadensorientierter Interviews erhoben. Die Interviews wurden in Folge nach den Regeln der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Die herausgefilterten Konzepte und Denkfikturen der SchülerInnen liefern einen für den Unterricht wertvollen Anhaltspunkt über vorhandene Vorstellungen und Probleme der SchülerInnen in Bezug auf Blütenökologie und Bestäubung. Auf der Basis der fachlichen Klärung und der Schülervorstellungen erfolgt die Präsentation eines Unterrichtsmodells, das für die Durchführung in Schulen oder botanischen Gärten geeignet ist. Kernstück des Unterrichtsentwurfs ist der Einsatz von selbst gefertigten blütenbiologischen Modellen und dazugehörigen Arbeitsaufträgen.

Abstract

This thesis looks at floral ecology and pollination, using the methods of Educational Reconstruction. It provides proposals to teach these topics in school lessons. In the first part, the focus lies on various aspects of floral ecology and pollination considered most relevant. The second part presents the individual ideas and concepts of seven 11-year-old pupils who were interviewed for that purpose. Those interviews were then analyzed according to qualitative content analysis and the findings are used as teaching-related reference points for existing ideas or misconceptions. On the basis of both the pupils' ideas and professional explanations of this topic a teaching model is developed which can be used in schools as well as in botanic gardens. The centerpiece of this model is the use of self-made models of various flowers connected with specific tasks.

Interviewleitfaden

Einstieg: Bei meiner Diplomarbeit geht es um das Thema Bestäubung und welche Vorstellungen du dazu besitzt.

BEGRIFFSKLÄRUNG

1. Hast du schon einmal von der Bestäubung gehört?
2. Wo genau hast du diesen Begriff bzw. dieses Thema schon einmal gehört?
3. Was glaubst du passiert da?
 - 3.1. Was ist wichtig dabei?
4. Welche Begriffe verbindest du mit dem Thema Bestäubung?
 - 4.1. Was stellst du dir unter diesen Begriffen vor?

ABLAUF DER BESTÄUBUNG

5. Wie stellst du dir den Ablauf der Bestäubung vor?
6. Welche Rolle spielen dabei die vorher genannten Begriffe (aus Frage 4)?

TIERBESTÄUBUNG IM DETAIL

7. Hast du schon einmal beobachtet, wie Tiere die Blumen besuchen?
8. Welche Tiere sind dir da besonders aufgefallen?
9. Welche Eigenschaften dieser Blütenbesucher kennst du? Was sind für dich die wichtigsten Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten?
10. Aus welchem Grund glaubst du besuchen die Tiere die Blumen?

INTERAKTIONEN zwischen TIEREN & PFLANZEN

11. Wie erklärst du dir die unterschiedlichen Farben und Düfte der Blumen?
12. Wie erklärst du dir, dass die Blumen bzw. Blüten so unterschiedlich geformt sind?
13. Wie stellst du dir eine Nektarsuche bei Insekten vor? Beschreibe einen Sammelflug eines Insekts, so wie du dir das vorstellst.
 - 13.1. Warum glaubst du läuft ein Flug so ab?
 - 13.2. Wechselt das Insekt in deiner Vorstellung die Pflanzen oder bleibt es bei einer Art?
 - 13.3. Wie wirkt sich deiner Meinung nach das Verhalten des Insekts auf die Pflanzen / die Bestäubung aus?

BEWERTUNG TIER- bzw. WINDBESTÄUBUNG

14. Kennst du weitere Formen der Bestäubung? Wenn ja, welche?

- 14.1. Falls mehrere genannt werden: Worin glaubst du, liegt der Unterschied zwischen diesen Bestäubungsformen?
- 14.2. Falls Wind- und Tierbestäubung genannt werden: Worin unterscheiden sich deiner Meinung nach Pflanzen, die durch den Wind bestäubt werden, von denen, die durch Tiere bestäubt werden? Welche Unterschiede könnte es geben?
15. Glaubst du, dass es bei Windbestäubung Vor- bzw. Nachteile im Vergleich zur Tierbestäubung gibt? Welche könnten das sein?
16. Windbestäubte Pflanzen produzieren keinen Nektar und ersparen sich dadurch diese Ressourcen. Hast du Ideen dazu, wieso es dennoch so viele Pflanzen gibt, die Nektar produzieren?
17. FOTO: *Angraecum sesquipedale* und *Xanthopan morgani* als einzig bekannter Besucher + Vergleich mit einer scheibenförmigen Blüte.
- 17.1. Welche Eigenschaften haben die beiden gezeigten Blüten deiner Meinung nach?
- 17.2. Wo liegen für dich die Unterschiede, wo die Gemeinsamkeiten?
- 17.3. Wie wirkt sich das auf die besuchenden Tiere aus?
- 17.4. Versuche eine Erklärung zu finden, wie sich solch extreme Röhrenlängen bzw. Rüssellängen entwickeln konnten.

Apfelblüte & *Angraecum sesquipedale*



Xanthopan morgani

Xanthopan morgani
(WALKER, 1856)



Arbeitsauftrag 1 - Handeln wie ein Insekt

Welches Insekt bin ich:

Wie hat mich die Blume angelockt?

- Farbe:
- Duft / Geruch:
- Skizziere kurz den ungefähren Aufbau:

- Was erhoffe ich mir von der ausgewählten Blume?

Wie könnte die Bestäubung ablaufen? (Tipp 1: Denke an die besprochenen Modelle; Tipp 2: Beobachte Insekten, die die Blume gerade besuchen!)

Passt die Blume, die du dir ausgesucht hast, zu dir als Bestäuber? Erkläre warum / warum nicht!

An welche Bestäuber ist die Blume angepasst? Begründe deine Antwort

Stelle deine Blume den anderen Insekten vor und versuche sie von deiner Auswahl zu überzeugen!

Arbeitsauftrag 1 für ältere SchülerInnen

ARBEITSAUFTRAG

Mein Insekt ist:

Eigenschaften der gewählten Blume:

→ Farbe:

→ Duft / Geruch:

→ Skizziere kurz den ungefähren Aufbau:

→ Warum würde dein Insekt die ausgewählte Blume besuchen?

Wie könnte die Bestäubung ablaufen? (Tipps: Denke an die besprochenen Modelle und beobachte Insekten, die deine Pflanze gerade besuchen)

Passt dein Insekt als Bestäuber zu der Blume, die du dir ausgesucht hast? Erkläre warum / warum nicht!

An welche Bestäuber ist die Blume angepasst? Begründe deine Antwort

Stelle deine Blume den anderen vor!

Arbeitsauftrag 2 - Ein Blumenvergleich

Arbeitsauftrag: Du (in der Rolle deines Insekts) möchtest einige neue Blumen kennen lernen. Wähle dazu drei möglichst verschiedene Blumen aus und untersuche sie (Tabelle). Überlege welche davon am besten zu dir passt. Stelle diese Blume am Schluss den anderen Insekten vor und begründe, warum du sie den anderen beiden vorziehst!

Welches Insekt bin ich:

	Blume 1	Blume 2	Blume 3
Farbe:			
Duft:			
Kurze Skizze des Aufbaus:			
Was bietet diese Blume:			
Welche Bestäuber passen zu der Blume?			
Beschreibe kurz wie die Bestäubung ablaufen könnte!			

Arbeitsauftrag 3 - Gartenrallye zur Blütenökologie

Arbeitsauftrag: Suche je eine Pflanze, deren Blume einem der vorher besprochenen Blumentypen (Korb, Hebelmechanismus, trichterförmige Blüte, scheibenförmige Blüte) Halte für jede dieser Pflanzen folgende Informationen fest:

	Pflanze 1	Pflanze 2	Pflanze 3	Pflanze 4
Name (siehe Schild):				
Blumentyp:				
Farbe:				
Kurze Skizze:				
Welche Insekten können diese Blume besuchen?				
Was kann das Insekt bei der Blume holen?				
Beschreibe kurz wie die Bestäubung ablaufen könnte!				

Falls du eine Blume findest, die du keinem der bekannten Blumentypen zuordnen kannst, bring sie zur Nachbesprechung mit!

Transkript – Interview Alex

- 1 I: Hast du schon einmal vom Thema Bestäubung gehört? #00:00:02-0#
- 2 B1: Ja, das hatten wir in der 4. Klasse Volksschule. #00:00:04-2#
- 3 I: Ah, OK gut, und was fällt dir dazu jetzt noch ein? #00:00:07-1#
- 4 B1: Also die Blütenbestäubung, ja vielleicht als erstes, dass da irgendwie dadurch die
5 Blüten sich... mehr, also mehr werden, also mehr von einer Blumenart das werden. Zum
6 Beispiel der Löwenzahn, wo man das ganz genau merkt, wenn die dann nachher, wo
7 das dann so fein wird und das wegblasen kann. Ja, das ist... #00:00:24-5#
- 8 I: Ja, dann können wir... wie läuft das ab so etwas? #00:00:27-6#
- 9 B1: Also ich glaube für manche Blumen werden auch mit Bienen die Bestäubung, ein-
10 fach das ist... Da wird das abgenommen und zur nächsten Blume getragen. Und so
11 kommt das in den Umlauf. Beim Löwenzahn wird das halt in verschiedene, also wenn
12 der Wind bläst und dann gehen die Samen weg und kommen, ja zu anderen Dingen.
13 Darum ist Löwenzahn weit verbreitet. #00:00:49-3#
- 14 I: Ja ok gut. Du hast gehabt einmal Bienen. Was für Möglichkeiten gibt es sonst noch,
15 außer den Bienen? #00:00:54-4#
- 16 B1: Bienen. Ja, manche Käfer gehen. Dann Kolibris machen das auch. Und der Wind ist
17 halt auch ein Faktor, der das macht glaube ich. #00:01:04-7#
- 18 I: Ja. Ok gut, ja. Und welche Begriffe verbindest du mit dem Thema Bestäubung? Was
19 fällt dir da ein? #00:01:09-6#
- 20 B1: Ich verbinde Blumen, Tierwelt, ja Verbreitung, wie sich das verbreitet. (...) Insekten,
21 die das essen. #00:01:19-5#
- 22 I: Ja. #00:01:20-3#
- 23 B1: Vögel. #00:01:21-2#
- 24 I: Ok gut, ja. Ja. Wie stellst du dir den Ablauf vor, wie läuft so eine Bestäubung ab? Wie
25 passiert das? #00:01:28-3#
- 26 B1: Also ich glaub, dass es beim Löwenzahn ist so eine Bestäubung ja relativ leicht. Es
27 bläst der Wind weg. Bei anderen Blumen, wie (...) ja wie bei anderen Blumen, wenn zum
28 Beispiel da gehen die Tiere rein und versuchen hier den Nektar und es bleibt dann hän-
29 gen und es geht dann weiter. #00:01:43-6#
- 30 I: Was bleibt da hängen, dort? #00:01:45-0#
- 31 B1: Nektar. Nein, dieser Staub, dieser gelbe Staub meistens. Der schaut so aus, so
32 ganz fein. #00:01:52-8#
- 33 I: Ja, und was glaubst du, was braucht man für die Bestäubung? Was ist da wichtig?

34 #00:01:56-5#

35 B1: Eine Blume, damit das irgendwie mal rauskommt. Und ja, manchmal auch Tiere,
36 zum Beispiel jetzt eben die Biene, damit sie das macht, oder einen Käfer. (...) Und
37 Glück, dass es auch an einen Ort kommt, wo es einmal regnet und nicht unbedingt das
38 trockenste ist. #00:02:15-1#

39 I: Ok, sehr gut. Jetzt hast du eh schon viel gesagt. Hast du schon einmal beobachtet, so
40 eine Wiese, wie Tiere Blumen besuchen? #00:02:22-6#

41 B1: Also ich habe einmal, ich habe einmal vor einiger Zeit hatte ich einmal eine Zeit und
42 da habe ich halt geschaut, wo dann die ganzen, (..) die ganzen Tiere, wenn die zum
43 Beispiel jetzt ihre, ihre Blumen... Wenn ich zum Beispiel mal Bienen habe ich zuge-
44 schaut, wie sie die ganzen Sachen nehmen und zur nächsten Blume fliegen und sich
45 da... Oder Schmetterlinge. #00:02:41-1#

46 I: Ja, ist dir da was aufgefallen etwas Besonderes? #00:02:43-7#

47 B1: Dass sie meistens in einer Blume, die noch meistens relativ frisch aussieht, länger
48 bleiben, als in einer die weniger frisch ist, aussieht. #00:02:51-6#

49 I: Warum glaubst du ist das so? #00:02:52-8#

50 B1: Naja, weil in einer weniger frischen wahrscheinlich weniger Nektar ist, den sie holen
51 können als in einer frischen. #00:02:59-4#

52 I: Ja, gut ja. Welche Tiere sind dir da besonders aufgefallen? Auffällige? #00:03:04-7#

53 B1: Schmetterlinge, Bienen, hauptsächlich, weil die schon oft sind. Dann manchmal
54 sieht man auch einen Käfer der das versucht, oder so kleinere Insekten. Nur so groß
55 [B1 deutet mit Fingern kleine Größe an], ganz mini. #00:03:16-4#

56 I: Super, ja. Und, ja. Und was für Eigenschaften kennst du von den Blütenbesuchern?
57 Also wie... #00:03:22-7#

58 B1: Von der Biene halt, dass sie meistens die, das holt, und das aber auch verteidigt,
59 wenn sie es dann in den Bau schaffen. Und sich selber auch verteidigt und opfert. Und
60 vom Schmetterling halt, dass der meistens aber nicht das mitnimmt sondern gleich mit,
61 also dort schon zu sich nimmt, und nicht irgendwie nach Hause. Und dann eher frei, und
62 dann wieder was isst. #00:03:43-9#

63 I: Ja. Gut, ja. Welchen Grund gibt es für die Tiere zum die Blumen besuchen glaubst
64 du? #00:03:49-4#

65 B1: Für die Biene ist es ja sehr praktisch, weil die gewinnen aus dem Nektar den Honig
66 und ja für... für viele, viele Tiere ist es auch ein Nahrungsmittel, zum Beispiel jetzt der
67 Kolibri lebt ja praktisch von dem. #00:04:02-4#

68 I: Genau, gut. Und wenn du auf so einer Wiese warst, ist dir sicher aufgefallen, es gibt
69 ganz viele verschiedenen Farben dort von den Blumen. Warum glaubst du gibt es so
70 unterschiedliche Farben? #00:04:12-4#

71 B1: (..) Das kann sein, dass wegen (..) Ja also ich glaube dass vom Löwenzahn, ja, das
72 kann wegen irgendwas, was sie zu sich nehmen. #00:04:22-8#

73 I: Was meinst du, was sie zu sich nehmen? #00:04:25-7#

74 B1: Ja, irgendwie Moleküle dass die dann, was machen. Oder Atome, die da irgendwel-
75 che Färbungen auswirken, wie beim, bei, bei dem einen Vogel der auch rosa wird, erst
76 wenn er Krebse frisst. So... #00:04:40-9#

77 I: Flamingo? #00:04:41-3#

78 B1: Ja, der Flamingo. Oder, (..) ja. Also das ist jetzt nicht wichtig. Und... #00:04:46-5#

79 I: Ja, warum glaubst du gibt es so viele verschiedene Farben? Kann das einen Grund
80 haben? #00:04:51-8#

81 B1: Vielleicht, dass die Bienen Dinge auseinander scheiden können, dass halt... Das
82 glaube ich aber nicht so unbedingt (4). #00:05:01-1#

83 I: Aber du hast gesagt den Löwenzahn, hast du jetzt schon öfters gesagt eben. Der ist ja
84 gelb eben, aber es gibt ja Primeln, die ist auch noch gelb. Wie erklärst du dir die unter-
85 schiedlichen Formen? Es gibt ja ganz unterschiedliche Formen auch. #00:05:10-6#

86 B1: Ich glaube das ist eher vom Wachstum und irgendwie, wie sie die Sonne haben wol-
87 len. Dadurch nehmen sie das. Und ja, es gibt ja auch die Sonnenblume, die ist ja ganz
88 groß und das wird, er ist außen gelb und innen eher grün. Ich glaube das ist einfach je
89 nachdem, wie sie die Sonne haben möchten. #00:05:31-0#

90 I: Ok, ja. #00:05:31-7#

91 B1: Weil die Sonnenblume neigt sich ja auch, wenn da die Sonne herscheint, dann geht
92 sie immer zur Sonne hin. #00:05:35-7#

93 I: Genau, also du glaubst die Blütenform hängt mit der... #00:05:37-9#

94 B1: Mit der Sonneneinstrahlung. #00:05:39-6#

95 I: Mit der Sonne zusammen. Ok, und jetzt, stell dir mal vor, so eine Nektarsuche, ein
96 Insekt ist ja auf Nektarsuche. Wie läuft so ein Flug ab, wie stellst du dir das vor?
97 #00:05:49-5#

98 B1: Also ich stelle mir das so vor, dass das Insekt ungefähr jetzt fliegt und einfach riecht,
99 wo etwas Gutes ist und es dann dahin fliegt und probiert eben das mitzunehmen. Oder
100 sofort nimmt, zu sich nimmt. #00:06:03-4#

101 I: Und wo fliegt es danach hin, also wenn es jetzt einmal schon eine Blume besucht hat?
102 #00:06:06-3#

103 B1: Also die, zum Beispiel die Biene fliegt dann, nimmt möglichst viel mit und fliegt dann
104 nach Hause. Der Kolibri, ja, der fliegt in sein Nest. Und ja, ein Schmetterling der fliegt
105 zur nächsten Blume, weil der isst das ja sofort und hat das dann bei sich. #00:06:21-6#

106 I: Also, und was macht die Biene. Fliegt es zu einer Blume hin und was macht es dann?
107 #00:06:24-4#

108 B1: Und nimmt den Nektar mit ihren Füßen irgendwie auf und bringt es zu ihrem, ihrer
109 [UNVERSTÄNDLICH] ihrer Wabe zurück, wo sie dann das alles zurückbringen.
110 #00:06:33-3#

111 I: Ok, ja. Und, ja. In deiner Vorstellung jetzt, wenn so ein Insekt besucht eine Pflanze,
112 also irgend eine Blume. Bleibt es dann bei derselben Art oder wechselt es die Arten?
113 Wie glaubst du? #00:06:46-9#

114 B1: Also Bienen habe ich jetzt meistens bei eher, eher jetzt stark riechenden Blumen,
115 auch schon für Menschen. Gibt es ja, riecht ja der Löwenzahn auch schon relativ stark.
116 Sieht man die meisten halt sowas, die jetzt das richtig sammeln. Aber ich glaube, richtig,
117 manche wechseln zum Beispiel. Aber die, wenn sie zum Beispiel eine Wiese jet13zt ge-
118 funden haben, wo eine Blumenart häufig wächst, glaube ich wechseln sie jetzt nicht un-
119 bedingt auf der Wiese herum, zwischen den Bienen-, Blumenarten. #00:07:14-7#

120 I: Und warum glaubst du machen das Insekten, die Insekten das so? #00:07:17-5#

121 B1: Also das glaube ich deswegen, dass die einfach auf manches angepasst sind und
122 einfach daran gewöhnt sind, dass sie nur das essen. #00:07:26-4#

123 I: Was meinst du mit angepasst? #00:07:28-0#

124 B1: Angepasst in dem Sinne, dass sie an dieses Nahrungsmittel einfach das schon ein-
125 fach ihr Magen dafür gedacht ist. Genauso wie wir Allesfresser sind und ziemlich alles
126 runter kriegen, kriegen die eben nur bestimmte Sachen hinunter. #00:07:40-4#

127 I: Interessant, gut. Du hast vorher schon gesagt, es gibt andere Formen der Bestäubung
128 noch. #00:07:47-1#

129 B1: Ja. #00:07:47-9#

130 I: Also, welche hast du da zum Beispiel aufgezählt gehabt? #00:07:49-6#

131 B1: Zum Beispiel der Löwenzahn, wenn der Wind bläst dass die Samen da weggehen
132 und (4) Bei den Kernen von der Sonnenblume, wo die Vögel das Essen manchmal dann
133 einfach runterschmeißen, bestimmte Dinge. #00:08:06-5#

134 I: Ja. Tja, wo ist der Unterschied zwischen zwei Formen, also wenn du jetzt den Wind
135 hast und Tiere hast als Bestäubungsfaktor? #00:08:15-8#

136 B1: Also ich glaube der Wind verbläst das halt weiter bestimmte Dinge. Während ja, OK,
137 der Vogel weiß jetzt, ja manches behält er länger bei sich, manches weniger lange. Das
138 Eichhörnchen ist jetzt für Bäume zum Beispiel wichtig und es ist eben die Biene auch
139 wichtig, weil die verliert immer etwas, ein bisschen etwas. Also ich glaube ziemlich wild
140 ist, dass das also der Wind bringt das schon relativ weit. Darum ist auch Löwenzahn so
141 weit ausgebreitet. Den gibt es fast überall. #00:08:42-3#

142 I: Ok, ja. Also ist das... Für dich, also Bestäubung und Samen wie hängt das zusam-

143 men? #00:08:50-5#

144 B1: Bestäubung und Samen hängen zusammen, dass die Samen dadurch entstehen,
145 also sie sind ja bestäubt. Werden ja erst... Ein Same wird ja erst dadurch eine richtige
146 Blume, dass er bestäubt wurde als erstes. Da muss er ja schon (...) Also die Bestäu-
147 bung, da geht ein bisschen von der Biene ab, dann wird das zu einer Art Same in der
148 Erde und das wächst dann wieder zu einer Blume. #00:09:14-4#

149 I: Ok gut, ja. Dann, ja. Wenn du jetzt zwei Pflanzen hast: Also eine wird durch Wind be-
150 stäubt und eine wird durch Tiere bestäubt, worin unterscheiden sich die für dich? Was
151 würdest du sagen? #00:09:27-1#

152 B1: Also mich... Also unterscheiden tun sie sich für mich, dass sie, dass sie meistens,
153 dass die vom Wind bestäubten, wie der Löwenzahn, die Samen richtig vom Löwenzahn
154 werden ja kaum von der Biene mitgenommen, sondern eben nur der Nektar noch. Son-
155 dern von... Wenn Tiere das mitnehmen glaube ich einfach, dass es meistens manchmal
156 weiter kommt, manchmal weniger weit. Und beim Wind ist es ja eben ganz unterschied-
157 lich, da weiß man überhaupt nie, wie weit es kommt. Je nachdem, wie stark der jetzt
158 bläst. #00:09:55-4#

159 I: Ja. Und, was für Vor- und Nachteile könnte es da geben? #00:09:59-4#

160 B1: Vor- und Nachteile... (I: Also zwischen...) Nachteil ist beim Wind jetzt zum Beispiel,
161 dass es ja, wenn es in einen Regen kommt, dass dieser Same meistens dann irgendwie
162 entweder überschwemmt wird. Und Nachteil, ja manch... Es ist nicht ganz sicher, ob
163 jetzt unbedingt der Vogel sich entscheidet, dass er diesen Samen jetzt nicht haben
164 möchte. Oder bei der Biene fliegt ja meistens relativ wenig Nektar hinunter(..) Was sie
165 dann mitnimmt. #00:10:23-3#

166 I: Gut, dann haben wir die Vor- und Nachteile.(4) Genau, windbestäubte Pflanzen gibt
167 es ja viele, die produzieren gar keinen Nektar. Warum gibt es trotzdem so viele Pflanzen
168 die Nektar produzieren? Was glaubst du? #00:10:41-7#

169 B1: Nektar produzieren, ich glaube das ist einfach so angepasst, dass die Tierwelt über-
170 lebt. Zum Beispiel die Biene braucht ja unbedingt so was, oder der Kolibri, weil sonst
171 würden die ja nicht überleben. Aber (...) so richtig Nektar produzieren, weil manche die
172 nicht Nektar produzieren, werden ja nur vom Wind vertragen. Die kommen wenn der
173 Wind nicht stark bläst nicht so weit. Wobei das mit dem Nektar, weil eine Biene manch-
174 mal mehrere Kilometer zurücklegt, dass eine Pflan... eine Pflanze ja schon ziemlich weit
175 reisen kann. #00:11:11-7#

176 I: Ok, ja. (..) Gut, dann habe ich noch zum Abschluss zwei Fotos für dich [Interviewer
177 legt zwei Fotos von einer Apfelblüte und von Angraecum sesquipedale auf den Tisch]
178 Und zwar von zwei ganz verschiedenen Blüten, das eine ist eine Blüte von einem Apfel
179 [Interviewer deutet auf Foto mit der Apfelblüte], die hast du sicher schon einmal gese-
180 hen. #00:11:25-8#

181 B1: Ja, das hab ich schon gesehen. #00:11:26-4#

182 I: Und das da was etwas exotisch ist, ist so eine Orchidee. Da ist oben die Blüte [Inter-

183 viewer deutet auf Tepalen der Orchidee] und da geht es da rein in so eine Röhre bis da
184 nach unten. [Interviewer verfolgt mit dem Finger den Sporn] Worin unterscheiden sich
185 die zwei für dich? #00:11:36-9#

186 B1: Also die [Alex deutet mit dem Finger auf das Foto mit der Apfelblüte] unterscheidet
187 sich für mich, dass sie relativ offen ist und so eine Mulde hat, dass zum Beispiel wenn
188 jetzt da Wasser drauf kommt, dass es in die Blüte rinnt und sofort das zusammen
189 kommt. Und die [Alex deutet mit dem Finger auf das Foto von Angraecum sesquipedale]
190 dass das so (...) Dass sie ja wie ein Stern aussieht und nur kleine Sachen hat und der
191 Regen ja da so richtig runtertropft und nicht so drauf bleibt. #00:12:00-1#

192 I: Und wie stellst du dir vor, läuft da die Bestäubung ab? Was für Tiere würden da pas-
193 sen? Oder... #00:12:03-6#

194 B1: Also da [Alex deutet auf das Foto mit der Apfelblüte] ist es ziemlich sicher die Biene,
195 glaube ich, weil das ist einfach offen, da kann die Biene auch leicht hin. Und da [Alex
196 deutet auf das Foto von Angraecum sesquipedale], da weiß ich jetzt nicht so richtig, was
197 für ein Tier hindurchgehen könnte. Ich glaube es ist keine Windbestäubung, weil das ist nicht
198 so offen genug, dass der da hinkommt. (...) Es sollte vielleicht irgendein Tier sein, dass
199 da reinkrabbelt und das sich dann mitnimmt. #00:12:23-6#

200 I: Und was stellst du dir vor, was für ein Tier könnte das sein? #00:12:26-2#

201 B1: Ein kleiner... Ein kleines Insekt. #00:12:29-0#

202 I: Also, der Nektar, ich kann dir so einen Hinweis geben, befindet sich da ganz unten
203 drinnen eben. #00:12:34-0#

204 B1: Also muss es ein Tier sein, dass irgendwie entweder das da unten aufmacht oder
205 irgendwie da runter kriecht. Was aber nicht funktioniert, weil ich glaube das kommt da
206 kaum runter. #00:12:43-0#

207 I: Was für Möglichkeiten könnte es noch geben? [UNVERSTÄNDLICH] #00:12:46-8#

208 B1: Also, dass der das einfach da oben aufbeißt und dann irgendwie anders das mit-
209 nimmt. (I: Ja, stimmt.) Oder wartet. Und... Oder dass er einfach das Ganze da irgendwie
210 in der Nähe abzwickt und mitnimmt den ganzen Stängel. Was ich aber nicht so glaube,
211 weil das ist fast ziemlich, wahrscheinlich ziemlich schwer. #00:13:04-5#

212 I: Ja, genau. Aber... Wie erklärst du dir... Du hast ja gemeint, dass da also Bienen zum
213 Beispiel oder andere Insekten eben [Interviewer deutet auf Foto von der Apfelblüte] und
214 da kommen nur ganz wenige hin [Interviewer deutet auf Angraecum sesquipedale]. O-
215 der? #00:13:14-9#

216 B1: Da hier [Alex deutet auf die Blüte von Angraecum sesquipedale] das nicht so offen
217 ist zum Landen und das unten ist und da bräuchte man ja einen Kolibri, der ziemlich
218 schnell fliegt, damit er nicht abstürzt, während er sich da beschäftigt. Da [Alex deutet mit
219 dem Finger auf das Foto mit der Apfelblüte] können sie landen und in Blüten da hat man
220 ja da, an diesem Grünen [Alex deutet auf das Zentrum der Apfelblüte] hat man ja da,
221 leicht ist, wo man landen kann und das dann mitnimmt. Aber da, da [Alex deutet auf die

222 Blüte von *Angraecum sesquipedale*] ist keine Landemöglichkeit. #00:13:34-9#

223 I: Aber wie erklärst du dir, dass es so Blüten gibt, die irgendwie ganz viele Besucher
224 ausschließen, dass die gar nicht landen. #00:13:40-2#

225 B1: Ich glaube, dass das nicht einfach, dass die, das irgendwie nicht mögen. Zum Bei-
226 spiel der Kaktus, und dass das einfach ein Instinkt ist, den auch die Pflanze in sich trägt,
227 dass es nicht gefressen wird. Oder irgendwie was weggenommen. Wobei, dass da un-
228 terscheiden sich wieder die Pflanzen, weil da gibt es ja den Löwenzahn, der ist ja offen
229 und oder die Apfelblüte. Im Gegensatz zu der Orchidee, die eher verschlossen ist.
230 #00:14:04-6#

231 I: Ja, und was für Vorteile hat es, wenn man sehr offen ist? Für... #00:14:09-6#

232 B1: Wenn es sehr offen ist, ist es, es gibt sehr viele Apfelbäume halt, die einfach von
233 den ganzen Tieren, die das mögen vertragen werden. Ich glaube, dass Orchideen gibt
234 es nicht unbedingt. Wo sind die richtig? Wo? #00:14:22-4#

235 I: Das ist eine ganz exotische Art, die kommt aus Madagaskar da. (B1: Ja, Madagaskar
236 ja.) Es gibt bei uns auch welche, die schauen ein bisschen anders aus. #00:14:29-6#

237 B1: Aber ich glaube, dass das einfach, dass die die offen sind ist der Vorteil, dass sie
238 leicht vertragen werden und einfach öfter vorkommen. #00:14:37-6#

239 I: Ja, könnte es einen Nachteil auch noch geben bei so offenen? #00:14:41-1#

240 B1: Ein Nachteil, ja dass die Blütenblätter oder dass das einfach zu schnell verweht
241 wird. Und dass dann nicht irgendwie die Blüte abstirbt. Und zum Beispiel Hagel, der
242 macht das kaputt. Geht halt zu dem der relativ verschlossen aussieht, der Orchidee, die
243 verschlossen ist, da kann das nicht so leicht kaputt gehen. #00:14:57-7#

244 I: Also wäre das ein Vorteil dann für diese da [Alex deutet auf die Blüte von *Angraecum*
245 *sesquipedale*]? #00:14:59-4#

246 B1: Ja. #00:15:00-0#

247 I: Dann kann ich ein kleines Geheimnis da lüften. Und da unten an den Nektar zu kom-
248 men, gibt es einen Schmetterling mit so einem ganz langen Rüssel gibt es da [Intervie-
249 wer zeigt Bild von *Xanthopan morgani*] Wie würdest du erklären, wie kann sich so was
250 entwickeln, so ganz lange Rüssel oder so lange Röhren da? #00:15:15-2#

251 B1: Ich glaube, dass die einfach, dass das einfach von Anfang an angepasst wird und
252 das dann immer näher, einfach immer mehr draufkommt, dass das praktischer ist um so
253 länger einen Rüssel zu haben. #00:15:26-7#

254 I: Also wie meinst du? Das Insekt, was macht das Insekt? #00:15:30-6#

255 B1: Das Insekt, das steckt seinen Rüssel da rein und saugt das aus und wartet einfach
256 darauf. Aber ich glaube, das ist auch langsam geschehen, dass das einfach immer län-
257 ger wurde. Bei dem [Alex zeigt auf den Sporn von *Angraecum sesquipedale*] wurde das
258 auch, das wurde auch wahrscheinlich am Anfang kürzer und dann erst länger.

259 #00:15:45-3#

260 I: Ja, und wie kommt es dazu, dass der Rüssel länger wird bei diesem Insekt?

261 #00:15:49-4#

262 B1: Ich glaube, dass es einfach, dass es langsam, ganz langsam drauf, die ganze Art

263 kommt, dass es leichter ist. Dann wächst es. Das ist ja die Natur, dass es immer sich

264 anpasst an seinen Lebensraum und eben an das, wo er das fressen kann. #00:16:04-3#

265 I: Und wie läuft das glaubst du bei der Pflanze ab? #00:16:07-7#

266 B1: Also ich glaube bei der Pflanze... (I: Dass es länger wird.) Dass es länger wird, dass

267 es einfach immer, dass sie immer versucht mehr zu ihre Sachen zu schützen, immer

268 mehr. Und, ja irgendwann ist dann dieses Tier gekommen und hat das dann geholt und

269 herausgefunden wie das geht. #00:16:25-0#

270 I: Ok, sehr gut. Ja, gut. Zum Abschluss noch, hast du Bee Movie den Film gesehen zu-

271 fällig? #00:16:35-0#

272 B1: Und wie? #00:16:32-8#

273 I: Bee Movie. #00:16:34-2#

274 B1: Ja, diese kleine Biene, ja. #00:16:37-0#

275 I: Genau, ja. #00:16:36-5#

276 [NICHT MEHR TRANSKRIBIERT]

Transkript – Interview Elias

- 1 I: Die Aufnahme läuft. Gut. Hast du schon einmal von der Bestäubung gehört?
2 #00:00:06-0#
- 3 B2: Von der, von? #00:00:06-9#
- 4 I: Bestäubung? #00:00:07-6#
- 5 B2: Nein. #00:00:08-8#
- 6 I: Bestäubung? Also es hat mit Blumen zu tun und Insekten. Hast du schon einmal Blu-
7 men beobachtet, die von Insekten besucht werden? #00:00:18-9#
- 8 B2: Ja. [lacht] #00:00:19-1#
- 9 I: Ja, und was ist dir da aufgefallen? #00:00:20-6#
- 10 B2: Also, also manchmal ist eine Wespe oder Biene, weiß nicht genau, hingeflogen zur
11 Blume und ist dann so in die Blume hinein und hat dort irgendwie so als, hat so ausge-
12 sehen als hätte sie sie gegessen, oder so. Schaut das so aus, als würde es sich die
13 Hände so reiben. #00:00:43-3#
- 14 I: Was glaubst du, was sie da gemacht hat? #00:00:44-8#
- 15 B2: Also sie... (5) Ich wusste es einmal [flüsternd]. Sie nimmt den Nektar irgend... Sie
16 nimmt den Nektar raus und macht daraus (...) Ah ja, und dann bestäubt sie andere Blu-
17 men und... #00:01:08-8#
- 18 I: Jetzt hast du doch das Wort Bestäubung, ja. #00:01:10-8#
- 19 B2: Ja. [lacht] Und dann, dann blühen die glaube ich, oder so irgendwie. #00:01:18-4#
- 20 I: Ja. #00:01:18-7#
- 21 B2: Ich weiß es nicht mehr genau. #00:01:19-9#
- 22 I: Ja, also du hast jetzt gerade "bestäubt" gesagt. Was stellst du dir darunter vor? "Be-
23 stäubt"? #00:01:23-7#
- 24 B2: Also, dass Insekt lässt den Staub von den Blumen fallen über andere. #00:01:32-8#
- 25 I: Und wie stellst du dir vor läuft das ab, das "fallen lassen", oder? #00:01:40-2#
- 26 B2: Weiß nicht. (4) Also das Insekt fliegt in die Blume und hat glaube ich den Staub von,
27 von einer anderen glaube ich oder so irgendwie was. Und das gibt sie, nimmt sie sich
28 aus der anderen Blume raus, also aus einer Blume raus nimmt sie sich das. Dann hat
29 sie den Staub und wirft den ab. Ich hab eigentlich nicht so viel Erfahrung mit Insekten.
30 #00:02:25-0#
- 31 I: Ja. Du hast gesagt, sie hat den Staub oben und dann fliegt sie weiter und was macht
32 sie dann? #00:02:33-7#
- 33 B2: Sie, sie (6) Sie nimmt, also sie hat den Staub, dann fliegt sie weiter und dann bringt
34 sie es zu, zu, zu ich glaube zu den Nachfahren oder so. Und gibt es ihnen, oder macht

35 daraus Honig oder so irgendwie. #00:03:07-7#

36 I: Also zu ihren eigenen? Zu welchen, was meinst du mit Nachfahren nochmal?
37 #00:03:12-6#

38 B2: Also Kinder oder so. #00:03:14-2#

39 I: Ach so. Das Insekt bringt das dann zu den eigenen Kindern, alles klar. Ok, ja. Und
40 welchen Grund gibt es für Insekten zum Blumen besuchen dann? #00:03:21-5#

41 B2: (5) Naja, sie bringen die Blüten zum Blühen glaube ich. Aber sie machen das mit
42 dem Nektar irgendwie. Ich weiß es eigentlich nicht so [lacht]. #00:03:39-2#

43 I: Ja. Wie stellst du dir das vor "zum Blühen bringen"? Wie machen sie das? #00:03:42-
44 9#

45 B2: (..) Sie nehmen den Nektar und dann geben sie irgendwas anderes eben rein. (6)
46 #00:03:57-8#

47 I: Gut, kommen wir später noch einmal zurück darauf. #00:04:00-4#

48 B2: Mhm. #00:04:02-0#

49 I: Gut. Also welche Tiere sind dir da besonders aufgefallen, die da Blumen besuchen?
50 #00:04:07-4#

51 B2: Ja. Bienen, Wespen oder Hummeln so. Solche. #00:04:13-7#

52 I: Gut, ja. Also wie unterscheiden sich die Blumenbesuch? Also du hast jetzt gesagt ge-
53 habt Hummeln, Bienen, Wespen. #00:04:23-5#

54 B2: Also, wie sie sich unterscheiden? #00:04:25-2#

55 I: Ja, wie unterscheiden sie sich, wenn sie Blumen besuchen? #00:04:27-8#

56 B2: Da muss ich sagen, habe ich das eigentlich noch nie wirklich beobachtet.
57 #00:04:33-4#

58 I: Aber sonst, wie unterscheiden sie sich? Du wolltest ja was anderes noch sagen.
59 #00:04:36-6#

60 B2: Wie sie aussehen? #00:04:39-4#

61 I: Mhm. #00:04:39-4#

62 B2: Also die Hummel ist dick, die ist eher breiter. Und als die Wespe und die Biene. Und
63 die Biene hat im Gegensatz zur Wespe glaube (5) das weiß ich nicht. Ich glaube dünne-
64 re schwarze Streifen, glaube ich. Oder umgekehrt. #00:05:08-7#

65 I: Könnte sich irgendwie das Aussehen von den Insekten auf die Blumen auswirken?
66 (...) Und wie sie besuchen, oder? #00:05:17-9#

67 B2: Glaube nicht. Eher nicht. #00:05:19-9#

68 I: Gut. Also wenn du so eine Wiese anschaust, da gibt es ganz viele verschiedene Far-
69 ben. Also Blumen in ganz verschiedenen Farben, die auch ganz unterschiedlich duften.

70 Wie erklärst du dir die unterschiedlichen Farben und Düfte von den Blumen? #00:05:34-
71 3#

72 B2: (5) Also. (...) Die haben auch andere Samen jede Blume und wenn man die an-
73 pflanzt... Weiß ich eigentlich gar nicht. Hab auch keine... #00:05:53-3#

74 I: Aber die Farbe könnte die irgendwie eine Funktion haben? #00:05:57-7#

75 B2: (5) Weiß nicht. Wie? (...) Zum Anziehen vielleicht von anderen (..) #00:06:10-0#

76 I: Von was? #00:06:10-9#

77 B2: von Insekten. #00:06:12-3#

78 I: Also, wie stellst du dir das vor "Anziehen von anderen Insekten"? #00:06:15-3#

79 B2: Dass zum Beispiel (..) eine Wespe fliegt über Blumen, dann sieht sie zum Beispiel
80 Krokus, das reizt sie glaube ich irgendwie so und dann fliegt sie hin. #00:06:30-0#

81 I: Ja. (..) Gut, also zur Anziehung. Und wenn du jetzt eine Farbe hast. Also du hast jetzt,
82 nehmen wir jetzt mal gelb wieder, das ist das typische Beispiel, das ich immer habe. Der
83 Löwenzahn, den kennst du wahrscheinlich, der ist gelb und auch eine Schlüsselblume,
84 oder eine Primel, die ist ja auch gelb. (B2: Mhm.) Wie erklärst du dir so unterschiedliche
85 Formen? Wie kommt es zu so unterschiedlichen Formen? #00:06:53-0#

86 B2: Das sind auch ganz andere Arten. Zum Beispiel (5) glaube, die sind ja auch, also es
87 sind nicht die gleichen Pflanzen. Das sind wie andere Arten und haben auch andere
88 Formen. Und da kann man sie dann unterscheiden in den Arten. #00:07:19-5#

89 I: Aber, wie kommt es zu so unterschiedlichen Formen? (...) Was glaubst du?
90 #00:07:26-0#

91 B2: Weiß nicht, wie die, wie die. Über so was habe ich mir bis jetzt noch gar keine Ge-
92 danken gemacht. #00:07:34-7#

93 I: Aber was würdest du dir erklären, so spontan? Würde dir was einfallen? Es ist ja keine
94 Prüfung, also musst du keine Angst haben (B2: [lacht] Ich weiß, keine Ahnung. [lacht])
95 von einer falschen Antwort. Gut, ja. Also wenn du dir jetzt mal vorstellst, ein das Insekt
96 sucht da nach Nektar und fliegt da. Wie stellst du dir so einen Flug vor? Wie der abläuft?
97 #00:07:55-7#

98 B2: Also wie es für mich wäre? #00:07:56-2#

99 I: Ja, also wie läuft so einer ab, glaubst du? #00:08:00-4#

100 B2: Ich weiß nicht, wie du das jetzt meinst. #00:08:07-8#

101 I: Also das Insekt fliegt los, wie läuft so ein Flug ab? #00:08:11-4#

102 B2: Also es fliegt los von, von zu Hause [lacht] würde ich jetzt mal sagen. Sucht, fliegt
103 und sucht nach Blumen und fliegt in eine hinein und bestäubt es dann. #00:08:33-4#

104 I: Gut. Und wie sucht das Insekt aus? Wieso fliegt es genau den Krokus an zum Bei-
105 spiel? #00:08:40-9#

106 B2: Weiß nicht. Vielleicht gefällt ihr die Farbe irgendwie so, zieht sie an vorher.
107 #00:08:50-6#

108 I: Und wenn sie jetzt eine Blume besucht hat, wie fliegt sie dann weiter? #00:08:54-2#

109 B2: Also sie hebt wieder ab, fliegt zur nächsten Blume. #00:08:59-2#

110 I: Und die nächste Blume ist das eine Blume von der selben Art, oder ganz eine andere
111 Art? Was glaubst du? #00:09:05-6#

112 B2: Das kann auch eine andere Art sein, glaube ich. Oder. Muss nicht die gleiche sein,
113 glaube ich. #00:09:13-3#

114 I: Warum glaubst du das, oder? Einfach so? #00:09:16-9#

115 B2: Ja, ich habe, ich habe mit meinem bisherigen Beobachten habe ich eigentlich nicht
116 gesehen, dass sie zur gleichen wieder fliegt von der Art. Nein. #00:09:32-1#

117 I: (4) Macht das Verhalten, wie wirkt sich das auf die Pflanze aus? Oder auf die... Also
118 wenn das Insekt jetzt da wechselt eben, wie wirkt sich das auf die Pflanzen aus? Macht
119 das einen Unterschied? #00:09:45-4#

120 B2: (7) #00:09:51-9#

121 I: Was macht... Macht es einen Unterschied, wenn das Insekt von einer Pflanzenart bei
122 der Pflanzenart bleibt, oder wenn es da wechselt? Macht das einen Unterschied?
123 #00:10:01-4#

124 B2: (4) Glaube schon. Also wenn eine bleibt? #00:10:11-5#

125 I: Also wenn ein Insekt, sagen wir jetzt beim Löwenzahn bleibt, also nur Löwenzahn be-
126 sucht. Macht das einen Unterscheid dazu, wenn ein Insekt einen Löwenzahn besucht,
127 dann eine Primel besucht, dann einen Krokus besucht. #00:10:23-7#

128 B2: Nein. #00:10:24-6#

129 I: Nein? #00:10:25-7#

130 B2: Nein. #00:10:27-0#

131 I: Warum glaubst du nicht, oder? #00:10:30-6#

132 B2: Ich glaube nicht. Also, ja. #00:10:32-7#

133 I: Genau. Gut. Dann kennst du noch andere Formen von der Bestäubung? Jetzt ohne
134 Tiere mal. Könnte es auch ohne Tiere funktionieren? #00:10:40-5#

135 B2: Ja. In den Bäumen, die haben auch Samen und es gibt so, so Samen, die werden
136 vom Wind weggeblasen, dann fliegen sie in die Erde und dann entstehen auch Blumen.
137 Das wird sozusagen... #00:11:01-2#

138 I: Du nennst Samen. Wie hängen Samen und Bestäubung zusammen für dich?
139 #00:11:06-0#

140 B2: Also, das (...) das ist wie wenn es, es, es... wenn der Samen da wegfliegt vom
141 Baum zum Beispiel und der stürzt irgendwo ab, dann wird das ein, sickert das ein und

142 dann halt so. Hat jetzt nicht so viel zu tun, aber. So.. #00:11:35-5#

143 I: Du meinst es gibt Pflanzen eben, die werden durch Tiere bestäubt und welche die, wo
144 der Wind das... #00:11:40-2#

145 B2: Ja. #00:11:40-5#

146 I: ... übernimmt. Genau. Worin liegt da der große Unterschied zwischen diesen zwei
147 Formen? #00:11:45-7#

148 B2: (...) Also der Wind ist jetzt kein Lebewesen, aber wenn das ein Tier macht, dann ist
149 es schon ein Lebewesen und das macht es bewusst würde ich jetzt mal sagen, das Tier.
150 Und der Wind ist durch, und bläst zufällig Samen weg. #00:12:06-4#

151 I: Wie meinst du das, "das Tier macht das bewusst"? Das interessiert mich. #00:12:09-
152 1#

153 B2: Also, das ist so wie eine Arbeit würde ich mal sagen. Wie wenn zum Beispiel ein
154 Mann einen Beruf hat, zum Beispiel Blumensetzer, also ja. Und macht das auch jeden
155 Tag, steht früh, steht auf und geht dort wieder hin und macht das immer das Gleiche
156 sozusagen. Und bei der, bei Insekten, wenn die das auch machen, dann fliegt das auch,
157 fliegt das auch immer hin und her jeden Tag und macht das so wie eine Arbeit, so würde
158 ich mal sagen so circa. #00:12:48-6#

159 I: Was macht es so als Arbeit? #00:12:49-8#

160 B2: Ja, die bestäuben die Blumen, so eine Wespe oder so jetzt zum Beispiel. #00:12:55-
161 8#

162 I: Gut, ja. Ja. Also wenn jetzt du... Was könnten die Vor- bzw. Nachteile sein von der
163 Tierbestäubung bzw. von der Windbestäubung. Was für Vor- und Nachteile könnte es
164 da geben? #00:13:10-5#

165 B2: (...) Dass jetzt, wenn der Wind nicht zu, nicht stark bläst, dass es keine Samen run-
166 ter bläst. Dass es... Und bei dem Insekt, die, da kann es nicht zum Beispiel einen Sa-
167 men wegblasen, wie jetzt so, wie beim Baum, wenn er oben welche trägt. #00:13:35-
168 3#

169 I: (..) Könnte der Wind auch Vorteile haben? #00:13:40-4#

170 B2: Wie? Wie? #00:13:41-6#

171 I: Könnte die Bestäubung durch den Wind gewisse Vorteile auch haben? #00:13:44-7#

172 B2: (4) Ja, wenn zum Beispiel wenn ein eher leichtes Insekt fliegt und es ist starker
173 Wind, dann bläst es es eher weg. Und beim Baum da bläst es erst die Samen hin, so
174 richtig. #00:14:03-6#

175 I: Gut. (..) Gut. Wenn jetzt du Pflanzen hast, welche die werden durch Wind bestäubt,
176 welche werden durch Tiere bestäubt. Worin unterscheiden sich glaubst du die? (...) Vom
177 Aussehen her, gibt es da Unterschiede? #00:14:18-9#

178 B2: [lacht] Ja. Ein Baum hat zum Beispiel viel, mehrere Samen, also ja. Und eine, ein
179 Insekt hat also nicht so viele würde ich glauben wie ein Baum, wenn er, wenn im Okto-

180 ber, wenn die erst mal so richtig wegblasen, weil da viel Sturm ist. Und (...) ja.
181 #00:14:49-8#

182 I: Ok gut, ja. Du hast jetzt Windbestäubung, hast du immer den Baum gesagt, eigentlich.
183 #00:14:54-9#

184 B2: Ja, der hat... #00:14:55-5#

185 I: Warum glaubst du, dass Bäume da so wichtig sind? #00:14:57-2#

186 B2: Der hat meistens, meistens viele Samen aber zum Beispiel eine kleine, eine Pflanz-
187 ze, die hat nicht so viele und ich finde mit einem Baum kann man bessere Beispiele
188 nehmen. #00:15:16-1#

189 I: Ok gut, ja. (..) So. Das haben wir auch schon gehabt. (..) Viele windbestäubte Pflanz-
190 zen, die produzieren gar keinen Nektar und ersparen sich dadurch gewisse Energie.
191 Warum glaubst du gibt es dennoch so viele Pflanzen, die Nektar produzieren?
192 #00:15:32-7#

193 B2: (8) Also wegen den Insekten, weil die brauchen das zum, glaub Essen oder so. Es
194 war schon länger her, als ich das Thema gemacht habe, erste Klasse oder so. [lacht] Ja,
195 also die nehmen den für die, also die machen das für die Insekten und die Insekten
196 nehmen das und bestäuben damit andere Blumen. Ja, so ist es glaube ich. #00:16:14-
197 2#

198 I: (...) Gut, dann haben wir jetzt das einmal. (...) Da habe ich noch Fotos da. Mal an-
199 schauen, da ist eine Apfelblüte von einem Apfelbaum eben und das ist eine Orchidee,
200 was wir da haben, aus Madagaskar, etwas ganz exotisches. Da [Interviewer zeigt auf
201 das Foto der Apfelblüte] ist glaube ich klar, was die Blüte ist. #00:16:36-1#

202 B2: Ja. #00:16:37-2#

203 I: Und da [Interviewer zeigt auf das Foto von Angraecum sesquipedale] ist die Blüte da
204 oben das weiße da und dann geht da so eine Röhre rein, so wie ein Tunnel, nach unten
205 durch, bis daher. Das ist eine durchgehende Röhre, die da oben offen ist eben. Worin
206 unterscheiden sich die beiden für dich? #00:16:50-3#

207 B2: (...) Bei der Orchidee glaube ich, fliegen sie hinein und bei der [Elias zeigt auf das
208 Foto der Apfelblüte] bleiben sie nur sitzen hier und (4) glaube ich. Weil drinnen da der
209 Nektar glaube ich ist bei denen. Und bei denen [Elias zeigt auf das Foto der Apfelblüte] ist
210 es schon hier [Elias deutet auf die äußeren Blütenteile]. #00:17:09-3#

211 I: Genau. Was für einen Unterschied macht das, ob der Nektar drinnen ist oder draußen
212 ist? #00:17:12-6#

213 B2: (7) Ich (...) Ich glaube, nein, weiß ich nicht. #00:17:26-3#

214 I: Aber was glaubst du? Du wolltest gerade etwas sagen. Trau dich nur. #00:17:30-0#

215 B2: Ja. (4) Da, [Elias zeigt auf das Foto von Angraecum sesquipedale] dass die hier
216 glaube ich mal, würde ich sagen, die, da muss man erst mal rein, dann hat man es erst.
217 Und bei der, ja sitzen bleiben und was, was das für ein Unterschied ist? #00:17:55-5#

218 I: Was macht das für einen Unterschied, wenn da der Nektar irgendwie versteckt ist und
219 da ist er so offen? #00:18:02-3#

220 B2: Also, ja hier [Elias zeigt auf das Foto von Angraecum sesquipedale] muss man mehr
221 suchen glaube ich. Und hier [Elias zeigt auf das Foto der Apfelblüte] hat man es gleich.
222 #00:18:08-6#

223 I: Und was glaubst du, welche Tiere besuchen so eine Blüte? Welche Tiere besuchen
224 so eine Blüte? [Interviewer zeigt jeweils auf die beiden Bilder] #00:18:13-9#

225 B2: Ich glaube solche... Ich glaube eher Krabber, weil die können raufklettern [UNSI-
226 CHER] und rein und eher kleinere Tiere, weil da rein passen. Und hier auch Hummeln,
227 größere. #00:18:31-8#

228 I: Und bei welcher der beiden glaubst du, gibt es mehr verschiedene Besucher?
229 #00:18:36-4#

230 B2: Ich glaube bei der Orchidee. #00:18:37-9#

231 I: Warum glaubst du das? #00:18:40-0#

232 B2: So vom Gefühl her. #00:18:44-9#

233 I: Vom Gefühl her. Gut ja. Von den Besuchern her, zur Orchidee nochmals. Der Nektar
234 ist da eben ganz unten versteckt, bis jetzt kennt man nur einen Schmetterling, der so
235 einen langen Rüssel hat [Interviewer zeigt Foto von Xanthopan morgani]... #00:18:59-6#

236 B2: Wow. #00:18:59-7#

237 I: Und an, an den Nektar gelangen kann eben. #00:19:02-9#

238 B2: Ah. #00:19:03-8#

239 I: Die Frage ist eben, wie erklärst du dir, dass sich so lange Rüssellängen und so lange
240 (B2: Ja.) Röhrenlängen entwickeln konnten? Wie kommt es zu so etwas? #00:19:11-1#

241 B2: Ich glaube weil die fliegen hin und geben den Rüssel rein und fischen den Nektar
242 raus. #00:19:19-0#

243 I: Ja. #00:19:19-5#

244 B2: Das brauchen sie zum Essen. #00:19:21-8#

245 I: Ja, genau so funktioniert das, ja. #00:19:23-6#

246 B2: Sonst würden sie ja nicht überleben. #00:19:25-1#

247 I: Aber wie kommt es zu so einem langen Rüssel? Wie entwickeln sich die? #00:19:30-
248 3#

249 B2: Ich glaube nach mehreren Jahren waren so zum Beispiel Schmetterlinge, die haben
250 nicht, nicht so große Rüssel und die sind da nicht gut hingekommen. Dann hat sich das
251 in, hat sich das in mehreren Jahren weiterentwickelt und ist größer geworden.
252 #00:19:49-4#

253 I: Wie stellst du dir das vor? Wie läuft die Entwicklung ab? #00:19:52-9#

254 B2: (...) Also ich stelle es mir so vor, (...) dass, dass entweder wenn das Nachwuchs be-
255 kommt, dann (...) zum Beispiel einen stärker ausge... also längeren Rüssel hat und das
256 geht dann so weiter. Und irgendwann ist es dann fertig ausgebildet und ja.

257 #00:20:19-5#

258 I: Und wie stellst du dir das bei der Pflanze vor? #00:20:21-3#

259 B2: Wie, wie sich das? #00:20:25-1#

260 I: Wie sich da so eine lange Röhre entwickelt hat? #00:20:26-9#

261 B2: Weil sie vielleicht nicht wollte, dass sie ihren Nektar hergibt, vielleicht. (...) Oder dass
262 (...) #00:20:42-2#

263 I: Gut. Wenn man nochmals vergleicht eben, also da sehen wir, dass eigentlich nur ein
264 Schmetterling den Nektar holen kann. Wieso gibt es Pflanzen, bei denen so viele Tiere
265 ausgeschlossen sind vom Besuch? #00:20:57-8#

266 B2: Äh... (...) #00:21:01-9#

267 I: Was für Vor- oder Nachteile könnte das haben? #00:21:04-3#

268 B2: (10) Das ist jetzt eine schwere Frage. #00:21:16-2#

269 I: Schwere Frage, ja. Aber was würdest du dir... #00:21:17-5#

270 B2: Ja. #00:21:18-1#

271 I: Was würdest du glauben? #00:21:19-1#

272 B2: Dass (...) die vielleicht will, vielleicht ist es hier so bei den (...). Also die... Kannst du
273 mir nochmals die Frage stellen? #00:21:36-1#

274 I: Also bei der Pflanze [Interviewer zeigt auf das Foto von Angraecum sesquipedala-
275 le]können nur ganz wenige Tiere an den Nektar gelangen. #00:21:42-1#

276 B2: Ja. #00:21:41-9#

277 I: Da [Interviewer zeigt auf das Foto der Apfelblüte] hingegen ganz viele. Was könnten
278 da die Vor- oder Nachteile sein? #00:21:46-0#

279 B2: Ok. Ok. (...) Ja hier [Elias zeigt auf das Foto von Angraecum sesquipedale] können
280 nur diese und hier [Elias zeigt auf das Foto der Apfelblüte] können mehrere sein. Und
281 das ist wenn... Der Vorteil ist hier [Elias zeigt auf das Foto von Angraecum sesquipedala-
282 le], wenn zum Beispiel ein Insekt lebt in Madagaskar und kann da nichts rausnehmen
283 oder... Und zum Beispiel hier [Elias zeigt auf das Foto der Apfelblüte], wenn hier eines
284 lebt, zum Beispiel so einer, kann da, kann schon aber ist nicht so gut. Und Tiere sind
285 eher dort spezialisiert so ein Schmetterling zum Beispiel, die wohnen eher dort, die kön-
286 nen da rein. Und andere Tiere leben dort und die können auch dort rein, wenn sie ihr,
287 ihren Nektar holen, brauchen. #00:22:44-8#

288 I: Aber, ja. Aber was für einen Vorteil hat es, dass da so viele Besuchen können? Da
289 können ja, du hast gesagt vorher Wespen oder Bienen besuchen. #00:22:54-9#

290 B2: Keine Ahnung. #00:22:55-3#

291 I: Ist es? #00:22:56-7#

292 B2: Ja. Da fällt mir überhaupt nichts ein. #00:23:00-1#

293 I: Ok gut, ja. Wenn wir es noch zusammenfassen ein bisschen, also welche Funktion hat
294 die Bestäubung? Vielleicht dass du es kurz zusammenfasst. #00:23:12-3#

295 B2: (5) #00:23:17-0#

296 I: Bestäubung. #00:23:17-5#

297 B2: Also, dass die Blüte dann Nektar gibt, glaube ich. Es kommt eine, eine Wespe zum
298 Beispiel und die fliegt, die kommt von einer Blume und die gibt es dann weiter an eine
299 andere Blume. Und die, die braucht das. #00:23:46-5#

300 I: (..) Gut ja. Gut, dann sind wir eh schon fertig.

Transkript – Interview Janine

- 1 I: Gut (...) Also, es geht um das Thema Bestäubung. Hast du schon einmal von der Be-
2 stäubung gehört? #00:00:07-3#
- 3 B3: Ja. #00:00:07-6#
- 4 I: Ja? Und was hast du da gehört? #00:00:09-4#
- 5 B3: Dass halt, (..) Da sind zum Beispiel Bienen, die holen halt, saugen halt Nektar auf
6 und verteilen den dann auch über die Wiese und dann wachsen halt immer neue Blu-
7 men. Und die, und die bestäuben, bestäuben zum Beispiel auch die Apfelbäume, damit
8 die Äpfel wachsen können. #00:00:26-4#
- 9 I: Na, also wie läuft die Bestäubung ab? Könntest du sie kurz beschreiben? #00:00:29-
10 9#
- 11 B3: Also... #00:00:30-2#
- 12 I: Wie du dir das vorstellst? #00:00:31-3#
- 13 B3: Also (...) Eine Pflanze wächst halt aus irgendeinem Samen. Da kommt dann irgend-
14 eine Biene, saugt den Nektar aus und verteilt den irgendwo und nimmt auch einen klei-
15 nen Teil halt zum Bau mit. Und von dem einen kleinen Rest, wachsen halt neue Pflan-
16 zen und dann immer so weiter. #00:00:49-5#
- 17 I: Genau. Also was verteilt das Insekt? #00:00:51-9#
- 18 B3: Nektar. #00:00:55-1#
- 19 I: Gut, ja. Und wo hast du das schon einmal gehört? Du hast ja recht viel da. #00:01:00-
20 0#
- 21 B3: In der Volksschule. #00:01:01-6#
- 22 I: In der Volksschule schon einmal gemacht? (...) Gut, welche Begriffe fallen dir ein zum
23 Thema Bestäubung? Welche Wörter? (...) So spontan? #00:01:12-5#
- 24 B3: [lacht] Pflanzen, Tiere, Lebenslauf. #00:01:22-0#
- 25 I: Lebenslauf, wieso Lebenslauf? #00:01:24-0#
- 26 B3: Weil es ist ja so ein Kreislauf, halt jeder hilft jedem [UNVERSTÄNDLICH? zum Teil /
27 so weit?] #00:01:28-3#
- 28 I: Gut, ja. Hast du schon einmal beobachtet auf einer Wiese, wie Tiere Blumen besu-
29 chen? Hast du das schon einmal beobachtet? #00:01:37-8#
- 30 B3: Nein. [lacht] #00:01:39-2#
- 31 I: Noch nie (..) zugeschaut? #00:01:41-8#
- 32 B3: Nein. #00:01:42-5#
- 33 I: Ja, OK ja. Welche Tiere kennst du besonders, die Blumen besuchen? #00:01:49-5#

34 B3: (..) Bienen. (8) Halt irgendwelche Insekten. (..) Und halt so Pflanzenfresser, die halt
35 die Pflanzen dann fressen. #00:02:08-8#

36 I: Ok, ja. Aber hauptsächlich Insekten hast du jetzt gesagt (B3: Ja.) auch, gell? Gut. Und
37 aus welchem Grund glaubst du besuchen die Tiere die Blumen? #00:02:18-8#

38 UNTERBRECHUNG #00:02:25-4#

39 B3: Weil (..) das (..) ja. Weil es... #00:02:34-2#

40 I: Aber was glaubst du? #00:02:35-4#

41 B3: Weil sie halt gegeneinander helfen und sie... Weil ja auch selber halt jeder etwas
42 zum Essen haben und darum verteilen sie es auch, dass sie es wieder... Dass neues
43 Pflanzen wachsen kann. #00:02:45-2#

44 I: Was glaubst du welcher Teil davon ist wichtiger? Das mit dem Essen oder dass die
45 andere Pflanze wachsen kann? #00:02:50-9#

46 B3: Nahrung. Halt der Nektar. Oder die Blütenblätter oder so, was die Tiere halt fressen.
47 #00:02:59-0#

48 I: Gut, ja. Und wenn du so eine Wiese hast, da gibt es immer so ganz viele verschiede-
49 ne Farben. Wie erklärst du dir, dass es so viele verschiedene Farben gibt? #00:03:08-
50 4#

51 B3: (...) Naja, weil es gibt ja verschiedene Pflanzenarten und die haben halt unterschied-
52 lichen Nektar. Und, ja darum ist auch die Farbe so. #00:03:19-9#

53 I: Und was für eine Funktion glaubst du hat die Farbe? #00:03:23-4#

54 B3: Weiß ich eigentlich gar nicht. [lacht] #00:03:28-3#

55 I: Aber was würdest du dir überlegen, oder was denkst du? #00:03:29-7#

56 B3: Irgendwie, ich weiß gar nicht. #00:03:31-9#

57 I: Fällt dir gar nichts ein spontan? Also es ist keine Prüfung wie gesagt. #00:03:37-2#

58 B3: [lacht] #00:03:37-7#

59 I: Gibt nichts Falsches. #00:03:39-5#

60 B3: Ich weiß nicht. #00:03:44-2#

61 I: Gut, ja. Und eben mit irgendeiner Farbe haben eben. Sagen wir zum Beispiel gelb
62 eben. Da gibt es ja ganz viele verschiedene Formen auch. Also ein Löwenzahn (B3: Ja.)
63 zum Beispiel, oder jetzt eine Schlüsselblume, eine Primel. Die sind ganz unterschiedlich
64 geformt. Wie erklärst du dir die unterschiedlichen Formen? Wie kommt es zu so etwas?
65 #00:04:01-6#

66 B3: (..) Es könnte sein, dass der Nektar unterschiedlich halt dunkel oder heller ist.
67 #00:04:10-1#

68 I: Und zu was führt das, wenn der unterschiedlich gefärbt ist der Nektar? #00:04:14-1#

69 B3: Ja, halt. Wenn das dunkler ist, dann wird es eine dunklere Blütenfarbe. Und wenn
70 es ein hellerer ist, dann wird es zum Beispiel so ein ganz helles gelb. Zum Beispiel.
71 #00:04:24-3#

72 I: Ok, ja. Und die Form, wie beeinflusst das die Form? Was glaubst du? #00:04:27-2#

73 B3: Halt, je nachdem wie hell und dunkel sie sind, so. #00:04:35-0#

74 I: Ok, ja. Also jetzt stelle dir einmal vor: Also irgendein Insekt sucht nach Nektar. Wie
75 stellst du dir so einen Nektarsuchflug vor? Wie läuft der ab in deiner Vorstellung?
76 #00:04:44-9#

77 B3: Dass er halt, so über (..) eine [lacht] Blumenwiese fliegt. Dann halt sich zu irgendei-
78 ner Blume, Blütenblatt setzt, Nektar schlürft sozusagen. Und dann halt ja. Halt wegfliegt
79 wieder und ihn verteilt auf alle. #00:05:02-7#

80 I: Gut, ja. Und. Wie sucht das Insekt die Blumen aus, glaubst du? #00:05:09-5#

81 B3: Es sagt einfach OK, die Blume nehme ich und da sauge ich jetzt den Nektar aus.
82 [lacht] #00:05:17-2#

83 I: Und wenn es eine Blume besucht hat, wie fliegt das Insekt nachher weiter? #00:05:21-
84 1#

85 B3: Es fliegt. (...) Halt vom Blütenblatt fliegt es dann weg zu einer anderen Blume zum
86 Beispiel. Oder (..) wieder zurück zum Bau. #00:05:32-7#

87 I: Und wenn es von einer Blume zur nächsten fliegt, wechselt es da die Blumenarten
88 oder bleibt es bei einer Art, einer Pflanzenart? #00:05:41-4#

89 B3: Ich glaube es wechselt die Blumen auch. #00:05:44-4#

90 I: Warum glaubst du wechselt es? #00:05:46-7#

91 B3: Weil jeder Nektar schmeckt halt eigentlich anders, so halt. Weil jeder hat eine ande-
92 re Art und jeder andere Farbe. Das schmeckt man dann halt daraus. #00:05:56-2#

93 I: Ok, ja. Und du glaubst die Insekten wechseln dann, damit sie verschiedene (B3: Ja.)
94 Geschmäcker haben. Ok, gut. Und glaubst du, wie könnte sich dieses Verhalten, so das
95 Wechseln von den Blumenarten auf die Pflanzen auswirken? Macht es einen Unter-
96 schied für sie? #00:06:12-4#

97 B3: Eigentlich nicht. #00:06:14-9#

98 I: Gut, gut. Und kennst du noch weitere Formen von der Bestäubung? Also außer Tiere?
99 Könnte es auch ohne Tiere funktionieren? #00:06:22-7#

100 B3: Wind? #00:06:23-7#

101 I: Ja, und wie würdest du dir das vorstellen? #00:06:25-7#

102 B3: Also, dass halt zum Beispiel jetzt der Nektar halt schon zum Beispiel so, jetzt schon
103 auf das Blütenblatt kommt. Dann wird es halt starker Wind und es fliegt dann halt weg.
104 Es fällt dann irgendwo auch zu Boden und dann fängt eine neue Pflanze an zu wach-
105 sen. #00:06:39-1#

106 I: Wo ist für dich der große Unterschied zwischen Bestäubung durch den Wind und
107 durch die Tiere? #00:06:44-4#

108 B3: (...) Bei den Tieren nehmen sie den ganzen Nektar raus. Und bei dem Wind da
109 nehmen sie nur so ganz kleine Teile davon. #00:06:57-1#

110 I: Und was wären so für dich Vor- und Nachteile? (..) Jeweils, also von der Tierbestäu-
111 bung bzw. von der Windbestäubung? #00:07:04-8#

112 B3: Bei der Tierbestäubung #00:07:09-2#

113 [UNTERBRECHUNG - Vor Fenster fliegt Gegenstand herunter, beide Interviewpartner
114 kurz abgelenkt] #00:07:25-7#

115 I: Was hast du noch einmal gesagt, ich war ein bisschen abgelenkt durch das.
116 #00:07:28-7#

117 B3: [Lacht] Weil bei der Windbestäubung, da wachsen danach weniger Pflanzen nach,
118 und bei der Insektenbestäubung da wird es über so eine große Fläche verteilt. Da fliegt
119 ja nicht alles auf einem Fleck runter, sondern es wird halt ganz über die ganze Wiese...
120 #00:07:47-3#

121 I: Also warum glaubst du werden beim Wind dann weniger Pflanzen, oder wachsen we-
122 niger Pflanzen? #00:07:51-4#

123 B3: Weil beim Wind da trifft es ja nur ganz wenige Pflanzen. Dass halt den obersten
124 Nektar und nicht den ganz unten. #00:07:58-1#

125 I: Und ja. Könnte der Wind auch irgendwelche Vorteile haben? Bei der Bestäubung?
126 Was glaubst du? #00:08:06-6#

127 B3: Nein. #00:08:08-3#

128 I: Fällt dir nichts ein. Und bei... Könnte die Bestäubung durch Insekten einen Nachteile
129 haben? Einen Vorteil hast du ja schon gesagt eben. #00:08:15-5#

130 B3: [Lacht] #00:08:15-7#

131 I: Würde dir auch ein Nachteil einfallen? #00:08:18-0#

132 B3: Eigentlich jetzt nicht. #00:08:23-5#

133 I: Ok, ja. (..) Warum glaubst du gibt es trotzdem beides? Es gibt ja beides. #00:08:26-7#

134 B3: Weil, halt Wind war ja schon am Anfang von der Erdentstehung. Und die Insekten
135 haben sich ja aus manchen verschiedenen Tieren gebildet halt. #00:08:39-2#

136 I: Wie stellst du dir das vor das "aus anderen Tieren gebildet"? #00:08:42-6#

137 B3: Also zum Beispiel so, aus, so (..) Aus so ganz kleinen lebenden Tieren, die sich zu-
138 sammentan und halt... #00:08:51-4#

139 I: (...) Gut, ja. (..) Worin unterscheiden sich für dich Pflanzen, die durch den Wind be-
140 stäubt werden von welchen, die durch Tiere bestäubt werden? #00:09:01-4#

141 B3: Wie war nochmal die Frage? #00:09:04-6#

142 I: Wie unterscheiden sich Pflanzen, es gibt ja welche die werden durch Tiere bestäubt
143 (B3: Ja.) Und welche die durch Wind bestäubt werden. Worin unterscheiden sich die für
144 dich? Oder was könnten da die Unterschiede sein? #00:09:13-5#

145 B3: Eigentlich fast gar nichts. Außer, dass der Wind trifft ja jede Blume eigentlich. Und
146 halt das Insekt das fliegt ja nur bei, zum Beispiel bei einer großen Blumenwiese da
147 nehmen , gehen, fliegen sie ja nur bei einem Viertel von den Blumen hin. #00:09:31-6#

148 I: Ah ja. Aber so vom Aussehen her? Würdest du sagen gibt es... #00:09:35-8#

149 B3: Eigentlich nichts. #00:09:36-6#

150 I: Gut, ja. (...) Viele Pflanzen, die vom Wind bestäubt werden, die produzieren gar kei-
151 nen Nektar und sparen dadurch gewisse Energie. Warum gibt es dennoch viele Pflan-
152 zen, bei denen Nektar produziert wird? Was glaubst du? #00:09:53-4#

153 B3: Weil es gibt ja. Wind ist ja nicht jeden Tag, es kann auch mal ein windstiller Tag
154 sein. Wie im Sommer halt, wo es irgendwie ganz heiß ist. Oder es kann auch, sich zu
155 [UNSICHER]... Weil es werden ja auch immer mehr Bienen und Insekten, die werden
156 halt immer mehr und brauchen sie viel mehr Pflanzen, weil die nehmen dann mehr Nah-
157 rung auf. #00:10:16-9#

158 I: Also was ist der. (..) Also wieso wird der Nektar produziert also? Also welche Funktion
159 hat der? #00:10:24-9#

160 B3: Damit, damit der, Fortpflanzung halt. Dass diese Blumenart nicht ausstirbt sozusa-
161 gen. Und dass sich andere Tiere davon auch ernähren können. #00:10:34-6#

162 I: Ok, gut. (5) [Interviewer such nach den Fotos der Apfelblüte und von Angraecum
163 sesquipedale] So, jetzt die Fotos dann, (...) und zwar von zwei verschiedenen Blüten.
164 Da haben wir eine Apfelblüte vom Apfelbaum, die hast schon einmal gesehen sogar.
165 #00:10:50-6#

166 B3: Ja der, einen Apfelbaum habe ich zu Hause. [lacht] #00:10:52-9#

167 I: [Lacht] Ok ja gut, dann kennst du es wahrscheinlich. Und das ist eine Blüte von einer
168 Orchidee aus Madagaskar, das ist etwas spezielles. Und da ist so... Also die Blüte [In-
169 terviewer zeigt auf Apfelblüte] ist glaube ich klar, was da die Blüte ist. Und das da oben
170 [Interviewer zeigt auf Blüte von Angraecum sesquipedale] ist die Blütenblätter und da
171 geht dann, so wie eine Röhre rein... #00:11:06-5#

172 B3: Ja. #00:11:07-0#

173 I: Geht da hinten runter und die Röhre geht da unten weiter bis daher. #00:11:11-0#

174 B3: Ja. #00:11:11-2#

175 I: Was ist für dich der Unterschied zwischen den beiden? Wie würdest du sie unter-
176 scheiden? #00:11:15-3#

177 B3: Also, bei dem wird, wenn der Nektar produziert, halt ziemlich viel... #00:11:20-0#

178 I: Bei welchem, welcher? #00:11:21-4# #00:11:21-6#

179 B3: Bei der [Janine zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale] wird halt viel Nektar
180 produziert, weil es ist auch ein langer Schlauch, wo der Nektar gesammelt werden kann.
181 Und da [Janine zeigt auf Apfelblüte] wird eher weniger bestäubt, halt weniger produziert,
182 weil es ist, es hat nicht so einen langen Schlauch wie bei der Orchidee. (...) Und, es ist...
183 #00:11:39-8#

184 I: Wie wirkt sich das aus mit dem vielen Nektar, was glaubst du? #00:11:42-4#

185 B3: (4) Naja. (...) #00:11:49-5#

186 I: Oder was heißt das für die Pflanze, wenn sie ganz viel Nektar hat? Wie wirkt sich das
187 aus? #00:11:52-5#

188 B3: (...) Dann muss sie ihn ja irgendwie auch wieder los werden, damit sie wieder neuen
189 produzieren können. Aber ich weiß jetzt nicht wie das gehen soll. #00:12:01-0#

190 I: Was glaubst du, was für Tiere besuchen so eine Apfelblüte und was für so eine Orch-
191 idee? #00:12:06-2#

192 B3: Also, Bienen und noch andere Irgendwelche Insekten. Und da [Janine zeigt auf An-
193 graecum sesquipedale] vielleicht, weiß ich... Bei der Orchidee weiß ich eigentlich gar
194 nichts, wenn die da im Zimmer steht, da kommen ja keine Bienen, nicht immer so Bie-
195 nen rein. #00:12:19-9#

196 I: Ja, aber die wächst ursprünglich im Dschungel. Also was könnte da kommen?
197 #00:12:24-6#

198 B3: Also, halt alle [lacht] möglichen... #00:12:26-1#

199 I: Aber es stimmt, wenn sie so im Zimmer steht ist es schwierig natürlich. #00:12:28-5#

200 B3: [lacht] Alle möglichen Insekten halt so, Bienen oder andere. #00:12:33-3#

201 I: Und ja. Wieso glaubst du das? Wieso genau diese Tiere? #00:12:39-4#

202 B3: Weil es, weil Bienen, Insekten und so, ernähren sich auch von Nektar und so, halt,
203 aus den Nährstoffen, Nährstoffen die da drinnen sind. #00:12:52-5#

204 I: (...) Gut, was wollte ich noch fragen? (4) Haben die irgendetwas gemeinsam die bei-
205 den? #00:13:05-7#

206 B3: Es sind beides Blüten und produzieren Nektar. #00:13:08-5#

207 I: Ok. Gut, ja. Und zu der Pflanze, die hat ja ganz eine lange Röhre. Da habe ich noch
208 ein Foto dazu [Interviewer holt Foto von Xanthopan morgani], kennt man bis jetzt einen
209 einzigen Schmetterling, der einen so langen Rüssel hat um, um dann den Nektar gelan-
210 gen kann da. [Interviewer legt Foto von Xanthopan morgani auf den Tisch]. #00:13:24-
211 6#

212 B3: Wow. #00:13:25-5#

213 I: Was glaubst du, wie kommt es dazu, dass sich... Oder wie entwickeln sich so lange
214 Rüssellängen und Röhrenlängen? Wie kommt es zu so etwas? #00:13:35-0#

215 B3: Da, weil es ist ja auch immer ganz unten, da gibt es so einen speziellen Saft. Und

216 den mögen halt die Insekten, weil er halt ziemlich gut riecht und für sie halt ziemlich gut
217 schmeckt. Und darum haben sie die Rüssel halt immer so lange entwickelt. #00:13:46-
218 6#

219 I: Ja, und wie entwickelt sich das? #00:13:49-6#

220 B3: Also, es ist sozusagen eine, halt (..) zum Beispiel der Mund, die Nase halt wo ich
221 manchmal was aufnehme. Da, da ist ja so ein Rüssel angewachsen sozusagen. Und da
222 müssen sie ja auch ganz runterkommen um diesen Saft zu holen, weil der schmeckt
223 denen ja eigentlich am Besten vom Nektar. Da müssen sie ja doch ganz runterkommen.
224 Zum Beispiel gerade der Schmetterling. #00:14:15-2#

225 I: Ja, und wie glaubst du läuft die Entwicklung ab? Wird der einfacher dann länger ir-
226 gendwie, oder wie läuft... Wie wird der länger? Wie funktioniert das? #00:14:24-0#

227 B3: In dem er, einfach immer jedes Jahr wieder länger wird jetzt. #00:14:29-2#

228 I: Also bei einem Schmetterling wird er dann jedes Jahr länger? Oder wie stellst du dir
229 das vor? #00:14:36-2#

230 B3: Also er wird auch länger und es fällt auch ein kleines, altes [UNVERSTÄNDLICH]
231 verrottetes Stückchen auch wieder ab. Und, das. #00:14:46-3#

232 I: Und bei der Pflanze, wie kommt es da zu so langen Röhren? #00:14:50-3#

233 B3: Pflanzen haben sich einfach so gebildet. Weil manche Pflanzen produzieren mehr
234 oder weniger Nektar und dann, ja. #00:14:58-8#

235 I: Also du glaubst es hängt mit dem Nektar zusammen, wie viel Nektar dass (B3: Ja.)
236 produziert wird. Gut, jetzt waren wir sehr schnell. Hast alles, sehr viel erzählt. [UNVER-
237 STÄNDLICH] (6) Kannst du vielleicht noch einmal kurz wiederholen, was ist die Funkti-
238 on der Bestäubung? Wozu dient die Bestäubung? #00:15:22-5#

239 B3: Zur Fortpflanzung und nähren von anderen Säugetieren und Pflanzen. #00:15:30-3#

240 I: Gut, ja. (...) Was ist besonders wichtig bei der Bestäubung? #00:15:36-2#

241 B3: (4) Bestäubung (...). #00:15:43-5#

242 I: Damit es zu Stande kommt, was ist da wichtig? #00:15:45-7#

243 B3: Dass halt die Bienen am Leben bleiben und nicht immer von irgendwelchen Men-
244 schen jetzt totgeschlagen werden. Und dass es, dass sie halt, auch halt nicht zu viele
245 Grünflächen die Menschen halt roden. Dass auch Blumen wachsen können, die Bienen
246 dann auch überleben und der Nektar. #00:16:07-3#

247 I: Wozu würde das führen, wenn dann, irgendwie wenn viele Bienen totgeschlagen wür-
248 den. Zum Beispiel. #00:16:12-7#

249 B3: Dann (..) dann. [Lacht] #00:16:16-8#

250 I: Wie du gesagt hast. #00:16:17-4#

251 B3: Dann sterben halt viele Pflanzenarten aus, die 3zum Beispiel manche noch im
252 Dschungel zum Beispiel noch gar nicht erforscht wurden. #00:16:27-1#

253 I: (4) Gut ja. Und umgekehrt, wenn man irgendwie so die ganzen Wiesen abmähen wür-
254 de? #00:16:34-0#

255 B3: Dann würden die Bienen aussterben und die Insekten. Weil die ernähren sich ja
256 auch von Nektar. #00:16:40-8#

257 I: Gut, dann haben wir glaube ich alles. Sehr gut, danke.

Transkript – Interview Leon

- 1 I: Also, starten wir los. Hast du das Thema Bestäubung schon einmal gehört?
2 #00:00:04-8#
- 3 B4: Ja. #00:00:06-7#
- 4 I: Ja, wann war das, oder wo war das? #00:00:07-9#
- 5 B4: Also gehört eigentlich weniger aber mehr gesehen. #00:00:13-2#
- 6 I: Wo hast du das gesehen? #00:00:14-7#
- 7 B4: Im Garten von meiner Oma. Die hat dort dutzende von Blumen aufgereiht, also dut-
8 zende von Bienen und sonstigen Tierchen. #00:00:23-3#
- 9 I: Also, was hast du da beobachtet? #00:00:24-6#
- 10 B4: Sie sind zu den Pflanzen hingeflogen und haben den Nektar eingesammelt und der
11 ganze Pflanzenstaub ist auch noch drauf geblieben und das haben sie dann verteilt
12 beim Fliegen. #00:00:37-4#
- 13 I: Ja, welche... #00:00:37-5#
- 14 B4: Ohne dass sie es selber eigentlich irgendwie wollen. #00:00:40-0#
- 15 I: Ja, und welche Tiere sind dir da besonders aufgefallen? #00:00:42-8#
- 16 B4: Bienen. #00:00:43-5#
- 17 I: Bienen, ja. #00:00:45-2#
- 18 B4: Und Hummeln. #00:00:45-6#
- 19 I: Und Hummeln, ja. Und ja, aus welchen Gründen sind die Insekten hingeflogen glaubst
20 du? #00:00:52-7#
- 21 B4: Die Insekten? #00:00:54-1#
- 22 I: Was für Gründe haben die gehabt, ja? Also die Bienen, die Hummeln. #00:00:58-4#
- 23 B4: Wegen Nahrungsgründen wahrscheinlich. (...) #00:01:01-4#
- 24 I: Genau ja. #00:01:03-9#
- 25 B4: Weil die größeren Insekten fressen ja die Kleineren. #00:01:07-3#
- 26 I: Also, was meinst du mit die Größeren fressen die Kleineren? Fressen die Insekten
27 oder was haben die da? #00:01:15-1#
- 28 B4: Kleine Insekten halt. Kleine Tiere fressen die großen Insekten. #00:01:22-1#
- 29 I: Ok. Also. Ja, und wie stellst du dir das vor die Bestäubung, was passiert da?
30 #00:01:28-4#
- 31 B4: Also eine Biene landet auf der Blume und der ganze Staub bleibt hängen halt da-

32 rauf. Und wenn sie fliegt dann fällt das wieder runter. #00:01:40-0#

33 I: Also, während sie fliegt fällt dann der Staub runter? #00:01:43-0#

34 B4: Ja. #00:01:43-5#

35 I: Und wo landet der, oder? #00:01:44-6#

36 B4: Irgendwo auf dem Boden. Wenn man Glück hat, dann setzt sich dort eine neue
37 Blume an. #00:01:49-1#

38 I: Ok, ja. Und ja. Du hast schon einmal beobachtet, wie Tiere Blumen besuchen und
39 welche Eigenschaften kennst du von einem solchen Blumenbesucher, von der Hummel
40 oder von der Biene. #00:02:01-9#

41 B4: Sie haben meistens einen Bau, wo sie wirklich wohnen. Und sie fliegen dort immer
42 hin. Sie haben, sie suchen sich einen bestimmten Platz und fliegen immer dorthin, nie
43 woanders. #00:02:15-6#

44 I: Ja, und wie suchen sie so einen Platz aus? #00:02:18-3#

45 B4: Dort wo es die meisten Blumen gibt wahrscheinlich, oder die nahrungsreichsten
46 Blumen. #00:02:24-3#

47 I: Aber nach was suchen sie das aus, die nahrungsreichsten, wie finden sie das heraus
48 glaubst du? #00:02:28-9#

49 B4: Je nachdem wie viel Nektar drinnen ist. #00:02:32-4#

50 I: Ja, gut, ja. Und wenn du so bei deiner Oma geschaut hast so die Blumen an, dann hat
51 es wahrscheinlich ganz viele verschiedene Farben gegeben, (B4:Ja.) oder, von den
52 Blumen? #00:02:48-3#

53 B4: Ja. #00:02:48-6#

54 I: Wie erklärst du dir, dass es so verschiedene Farben gibt von den Blumen? #00:02:51-
55 2#

56 B4: Irgendwie genetisch bestimmt, oder sowas. (...) Verschiedene Arten halt. #00:03:00-
57 5#

58 I: Verschiedene Arten halt. Aber wieso gibt es verschiedene Farben, also dass es blaue
59 gibt, gelbe, rote? #00:03:06-4#

60 B4: Das weiß ich auch nicht. #00:03:08-9#

61 I: Aber was würdest du dir erklären, also wenn du es dir überlegst jetzt einmal.
62 #00:03:13-0#

63 B4: Wenn die Samen verschieden sind, sind höchstwahrscheinlich auch die Farben ver-
64 schieden. #00:03:18-3#

65 I: Ja, stimmt, ja. Könnte es eine Funktion haben die Farbe? Was für eine Funktion könn-
66 te die Farbe haben? #00:03:25-3#

67 B4: Also zum Beispiel, die Fresspflanzen haben meistens getarnte Farben und auch

68 noch eine Flüssigkeit zum Anlocken oder so etwas, damit Insekten hineinfliegen. Man-
69 che Blumen haben eine abschreckende Wirkung, dass sie nicht bestäubt werden oder
70 so was. #00:03:43-6#

71 I: Was bringt das, wenn sie nicht bestäubt werden? #00:03:46-1#

72 B4: Das ist quasi Schutz vor Tieren, dass sie nicht gefressen werden. #00:03:51-1#

73 I: Und, ja. Jetzt haben wir mal die Farbe. Es gibt auch verschiedene Düfte, was könnten
74 die Düfte was für eine Funktion haben, oder? #00:03:58-5#

75 B4: Um Insekten anzulocken oder abzuschrecken. #00:04:02-6#

76 I: Und, ja. Und die Abschreckung, glaubst du, wozu dient die Abschreckung? #00:04:07-
77 5#

78 B4: Dass sie nicht gefressen werden. #00:04:10-4#

79 I: Gut. Und wenn du jetzt irgendwie denkst an gelbe Blumen, da haben wir den Löwen-
80 zahn. Oder es gibt auch eine Schlüsselblume oder eine Primel, die ist auch gelb, aber
81 ganz anders geformt. Warum glaubst du sind die so unterschiedlich geformt, wie kommt
82 das zu so etwas? #00:04:24-7#

83 B4: (4) Die sind wahrscheinlich auch, dass die Tiere besser reinkommen oder je nach-
84 dem, dass sie weniger reinkommen. Wenn etwas lang ist, der Nektar ist ja immer ganz
85 unten. Wenn (...) ein langer, ein langer Blumenkopf darauf ist, dann kommen sie nicht
86 so leicht dran. #00:04:46-7#

87 I: Und was bringt so was, wenn sie nicht so leicht dran kommen? #00:04:50-0#

88 B4: Naja, es enthält ja auch Nährstoffe der ganze Nektar. Und wenn den Blumen die
89 ganzen Nährstoffe entzogen werden, dann ist das schlecht. #00:04:58-6#

90 I: Ja, und was ist dann mit den anderen. Also die jetzt nicht so lange Röhren haben?
91 #00:05:04-1#

92 B4: Von denen wird alles abgesammelt. So nach und nach werden die Nährstoffe ent-
93 zogen daraus. Deswegen wird auch meistens dann immer der Platz gewechselt.
94 #00:05:15-6#

95 I: Weil sie Nährstoffe, meinst? #00:05:17-5#

96 B4: Ja. #00:05:18-1#

97 I: Ok. Ok gut, ja. Und wenn du dir mal jetzt so eine Nektarsuche vorstellst bei Insekten.
98 Also du bist bei deiner Oma im Garten und wie läuft in deiner Vorstellung so ein Nektar-
99 suchflug ab von einem Insekt? #00:05:30-6#

100 B4: Also sie fliegen auf jeden Fall in Gruppen, teilen sich dann auf und suchen. Und
101 wenn eine etwas gefunden hat, dann fliegen sie zurück zum Schwarm und informieren
102 alle, dass sie nur dort hin sollen. #00:05:42-7#

103 I: Und, ja, wenn sie dann eine Blume besucht haben, wie fliegen sie dann weiter? Also
104 das Insekt? #00:05:49-9#

105 B4: Dann fliegen sie einfach zurück zum Bau. #00:05:54-5#

106 I: Und, ja. Und so Insekten besuchen die dann mehrere Blumen nacheinander oder im-
107 mer nur eine? #00:06:01-3#

108 B4: Mehrere. #00:06:04-9#

109 I: Und wie läuft das ab? #00:06:08-6#

110 B4: Sie landen auf der einen.(..) Dann fliegen sie einfach wieder weg und landen auf der
111 anderen. Das bleibt automatisch hängen. #00:06:17-4#

112 I: Und was bleibt da nochmals hängen? #00:06:20-6#

113 B4: Der Nektar.(..) Und eben auch der Blumenstaub zum Bestäuben, aber den wollen
114 sie eigentlich gar nicht sammeln. #00:06:29-2#

115 I: Ok ja. Und kennst du noch weitere Formen von der Bestäubung? Also jetzt mal, also
116 Tiere haben wir jetzt gehabt, also Insekten die bestäuben. Gibt es da noch andere Mög-
117 lichkeiten? #00:06:38-6#

118 B4: Ja, zum Beispiel (I: Welche?) die Mohnkapsel, glaube ich. Wenn da der Wind weht,
119 dann geht sie hin und her und es fallen immer ein paar Samen raus. Die werden dann
120 verteilt von selber. #00:06:54-2#

121 I: Ja, wie hängen. Du hast jetzt gesagt Samen. Wie hängen Samen und Bestäubung
122 zusammen? #00:06:58-1#

123 B4: Naja, wenn man... Wenn bestäubt wird, dann wächst auch vielleicht eine neue
124 Pflanze und das gleiche mit den Samen. #00:07:07-3#

125 I: Gut. Ja. Und worin unterscheiden sich bei dir Pflanzen, die durch den Wind bestäubt
126 werden durch welche, die durch Tiere bestäubt werden? #00:07:20-4#

127 B4: Die durch Tiere bestäubt werden sind mehr offen. Und die sich vor durch den Wind
128 bestäubt werden haben mehr geschlossene Kapseln. #00:07:29-8#

129 I: Und warum glaubst du das, oder? Warum sind die so geschlossen? #00:07:34-5#

130 B4: Sonst könnten ja Tiere, die könnten das Ganze ja auffressen die Samen. #00:07:41-
131 1#

132 I: Ja. Und gibt es Vor- und Nachteile? Also gibt es einen Vorteil wenn die Tiere als Be-
133 stäuber, oder Nachteile? #00:07:50-4#

134 B4: Ja der Vorteil ist bei der Tierbestäubung, dass die, dass das auch wissentlich wei-
135 tergetragen werden kann zum Bestäuben. #00:07:56-9#

136 I: Könnte es auch einen Nachteil geben? #00:07:59-4#

137 B4: Ein Nachteil. (..) Nicht wirklich. Ja eben, dass viele Nährstoffe entzogen werden
138 auch. #00:08:08-4#

139 I: Und bei der Windbestäubung, was könnte da ein Vor- oder Nachteil sein? #00:08:12-
140 1#

141 B4: Also der Vorteil ist, dass nicht so viele Nährstoffe entzogen werden, weil eben nur
142 die Samen verteilt werden und nicht auch noch mehr weggenommen wird, wie zum Bei-
143 spiel der Nektar bei den Pflanzen. Und der Nachteil ist halt, dass man kann es... es wird
144 nicht so weit verteilt. Sie können sich nur sehr langsam fortbewegen (I: Ja.) den Sa-
145 men. #00:08:36-0#

146 I: Und ja, du hast jetzt wieder Samen gesagt jetzt. Wie hängt bei dir der Samen und der,
147 wie hast du gesagt, Blumenstaub hast du glaube ich gesagt habt. Wie hängt das zu-
148 sammen? (...) [UNVERSTÄNDLICH] #00:08:46-5#

149 B4: Naja, aus beiden kann irgendwie eine Pflanze werden. #00:08:50-2#

150 I: Und wie wird daraus eine Pflanze? #00:08:54-1#

151 B4: Also vom Samen weiß ich es genau. Wenn er auf die Ebene fällt, und es genug
152 regnet und genug Sonne hat, dann platzt der Samen auf (..) (I: Und beim Staub, was du
153 gesagt hast? Wie geht das da?) und eine neue Pflanze wächst. Das weiß ich nicht so
154 ganz genau. #00:09:12-4#

155 I: Also, wie würdest du dir das vorstellen? Weil du hast ja gesagt, dass die Insekten
156 eben den herum transportieren den Staub. Aber wie wird dann der zu einer neuen
157 Pflanze in deiner Vorstellung? #00:09:22-5#

158 B4: Weiß nicht. #00:09:25-3#

159 I: Aber wie stellst du dir das vor? (...) Es geht ja nicht darum was du weißt, sondern was
160 du dir vorstellst. #00:09:34-6#

161 B4: Der Staub... Aus dem Staub kommen so Pflanzen raus irgendwie, sich das auch in
162 den Boden einsickern und sich dort eine Pflanze entwickelt. #00:09:44-5#

163 I: Ok gut, das haben wir jetzt auch schon. (..) Es gibt viele (..) durch den Wind bestäubte
164 Pflanzen, die produzieren gar keinen Nektar. Warum gibt es trotzdem so viele Pflanzen
165 die Nektar produzieren. #00:10:03-0#

166 B4: Hmm... (...) Was. #00:10:06-5#

167 I: Was glaubst du? #00:10:07-2#

168 B4: Vielleicht brauchen sie ja auch irgendwelche Extra-Nährstoffe, die sie nur durch den
169 Nektar kriegen. Oder so was in der Art. #00:10:14-1#

170 I: Wer braucht das? #00:10:16-0#

171 B4: Die Pflanzen. #00:10:17-8#

172 I: Also. Kannst du es noch einmal zusammenfassen? Die Pflanzen produzieren Nektar,
173 warum? #00:10:25-7#

174 B4: Naja, dass sie selbst mehr Nährstoffe haben. Als quasi Nährstoffvorrat (..) und der
175 wird ungewollt von den ganzen Bienen und Hummeln dann abgesammelt. #00:10:40-
176 6#

177 I: Gut, ja. Dann kommen wir zu den Fotos noch. Ob du's vorher eh schon gesagt hast so

178 etwas. [Fotos von der Apfelblüte und von Angraecum sesquipedale werden auf den
179 Tisch gelegt]. Da haben wir zwei verschiedene Blumen haben wir da. #00:10:55-9#

180 B4: Ja. #00:10:57-0#

181 I: Ok, das ist eine Apfelblüte ist das. Genau, vom Apfel kennst du das? #00:11:01-1#

182 B4: Ja. #00:11:01-8#

183 I: Und das ist so eine Orchidee aus Madagaskar, ganz exotisch. Und die hat schon so
184 wie du gesagt hast eine ganz lange. B4: Die Orchideen sind giftig.) Ja, gibt es auch wel-
185 che. Und die hat so, wie du gesagt hast so eine ganz lange Röhre. Da ist oben die Blüte
186 und da geht es innen rein, bis da nach unten, wo ganz unten der Nektar drin ist. So et-
187 was hast du vorher schon einmal gesagt gehabt? #00:11:19-4#

188 B4: Ja. #00:11:19-7#

189 I: Worin unterscheiden sich die für dich, diese zwei? #00:11:24-3#

190 B4: Also da [Leon zeigt auf das Bild von Angraecum sesquipedale] geht es weit hinunter
191 und unten ist der Nektar drinnen, dass eben nicht zu leicht dieser Nektar weggenommen
192 wird. Und die [Leon zeigt auf das Bild der Apfelblüte] sind weniger geschützt, weil die
193 brauchen weniger Nährstoffe, weil sie ja recht groß sind der ganze Baum. Und der hat
194 viel von den Blüten. Es hängt auch mit der Größe zusammen. #00:11:45-1#

195 I: Also, also wie glaubst du mit der Größe, dass es zusammenhängt? Also... #00:11:50-
196 2#

197 B4: Naja, je größer desto mehr, desto kürzer können die Röhren sein, kleiner.
198 #00:11:54-7#

199 I: Und ja, und welche Besucher kommen da zu solch einer Blüte? [Interviewer zeigt auf
200 Bild mit der Apfelblüte] Was glaubst du welche Tiere? #00:12:03-0#

201 B4: Hauptsächlich Bienen. #00:12:04-1#

202 I: Warum glaubst du die Bienen? #00:12:05-5#

203 B4: (4) Bienen, Hummeln solche halt. Da [Leon zeigt auf das Bild von Angraecum
204 sesquipedale] kommen ja welche mit rüsselähnlichen zu der Orchidee. #00:12:17-2#

205 I: Genau, ja. Und, ja. Wo... Bei welcher von den beiden können mehr verschiedene Be-
206 stäuber hinkommen oder Besucher hinkommen? #00:12:29-8#

207 B4: Bei der Apfelblüte. #00:12:30-8#

208 I: Und warum denkst du das? #00:12:32-7#

209 B4: Naja, weil die ist recht offen und da braucht man irgendwie keinen langen Rüssel-
210 sauger oder sonst irgendwas. #00:12:38-9#

211 I: Ok gut, ja. Ja. Da braucht man, was braucht man da dazu, damit man an den Nektar
212 kommt? #00:12:45-9#

213 B4: Etwas zum raus saugen. #00:12:47-0#

214 I: Etwas zum raus saugen. Und da habe ich so etwas da [Interviewer legt Foto von Xan-
215 thopan morgani auf den Tisch], der Besucher von der, ein Schmetterling mit einem ur-
216 langen Rüssel. Und, eine Frage noch: Wie glaubst du können sich so etwas entwickeln,
217 so ganz lange Rüssellängen, oder so lange Röhrenlängen. Wie kommt es dazu?
218 #00:13:03-4#

219 B4: Angepasst. #00:13:05-0#

220 I: Ja, und wie meinst du.... #00:13:07-0#

221 B4: Speziell angepasst an die Natur. #00:13:09-1#

222 I: Wie kommt es zu so einer Anpassung? #00:13:12-5#

223 B4: Der [Leon zeigt auf das Bild von Xanthopan morgani] ernährt sich höchstwah-
224 scheinlich von dem Nektar eben aus solchen Blüten. Und hat sich deswegen so ange-
225 passt daran. Und bei dem da [Leon zeigt auf das Bild von Angraecum sesquipedale], die
226 haben sich sicher irgendwann angepasst, dass eben nicht, nicht zu viel entzogen wird.
227 #00:13:30-5#

228 I: Und wie läuft das aber ab, die Anpassung. Wie, wie kommt es zu so einem langen
229 Rüssel bei dem Schmetterling? Was glaubst du da? #00:13:36-8#

230 B4: Irgendwas hat sich umgebildet in einen Rüssel. Der Mund hat sich in einen Rüssel
231 umgebildet. #00:13:46-3#

232 I: Und ja. Und wie kommt es zu einer so langen Röhre da bei der, bei der Pflanze?
233 #00:13:52-8#

234 B4: Das hier unten [Leon zeigt auf den Sporn von Angraecum sesquipedale] hat sich
235 stark vergrößert, nach hinten gezogen dass die Nährstoffe nicht so leicht entzogen wer-
236 den. #00:14:04-0#

237 I: Genau, ja. Und was glaubst du, wie lange dauert so etwas, oder wie kommt es zu so
238 einer Anpassung? #00:14:12-4#

239 B4: Mehrere hundert Jahre. #00:14:18-1#

240 I: Genau. Gut, dann haben wir es eh schon so weit. Danke.

Transkript – Interview Maria

- 1 I: Bist du bereit? #00:00:01-4#
- 2 B5: Mhm. #00:00:02-4#
- 3 I: Dann starten wir los. Hast du schon einmal vom Thema Bestäubung gehört?
4 #00:00:06-5#
- 5 B5: Ja. #00:00:07-4#
- 6 I: Ja, und was hast du da gehört? #00:00:08-9#
- 7 B5: Also, es hat auf ganz jeden Fall etwas mit Blumen und ich glaube auch was mit Bie-
8 nen zu tun. #00:00:15-3#
- 9 I: Ok, und was hat es damit zu tun, wenn du es schon mal gehört hast? #00:00:18-4#
- 10 B5: Naja, ich glaube die Bienen bestäuben die Blumen, oder irgend so was in der Art.
11 #00:00:24-5#
- 12 I: Ja, warten wir ein bisschen bis die vorbei sind. [Unterbrechung, Gruppe SchülerInnen
13 geht vorbei #00:00:29-1# #00:00:39-8# Gut, so jetzt sind sie weg. Und was glaubst du,
14 was passiert da? Wie stellst du dir das vor? #00:00:44-0#
- 15 B5: Das weiß ich nicht so genau. #00:00:48-8#
- 16 I: Nicht so genau? Ok gut, ja. Hast du vielleicht schon mal in der Wiese beobachtet wie
17 so Tiere Blumen besuchen? Hast (B5: Ja.) du da schon einmal zugeschaut? Was ist dir
18 da aufgefallen? #00:01:02-3#
- 19 B5: Also die Bienen nehmen sich nicht immer nur eine Blume, sondern sie fliegen halt
20 immer zu einer anderen. #00:01:09-9#
- 21 I: Und was ist dir da aufgefallen? Was für Blumen suchen sie da aus? Oder, welche flie-
22 gen sie da an? #00:01:15-1#
- 23 B5: Weiß ich nicht, irgendwelche Blumen halt. [lacht] #00:01:20-4#
- 24 I: Und welche Tiere sind dir da aufgefallen besonders? #00:01:22-8#
- 25 B5: Bienen und halt kleinere Insekten sind auch da herum. #00:01:28-4#
- 26 I: Und was glaubst du warum fliegen die da herum? Was machen die da? #00:01:33-4#
- 27 B5: Nahrungssuche? #00:01:34-8#
- 28 I: Was für Nahrung könnte das sein? Was würdest du dir überlegen? #00:01:38-3#
- 29 B5: Blätter, oder Insekten fressen andere Insekten, zum Beispiel die Ameisen. Oder (..)
30 für den Bau irgendwas, ja. #00:01:50-9#
- 31 I: Gut, ja. (...) Ja. Ok, kennst du jetzt verschiedene Eigenschaften von den Insekten, die
32 da hingeflogen sind? #00:02:00-5#
- 33 B5: Das waren Bienen und es waren (...) Hummeln waren auch ein paar dabei, aber die

34 sind nur kurz sitzen geblieben. Ja, sonst waren glaube ich eh keine. #00:02:14-3#

35 I: Ja. Und was glaubst du, warum sind die einen nur kurz sitzen geblieben und die ande-
36 ren länger? (...) Hast du dir da Gedanken darüber gemacht? #00:02:20-5#

37 B5: Naja, weil die einen müssen sie vielleicht bestäuben und die anderen (..) machen
38 nur eine Pause oder so was. [lacht] #00:02:27-5#

39 I: [lacht] Ok, ja. Eine Pause auf den Blumen. (4) Gut, ja. Und also, aus welchem Grund
40 glaubst du besuchen sie die Blumen dann? Du hast ein paar Sachen schon gesagt ge-
41 habt. #00:02:39-5#

42 B5: Also die Bienen möchten ja Honig und halt da brauchen sie so Stoffe, oder irgend
43 so etwas halt. Dann fliegen sie halt wieder in den Bau und machen daraus Honig.
44 #00:02:51-3#

45 I: Ok, ja. Und, ja. Und du hast sicher schon gesehen, dass es ganz viele verschiedene
46 Farben gibt dann bei den Blumen. #00:02:58-3#

47 B5: Mhm. #00:02:59-0#

48 I: Warum glaubst du gibt es so verschiedene Farben? (B5: Weil jede Blume, also) Wie
49 würdest du dir das erklären? #00:03:01-1#

50 B5: Jede Blume ist anders. Sie haben zum Beispiel andere Wurzeln, manche haben halt
51 Zwiebeln als Wurzeln oder (..) was kann noch sein? Weiß nicht, die sind halt alle ver-
52 schieden? #00:03:20-7#

53 I: Könnte vielleicht die Farbe eine Funktion haben? Überleg dir das einmal. #00:03:24-
54 7#

55 B5: (6) Irgendeine werden sie schon haben. [lacht] #00:03:32-0#

56 I: Würde dir spontan was einfallen? Einfach nur, was du dir vorstellst. #00:03:36-8#

57 B5: (4) Im Moment nicht. Ich weiß nur zum Beispiel Schmetterling diese Augen zum Ab-
58 schrecken. Aber bei den Blumen, ich weiß nicht. #00:03:48-5#

59 I: Nichts vorstellen so. Gut, ja. Und wenn du jetzt denkst, es gibt ja ganz viele verschie-
60 dene Farben, aber von einer Farbe gibt es ja auch verschiedene Formen. Also wenn du
61 jetzt hast, zum Beispiel Löwenzahn ist gelb oder sonst eine Schlüsselblume ist auch
62 gelb. Die sind ja ganz anders geformt. #00:04:02-8#

63 B5: Mhm. #00:04:03-5#

64 I: Wie erklärst du dir die unterschiedlichen Formen? #00:04:05-4#

65 B5: (7) Weiß ich auch nicht, aber es wird schon irgendwie (..) Ich weiß jetzt nicht genau.
66 #00:04:19-5#

67 I: Nein, aber was glaubst du mit was es zusammenhängt? Nicht was du weißt, sondern
68 was du einfach glaubst. Mit was könnte es zusammenhängen? #00:04:25-6#

69 B5: Mit den Wurzeln.[lacht] Oder (...) ja, weiß nicht. #00:04:37-3#

70 I: Gut, ja. #00:04:39-0#

71 B5: Weil wir haben über Blumen geredet, also nur das eine Thema haben wir noch
72 nicht. #00:04:43-7#

73 I: Ja, das kommt jetzt am Ende von dem Jahr, wo ihr das genauer macht eben.
74 #00:04:46-6#

75 B5: Ja. #00:04:46-9#

76 I: Und, ja. Wenn du dir jetzt vorstellst, so ein Insekt sucht da wieder was, sucht da Nah-
77 rung eben. Wie stellst du dir so einen Flug vor, wie läuft der ab in deiner Vorstellung?
78 #00:04:57-9#

79 B5: (..) Also. Die meisten Tiere haben ja gute Nasen und da tun sie halt das alles er-
80 schnüffeln. Und wenn sie halt was gefunden haben, nehmen sie es einfach in ihr Maul,
81 oder die Ameisen nehmen es halt so zum Beispiel also mit dem Rücken, oder ich weiß
82 es nicht genau. Oder nein. Ja, dann gehen sie halt nach Hause, fressen es oder lassen
83 es wie die Eichhörnchen für den Winter, oder, oder für den Frühling. Ja, es, ja sowas
84 halt. #00:05:34-8#

85 I: Und, also wenn jetzt... #00:05:36-7#

86 B5: Und dann gehen sie schlafen. #00:05:37-7#

87 I: Ja. Und wenn ein Insekt eine Blume besucht hat, wie fliegt das dann nachher weiter?
88 Wohin fliegt das dann? #00:05:42-5#

89 B5: Naja, dann geht die Blume halt wieder, die Blume... Die Biene wieder nach Hause,
90 also zu ihrem Bau und dann tut sie das, die tut das so... (4) Ich weiß nicht genau, sie
91 macht das (..) einfach zu Honig. [lacht] (..) Halt die ganzen... #00:06:02-4#

92 I: Also wenn sie zu einer Blume fliegt, fliegt sie dann weiter zu anderen Blumen noch,
93 oder fliegt sie dann sofort zurück in den Bau? Was glaubst du? #00:06:08-7#

94 B5: Nein, ich glaube sie fliegt zu der nächsten und wenn sie ein paar Blumen durch hat,
95 dann fliegt sie glaube ich nach Hause in den Bau. #00:06:16-1#

96 I: In deiner Vorstellung, wie schaut es da aus, fliegt ein Insekt dann von einer Blume zu
97 einer Blume von der gleichen Art oder zu einer anderen Art? Wie ist das bei deiner Vor-
98 stellung? #00:06:26-1#

99 B5: (..) Ich glaube aber nicht, dass so viele nebeneinander sind. Also ich würde sagen
100 auf verschiedene Blumen. #00:06:39-0#

101 I: Ok. Dann, ja. Kennst du weitere Formen von der Bestäubung? Also du hast jetzt ge-
102 habt Bestäubung durch Bienen und so weiter. Könnte es da noch andere Möglichkeiten
103 geben? #00:06:49-7#

104 B5: (4) Weiß... Also von den Tieren die das machen? #00:06:57-3#

105 I: Naja, mal vielleicht ohne Tiere sogar? Also Tiere hast du auch schon ein paar aufge-
106 zählt. Da hast du die Biene vorher schon gehabt vorher, oder hast du glaube ich aufge-
107 zählt gehabt. #00:07:06-2#

108 B5: (5) Mir fällt jetzt nix ein.(6) Weiß jetzt nix. #00:07:17-1#

109 I: Fällt dir nix ein? #00:07:18-1#

110 B5: Nein. #00:07:19-1#

111 I: Ok, gut. Dann lassen wir das mal weg da. Und es gibt, ja (...) Also es gibt [Interviewer
112 holt Bilder der Apfelblüte und von Angraecum sesquipedale hervor] Also ich habe zwei
113 verschiedene Blüten mitgebracht, Bilder von Blüten. #00:07:39-7#

114 B5: Oh, Gott. #00:07:40-4#

115 I: Das ist eine Apfelblüte, die hast (B5: Ah, ja.) vielleicht schon einmal gesehen, von ei-
116 nem Apfelbaum eben. Und das da hast du wahrscheinlich noch nicht gesehen, das ist
117 so eine Orchidee aus Madagaskar. #00:07:49-6#

118 B5: Cool. #00:07:50-5#

119 I: Und, ja da [Interviewer zeigt auf Bild der Apfelblüte] ist die Blüte eh ganz klar. Und da
120 [Interviewer zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale] ist die Blüte da oben so.
121 #00:07:54-3#

122 B5: Die ist so eckig. #00:07:55-6#

123 I: Ja, da geht so eine Röhre rein dann und die Röhre geht dann so unten so weiter bis
124 daher [Interviewer zeigt auf den Sporn von Angraecum sesquipedale]. Und die Frage an
125 dich ist jetzt, wie unterscheiden sich die für dich, oder wo liegen für dich da die größten
126 Unterschiede? #00:08:06-3#

127 B5: Also von der, von der Form auf jeden Fall. Und die [Maria zeigt auf Bild von Angraecum
128 sesquipedale] hat so die Blätter, also die ist also wächst so gerade rauf. Und die
129 [Maria zeigt auf Bild von der Apfelblüte] wachsen, können die Blätter so schräg so
130 wachsen. #00:08:21-4#

131 I: Und was meinst du mit der Form von der Blüte? Was ist für dich der größte Unter-
132 schied da? #00:08:25-7#

133 B5: Also die [Maria zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale] ist da so eckig, so halt.
134 Und die [Maria zeigt auf Bild von der Apfelblüte] ist halt da so rund. (..) Und (...) da [Ma-
135 ria zeigt auf Bild der Apfelblüte] wachsen die Blätter überall so. Da zum Beispiel könnte
136 jetzt ein Insekt, könnte da überall halt von verschiedenen essen, verschiedene Blätter.
137 Und da [Maria zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale] ist es alles von da unten so.
138 #00:08:50-4#

139 I: (...) Ja. #00:08:52-5#

140 B5: Und da dieses, die, die, die Blü... nicht Blüte? Wie heißt dieses da, in der Mitte die-
141 ses [Maria zeigt auf die Staubblätter der Apfelblüte]? #00:09:00-3#

142 I: Das Gelbe da meinst du, oder was? #00:09:02-0#

143 B5: Ja, das Gelbe. Wie heißt das? #00:09:03-2#

144 I: Ja das ist ein Teil von der Blüte, das sind die Staubblätter heißen die. #00:09:06-5#

145 B5: Ich sag mal die Blüte halt, die beiden sind da glaube ich auch verschieden so weit
146 ich sehe. #00:09:15-2#

147 I: Und wie sind sie da verschieden? Oder. Da [Interviewer zeigt auf das Bild der Apfel-
148 blüte] sieht man sie nicht so gut, weil das weiter weg ist da. #00:09:20-8#

149 B5: Die wächst halt auch auf einem Baum und die wächst halt aus der Erde hinaus die
150 Blume. Also ja, sozusagen. #00:09:29-9#

151 I: Ja. Vielleicht nochmal das da. Es geht da rein oben eben und geht dann so wie eine
152 Röhre runter da. [Interviewer zeigt auf den Sporn von Angraecum sesquipedale]
153 #00:09:36-1#

154 B5: Mhm. [bejahend] #00:09:36-9#

155 I: Was für einen Unterschied könnte das machen? Was glaubst du? #00:09:41-8#

156 B5: Also dass da kein Wasser hängen bleibt oder so. Und da könnte schon irgendwie
157 hängen bleiben. #00:09:49-4#

158 I: Und denken wir jetzt so an Blütenbesucher. Welche Besucher würdest du glauben
159 kommen zu so einer Blüte und welche kommen zu so einer Blüte? #00:09:57-1#

160 B5: Also das ist ja so ein Apfel Dingsbums, also von den Äpfeln her, von den Früchten,
161 wenn das runter fällt, dann fressen es auch manchmal die Igel, halt im Herbst oder so.
162 Und bei der? Ob es Bienen in Madagaskar gibt, glaube ich eher nicht. Aber kann sein.
163 #00:10:18-1#

164 I: Aber wer besucht direkt die Blüten? Du hast gesagt der Apfel, der kommt ja dann spä-
165 ter wenn es fertig ist. Aber die Blüten, wer würde das besuchen? #00:10:27-6#

166 B5: (...) Das ist ja ein Baum. Also müsste es irgendein Tier sein, dass Fliegen kann oder
167 klettern kann. Die Biene oder (...) #00:10:39-8#

168 I: Und was schätzt du da [Interviewer zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale]? O-
169 der, was glaubst du da was für ein Tier? #00:10:44-1#

170 B5: (5) Das weiß ich nicht. Bienen wird es in Madagaskar nicht geben. Und andere Tie-
171 re, halt so wie Hummeln oder so, die tun das glaube ich nicht. #00:11:00-0#

172 I: Da kann ich dir einen Hinweis geben. Also, da kann man eben so reingehen und ganz
173 unten drin ist der Nektar. #00:11:10-9#

174 B5: Wo unten? Wo da unten? #00:11:13-2#

175 I: Da unten drinnen [Interviewer zeigt auf den untersten Teil des Sporns von Angraecum
176 sesquipedale]. Also die Blüte fängt da oben an. #00:11:15-3#

177 B5: Ja. #00:11:15-5#

178 I: Und dann ist wie so ein Tunnel rein, so eine Röhre. Die geht nach unten bis daher.
179 #00:11:21-0#

180 B5: Bis zu dem kleinen Grünen? #00:11:22-6#

181 I: Ja genau, bis da unten hin. #00:11:23-8#

182 B5: Und da ist der Nektar drinnen? #00:11:25-4#

183 I: Genau, also unten ist ganz ein süßer Saft eben. #00:11:27-1#

184 B5: Ah. (5) Dass die Tiere halt da herkommen und da den Nektar suchen [Maria zeigt
185 auf das untere Ende des Sporns von *Angraecum sesquipedale*] halt. #00:11:39-2#

186 I: Gut. Mal schauen, Fragen dazu, ob wir noch etwas haben. (5) Genau. Wo glaubst du,
187 bei welcher der beiden Blüten gibt es mehr verschiedene Besucher? Bei welcher der
188 beiden? #00:11:53-4#

189 B5: Verschiedene. Dann würde ich jetzt. Ja ich würde die sagen [Maria zeigt auf Bild
190 von der Apfelblüte], da gibt es mehr Besucher. #00:12:03-4#

191 I: Warum glaubst du das? #00:12:04-7#

192 B5: Naja. Eichhörnchen klettern ja gerne auf Bäume. Oder Bienen holen den Nektar o-
193 der (...) ja ich weiß nicht genau. #00:12:19-5#

194 I: Ja. Was glaubst du machen die Eichhörnchen da? Du hast gerade gesagt Eichhörn-
195 chen. #00:12:23-6#

196 B5: Die Eichhörnchen könnten sich da drin ein, einen Schlafplatz suchen, halt im
197 Stamm, wenn da so eine Wölbung ist, oder wie auch immer das heißt. Setzen sie sich
198 da rein und machen Winterruhe oder was weiß ich. [hustet] #00:12:44-7#

199 I: Aber macht der was mit den Blüten, die Eichhörnchen? #00:12:46-8#

200 B5: Glaube nicht. #00:12:50-7#

201 I: Ok, gut. Dann zu der Blüte [Interviewer verweist auf das Bild von *Angraecum*
202 *sesquipedale*] habe ich noch was. Da gibt es so einen Besucher, das ist so ein Schmet-
203 terling mit so einem ganz langen Rüssel, den du da siehst. #00:12:58-9#

204 B5: Ach so. Ich dachte das wäre irgendein Falter. #00:13:02-1#

205 I: Ja, ja genau. Das ist so ein Falter eben. Und der kann mit seinem Rüssel da den Nek-
206 tar raus saugen eben. Der steckt ihn oben so rein... #00:13:09-1#

207 B5: Warte. Der steckt ihn da [Maria zeigt auf das untere Ende des Sporns von *Angrae-*
208 *cum sesquipedale*] rein? #00:13:10-8#

209 I: Nein, da oben rein. Und das ist (B5: Ach so.) wie so ein durchgehender Tunnel eben
210 und kann unten Nektar raus saugen. Und wie würdest du dir erklären jetzt eben, wie
211 können sich so lange Rüssellänger oder Röhren entwickeln? Was glaubst du, wie pas-
212 siert sowas? #00:13:27-0#

213 B5: Wie sich die entwickeln? (..) Das weiß ich nicht. #00:13:32-8#

214 I: Ja, aber was glaubst du? Oder was würdest du dir erklären? #00:13:35-8#

215 B5: Also einfach dass sie so ab, so (..) nein ich weiß nicht wie das entstehen könnte.
216 Nein, keine Ahnung. #00:13:52-4#

217 I: Probier selber eine Erklärung zu finden. #00:13:55-1#

218 B5: (6) Vielleicht sind die halt (5) #00:14:09-2#

219 I: Na gut, betrachten wir mal eines. Beim Schmetterling, wie kommt es da zu so etwas?
220 #00:14:13-1#

221 B5: Naja, die werden halt einfach so geboren. [lacht] Also, ja. #00:14:20-1#

222 I: Und bei den Pflanzen? #00:14:25-7#

223 B5: [hustet] Ich würde sagen, das ist so wie bei den Blättern, die kommen halt einfach.
224 Und dann irgendwann sterben sie ab und dann kommt wieder ein Neues. Oder so. Aber
225 da nicht [Maria zeigt auf Bild von Xanthophan morgani], nur bei den Pflanzen. [hustet]
226 #00:14:43-3#

227 I: Gut, gut. Du hast vorher gesagt gehabt, bei der anderen Blüte können mehr verschie-
228 dene Besucher kommen eben. #00:14:56-3#

229 B5: Mhm. #00:14:56-6#

230 I: Was für... Warum gibt es Pflanzen, bei denen ganz viele Besucher ausgeschlossen
231 werden vom Besuch? #00:15:03-9#

232 B5: Naja. Es kommen schon welche. Also. Aber ich glaube, dass halt da mehr kommen,
233 weil... Die ist in Madagaskar? #00:15:17-5#

234 I: Die ist in Madagaskar, ja. #00:15:18-3#

235 B5: Dort gibt es halt glaube ich nicht so viele Tiere, die halt Nektar sammeln, weil (..) Ja,
236 halt wie sollten die dorthin kommen. Würde ich halt einmal sagen, ich weiß es nicht
237 aber. #00:15:35-2#

238 I: Was könnten so vor oder Nachteile sein von einer Blume, wo ganz viele Tiere hin-
239 kommen, oder Insekten hinkommen zum Besuchen? #00:15:42-5#

240 B5: Die Vorteile. Dass sie halt zum Beispiel besser wächst, also wächst besser. Oder
241 dass sie (7) #00:15:57-7#

242 I: Wozu glaubst du, dient die Bestäubung? #00:16:02-0#

243 B5: Damit die Blumen nicht absterben und damit die (...) Bie... die Biene irgendwelche
244 Nährstoffe hat von der Blume, oder irgendwas. Wüsste ich jetzt nix. #00:16:18-4#

245 I: Ja. Also warum glaubst du eben, gibt es Pflanzen die Nektar produzieren? Warum
246 wird da Nektar produziert? #00:16:26-3#

247 B5: (4) Weil sie sonst absterben würden, oder halt. #00:16:37-5#

248 I: Wieso glaubst du, dass sie absterben würden? Wie denkst du dir das? #00:16:41-6#

249 B5: Also, das weiß ich nicht. Das könnte ja sein. (..) Also ich würde sagen, dass ist halt
250 wie wenn man einem Menschen die Hand abschneiden würde, dann ist es ja auch,
251 könnte man auch verbluten. Oder wenn man ihr alle diese, diese Blütenblätter abreißen
252 würde, würde sie ja auch nicht mehr eine Blume sein. [hustet] #00:17:09-1#

253 I: Gut. Fällt mir noch was ein? #00:17:13-0#

254 B5: Aber diese [Maria zeigt auf das Bild von Angraecum sesquipedale] schaut irgendwie
255 schöner aus. #00:17:14-5#

256 I: Die gefällt dir besser? Ja? #00:17:16-0#

257 B5: Ja, die. #00:17:17-3#

258 I: Die ist ganz was exotisches, da die. #00:17:18-3#

259 B5: Ja, aber die ist auch schön, weil die ist auch so schön rosa. #00:17:22-0#

260 I: Die siehst du im Frühling bei uns wieder. Wenn du mal schaust, Apfelbäume.
261 #00:17:25-0#

262 B5: In ... haben wir einen Apfelbaum. #00:17:27-6#

263 AUFGRUND PERSÖNLICHER INFORMATIONEN NICHT TRANSKRIBIERT
264 (#00:17:27-6# - #00:17:39-3#)

265 B5: Also wenn man in der Stadt wohnt, dann sieht man die ja nicht so oft. #00:17:42-3#

266 I: Ja nicht so oft, das stimmt ja. [UNVERSTÄNDLICH] (7) Genau. Kannst du mir viel-
267 leicht nochmal die Rolle von den Insekten irgendwie erklären. Was machen die Insekten
268 da bei der Bestäubung? #00:17:56-7#

269 B5: (...) Die suchen halt Nährstoffe für, also zum Produzieren von Honig oder um sich
270 selber zu ernähren. So was halt. #00:18:11-8#

271 I: Ok, ja. Und die Bestäubung, wie würdest du die nochmals kurz erklären? Was es ist,
272 oder? #00:18:17-4#

273 B5: Also die... #00:18:18-3#

274 I: Was du dir vorstellst? #00:18:18-9#

275 B5: Die Bienen fliegen halt dorthin und bestäuben die Blumen. Weiß nicht genau.
276 #00:18:31-9#

277 I: Genau. Ja. Aber Grund für die Insekten zu besuchen war hauptsächlich.. #00:18:39-
278 6#

279 B5: Für die Nährstoffe. #00:18:43-5#

280 I: Genau, ja. Gut passt. Dann sind wir eh schon so weit.

Transkript – Interview Ruben

- 1 I: Also, hast du schon einmal vom Thema Bestäubung gehört? Von der Bestäubung?
2 #00:00:05-2#
- 3 B6: Nein. #00:00:06-6#
- 4 I: Nein? (..) Hast du schon einmal Bl... Insekten beobachtet, wie sie Blumen besuchen?
5 #00:00:13-7#
- 6 B6: Ja. #00:00:14-5#
- 7 I: Ja. Was ist dir da aufgefallen? #00:00:17-0#
- 8 B6: (..) Sie tun da irgendwas bei der Blume machen halt, diesen... dass (...) den halt,
9 diesen Staub nehmen sie damit sie irgendwas, halt. Die Schmetterlinge zum Beispiel
10 essen sie und (..) die Bienen zum Beispiel nehmen das zum Honig. Halt die Essen das
11 und dann machen sie daraus den Honig. #00:00:41-0#
- 12 I: Was, was nehmen sie auf, oder machen daraus den Honig? #00:00:44-3#
- 13 B6: Aus diesem Staub der Blumen. Ich habe vergessen wie der heißt. #00:00:47-8#
- 14 I: Ja. Und was machen die, die Schmetterlinge damit? #00:00:52-3#
- 15 B6: Die essen das. #00:00:53-6#
- 16 I: Essen den? (..) Ok gut, ja. Also welchen Grund gibt es für die Tiere zum Blumen be-
17 suchen dann? #00:01:00-9#
- 18 B6: (..) Um zu überleben, halt essen. #00:01:05-0#
- 19 I: Genau und was du so... Also ich glaube du hast vielleicht das Wort Bestäubung noch
20 nie gehört, aber worum es geht weißt du glaube ich ungefähr, höre ich da raus. Wie
21 stellst du dir so einen Blumenbesuch ab, [UNVERSTÄNDLICH] Blumenbesuch vor? (..)
22 Wenn da so ein Insekt eine Blume besucht? #00:01:24-2#
- 23 B6: Ich habe, ich weiß dass zum Beispiel ein Schmetterling irgendwie mit so einem lan-
24 gen Ding halt das isst. #00:01:33-5#
- 25 I: Ja. (...) Also, stell dir mal vor so ein Insekt fliegt mal los und fliegt zu einer Blume. Wie
26 läuft das ab bei dir? Wie stellst du dir das vor? #00:01:44-4#
- 27 B6: Also er setzt sich auf die Blume, isst dann. Und dann fliegt er, wenn er noch hungrig
28 ist zu anderen. Und dann, wenn er dann satt ist, fliegt er weiter halt, was da irgendwas
29 machen. #00:01:56-4#
- 30 I: Und in deiner Vorstellung: Bleibt er da bei den Blumen von einer Art oder wechselt er
31 zwischen ganz vielen verschiedenen Blumen? #00:02:04-4#
- 32 B6: Er wechselt. #00:02:05-6#
- 33 I: Warum glaubst du das, dass er wechselt? #00:02:08-2#

34 B6: Damit irgendwelchen, diesen Staub von der anderen Blume zur anderen gibt. Weil
35 ein wenig bleibt das picken. #00:02:17-9#

36 I: Ja. Also, was macht er mit dem Staub? Wie meinst du das? #00:02:23-1#

37 B6: Also er isst ihn und an ihm bleibt auch noch was picken und er überträgt es auch
38 noch zu anderen Blumen. #00:02:29-8#

39 I: (...) Und, ja. Und du hast gesagt, dann wechselt er zwischen verschiedenen Blumen-
40 arten dann? Oder? #00:02:38-9#

41 B6: Eigentlich nicht Blumenarten aber zwischen nur einfach verschiedenen Blumen. Es
42 müssen nicht [UNVERSTÄNDLICH!] sein. #00:02:45-1#

43 I: Ok, ja. Und welche verschiedenen Tiere sind dir da besonders aufgefallen, wenn du
44 so beobachtet hast? #00:02:52-7#

45 B6: Bienen, (..) Schmetterlinge und dann noch Hummeln. #00:03:01-5#

46 I: Wie unterscheiden sich die für dich, was den Blumenbesuch angeht? Ein paar Sachen
47 hast du eh schon gesagt sogar. #00:03:09-4#

48 B6: Also die, die Bienen essen das und dann verwenden sie das für den Honig. (...) Und
49 die Schmetterlinge und (...) halt tun das einfach essen, machen keinen Honig. Und die
50 Hummeln machen dann auch einen Honig, glaube ich. #00:03:29-4#

51 I: Und vom Aussehen her, wie unterscheiden sich die für dich, was sind da die wichtigs-
52 ten... #00:03:33-5#

53 B6: Also eine Hummel ist irgendwie größer als eine Biene (..) und hat keinen Stachel.
54 (..) Aber beißt dann. #00:03:41-4#

55 I: Ja. #00:03:42-9#

56 B6: Glaube ich. #00:03:43-9#

57 I: Gut, gut, gut. Wenn du so eine Wiese einmal angeschaut hast, dann ist dir sicher auf-
58 gefallen, dass es ganz viele verschiedene Farben gibt und die Blumen duften ganz un-
59 terschiedlich. Wie erklärst du dir das, die unterschiedlichen Farben und Düfte?
60 #00:03:56-6#

61 B6: (5) Wie unterscheiden sich? #00:04:05-9#

62 I: Warum glaubst du gibt es so unterschiedliche Farben bei den Blumen? #00:04:10-2#

63 B6: Damit sie verschiedene solche halt... Irgendwelche verschiedene Sachen bekom-
64 men und nicht immer das gleiche. #00:04:17-4#

65 I: Wer bekommt immer das Gleiche, oder? #00:04:19-9#

66 B6: Die Insekten. #00:04:20-9#

67 I: (4) Also, kannst du vielleicht noch einmal kurz zusammenfassen, wie meinst du das
68 nochmals? Die Farben der Blumen, warum gibt es die, glaubst du? #00:04:31-6#

69 B6: Also die (4) damit sie halt verschiedene halt Geschmäcke und so sind. #00:04:40-4#

70 I: Du meinst, dass die Insekten das Sehen oder wie meinst du? #00:04:43-5#

71 B6: Nein, die Riechen, die Riechen das glaube ich. Glaube ich. #00:04:47-0#

72 I: (4) Ok. #00:04:51-1#

73 B6: Und dann irgendwie zur richtigen Blume oder so. #00:04:53-9#

74 I: (5) Gut, ja. Dann haben wir es mit, Farben haben wir jetzt einmal. Von einer Farbe gibt
75 es ja ganz viele verschiedene Formen. Wenn du jetzt hast, irgendwie einen Löwenzahn
76 oder eine Primel, die sind ja beide gelb eben aber ganz unterschiedlich geformt.
77 #00:05:15-2#

78 B6: Mhm. #00:05:16-4#

79 I: Wie erklärst du dir die unterschiedlichen Formen? Warum gibt es so unterschiedliche
80 Formen? Wie kommt es zu so was? #00:05:20-8#

81 B6: (5) Weiß ich eigentlich nicht. #00:05:26-5#

82 I: Aber was glaubst du? #00:05:28-0#

83 B6: (5) Damit das irgendwie verschiedenes isst und nicht das Gleiche halt. (9) Damit sie
84 irgendwelche verschiedene, zum Beispiel die Biene verschiedene Nektars machen
85 kann, oder so. #00:05:55-3#

86 I: Also du glaubst dass die Blumen verschieden geformt sind, damit die Insekten was
87 verschiedenes daraus machen können? Oder? Habe ich das richtig verstanden?
88 #00:06:02-7#

89 B6: Naja, eigentlich ist es glaube ich das Gleiche, oder? Ist glaube ich das Gleiche, o-
90 der? #00:06:08-8#

91 I: Was ist das Gleiche? #00:06:10-1#

92 B6: Sie sind verschiedene Arten halt, da sind verschiedene halt, diese... Es sind ver-
93 schiedene Staub, damit sie einen verschiedenen Honig, so wie einer ist irgendwie süßer
94 als der andere. #00:06:20-7#

95 I: Ja, gut. Und ja das haben wir schon gehabt mit der Vorstellung da. Kennst du noch
96 weitere Formen von der Bestäubung? Also neben der, du hast gehabt durch Tiere eben.
97 Also das was du gemeint hast mit "der Staub der übertragen wird" da, eben das nennt
98 man Bestäubung eben. Und kennst du noch andere Formen? Wie könnte das ohne Tie-
99 re passieren? #00:06:46-6#

100 B6: Mit dem Wind. (..) (I: Wie würdest du dir das vorstellen?) Der Wind, halt der Wind tut
101 den Staub von anderen Blumen, halt von einer Blume auf andere wehen. #00:06:56-9#

102 I: Ja, und was sind da für dich die größten Unterschiede? Zwischen der Windbestäu-
103 bung und dann der, die durch Tiere? #00:07:04-4#

104 B6: Also die durch Tiere ist glaube ich langsamer. Wenn zum Beispiel eine Biene das
105 ganze Feld halt so tauschen würde, würde das lange dauern. Der Wind würde das ganz
106 schnell machen. #00:07:18-1#

107 I: Und vielleicht, welche Vor- und Nachteile könnte es jeweils geben? [UNVERSTÄND-
108 LICH] #00:07:24-4#

109 B6: (5) Also der Wind könnte vielleicht auch bei einer Blume zu viel Staub irgendwie
110 machen. #00:07:33-1#

111 I: (...) Das wäre jetzt ein Nachteil, glaube ich. Und was für Vorteile könnte der Wind ha-
112 ben? #00:07:40-5#

113 B6: Dass er halt (4) auf die Blumen die gar nix halt haben, etwas halt darauf gibt.
114 #00:07:52-3#

115 I: Und was für Vorteile könnte die Bestäubung durch Insekten haben? #00:07:58-2#

116 B6: Also dass es, halt nicht auf einer Blume zu viel wird dann, wie beim Wind. (..) Dann.
117 #00:08:08-0#

118 I: Fällt dir noch mehr ein? #00:08:10-2#

119 B6: Von wo? #00:08:11-3#

120 I: Vor- und Nachteile? #00:08:12-0#

121 B6: Und das Nachteil ist dann, dass es vielleicht nicht so halt irgendwie schnell ein-
122 sammeln oder so. #00:08:23-1#

123 I: (...) Ok, ja. Und wie stellst du dir vor, was passiert mit dem Staub der da landet? Was
124 passiert mit dem? #00:08:30-6#

125 B6: Er pickt sich an die Blume, (..) damit die Insekten das essen oder irgendwie bearbei-
126 ten können. #00:08:40-4#

127 I: (...) Kannst du es nochmal wiederholen bitte, ich habe es nicht ganz. Also der Staub
128 pickt sich... #00:08:48-2#

129 B6: Der Staub pickt halt sich an die Blumen damit die Tiere dann das essen oder verar-
130 beiten irgendwie können. #00:08:57-2#

131 I: Ok, genau. Also welchen, aus welchem Grund produzieren Pflanzen diesen Staub?
132 #00:09:05-7#

133 B6: Damit die Tiere andere, die anderen überleben halt die brauchen Essen. #00:09:11-
134 7#

135 I: Könnte es da einen anderen Grund geben noch? #00:09:16-6#

136 B6: (5) Weiß nicht. (...) Damit sie irgendwie neuen Staub bekommen damit sie besser
137 wachsen. #00:09:29-0#

138 I: (4) Ok, ja. Vielleicht kommen wir später noch einmal zurück. Nun zu etwas anderem.
139 (5) Das haben wir schon. Es gibt ja viele Pflanzen, die produzieren so einen süßen Saft,
140 den Nektar und so etwas kostet ja auch eine gewisse Energie wenn man so einen Saft
141 produziert eben. Warum glaubst du gibt es so viele Pflanzen die das machen?
142 #00:10:01-9#

143 B6: Damit man viel Nektar bekommt. Wenn es zum Beispiel nur wenige Pflanzen gäbe,
144 gäbe es auch dann weniger Nektar halt für die Tiere. #00:10:13-7#

145 I: Also was ist also der Hauptgrund zum Nektar produzieren? [UNVERSTÄNDLICH]
146 #00:10:17-1#

147 B6: Damit die Insekten halt die das essen überleben. Und die Tiere dann sie halt den
148 Staub auf andere Blumen, damit sie neuen Staub nehmen um besser zu wachsen.
149 #00:10:30-9#

150 I: (4) Gut, dann haben wir noch zum Abschluss Bilder zum Herzeigen. Zwei verschiede-
151 ne Blüten, da haben wir die Blüte von einem Apfel. Und da haben wir eine Orchidee aus
152 Madagaskar. Da zur Erklärung, also die Blüte ist relativ bekannt, kennt man bei uns. [In-
153 terviewer zeigt auf Bild der Apfelblüte]. Und die da [Interviewer zeigt auf Bild von An-
154 graecum sesquipedale] da ist die Blüte da oben so, und da geht es dann so rein in so
155 eine Röhre. Die Röhre geht unten weiter, wo man es nicht sieht, bis da unten. Was sind
156 für dich die größten Unterschiede zwischen den beiden Blüten? #00:11:08-9#

157 B6: Also das ist eigentlich ein, so kann man sagen vielleicht ein Parasit eigentlich, keine
158 Blume sondern sicher eine andere Blume. #00:11:17-4#

159 I: Warum glaubst du das? #00:11:19-2#

160 B6: Eigentlich mein Vater hat es mir mal erzählt, dass halt die Orchideen eigentlich kei-
161 ne halt so Blumen sind, aber sie... Ich meine sie sind schon Blumen aber sie sind ei-
162 gentlich Parasiten, die sich an andere Bäume halten, aus denen wachsen. Und zum
163 Beispiel der Apfel ist halt ein normaler Baum. #00:11:37-3#

164 I: Ja. Und was die Blüte angeht, wie unterscheiden sich die für dich? #00:11:42-4#

165 B6: (4) Die [Ruben zeigt auf Bild der Apfelblüte] ist runder und irgendwie glaube ich
166 dünner oder so als die [Ruben zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale]. Und halt
167 irgendwie leichter und [UNVERSTÄNDLICH]. #00:11:55-1#

168 I: Ja, und ja. Halt nochmal und wie gesagt, da geht es da rein, das ist so eine lange
169 Röhre und sowas haben wir da gar nicht. Was könnte da der Unterschied sein, oder was
170 macht den Unterschied aus? #00:12:09-9#

171 B6: Die Röhre tut glaube ich irgendwas, glaube ich in die Erde aber da ist es halt nicht in
172 der Erde. Damit sie irgendwie besser die Nährstoff, halt die Dinge aus... Da, diese [Ru-
173 ben zeigt auf den Sporn von Angraecum sesquipedale] halt das hängt jetzt glaube ich
174 nicht in der Erde, aber das muss irgendwie halt, dass ist damit sie wachsen können,
175 damit sie das von der Erde alles nehmen. Oder von der Pflanze. #00:12:30-1#

176 I: Ja, das hängt immer in der Luft. Und unten drinnen ist da der Nektar, ist da drinnen,
177 ganz unten nur. (...) Ja. Welche Besucher glaubst du kommen zu so einer Blüte?
178 #00:12:41-7#

179 B6: Ähmm... #00:12:44-4#

180 I: Vielleicht fangen wir bei der Apfelblüte an, welche Besucher glaubst du kommen da?
181 #00:12:47-5#

182 B6: Insekten. Weil das glaube ich zu hoch ist. Und da [Ruben zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale] könnten eigentlich halt kleine Tiere kommen, oder so. #00:12:56-184 3#

185 I: Ja. #00:12:58-4#

186 B6: Ich weiß nicht. #00:12:58-9#

187 I: Also wie würden die da, die kleinen Tiere so eine Pflanze besuchen? Wie stellst du dir das vor? #00:13:02-9#

189 B6: Die würden das glaube ich da [Schüler zeigt auf den unteren Teil des Sporns von Angraecum sesquipedale] mit dem Mund das irgendwie ablecken oder so. Abschlecken. #00:13:09-1#

192 I: Gut, ja. Und bei welcher glaubst du kommen mehr verschiedene Besucher? Bei welcher der beiden? #00:13:14-7#

194 B6: Bei der da [Ruben zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale]. #00:13:15-8#

195 I: Warum glaubst du das? #00:13:17-2#

196 B6: Weil da [Ruben zeigt auf Bild der Apfelblüte] kommen ja glaube ich auch Insekten. Hier [Ruben zeigt auf Bild von Angraecum sesquipedale] ich weiß nicht, hier eher nicht glaube ich. Aber könnten schon kommen, ja, ja die können, ja die kommen schon. Und da [Ruben zeigt nochmals auf Bild von Angraecum sesquipedale] kommen auch noch kleine Tiere. #00:13:32-0#

201 I: Man muss dazusagen, der Nektar der süße Saft, der ist innen drinnen in der Röhre, der ist nicht außen sondern innen drin. #00:13:38-2#

203 B6: Da... Eigentlich, dann müssen die Insekten halt irgendwie da rein fliegen und das nehmen. Und die Tiere tun das irgendwie wie mit einem Strohhalm das zu saugen. #00:13:49-2#

206 I: Gut, ja. Dann habe ich noch. Es gibt, man kennt nur einen einzigen Besucher von der Pflanze, der wirklich auf Besuch kommt. Das [Interviewer zeigt Foto von Xanthopan morgani] ist ein Schmetterling mit so einem ganz langen Rüssel da, der den einfach so reinstreckt und den Nektar raussucht. Und wie erklärst du dir, dass sich so lange Rüssel entwickeln oder so lange Röhren entwickeln konnten? (...) Hast du da Ideen dazu? #00:14:15-0#

212 B6: Nein, habe ich eigentlich keine. #00:14:19-0#

213 I: Also was würdest du dir überlegen? #00:14:22-2#

214 B6: Es könnte irgendwie sein, dass es, dass es zuerst solche Röhren nicht hatte, früher. Und dann halt die (..) Tiere brauchten irgendwelche anderen Nährstoffe oder so was, die kleinen dann. Und dann hat sich das irgendwie entwickelt damit sie das... #00:14:35-3#

217 I: Also wie kommt es dann zu einer solchen Entwicklung? #00:14:39-6#

218 B6: Halt zuerst wird es dann einfach zu einer Blume und dann wird, wuchs das [Schüler zeigt auf den Sporn von Angraecum sesquipedale] immer so weiter. #00:14:45-9#

220 I: Aber wie ist das abgelaufen, dass es so weiter gewachsen ist? Wie glaubst du das?
221 #00:14:51-0#

222 B6: Weiß ich nicht. #00:14:55-7#

223 I: Aber, aus welchem Grund glaubst du ist es so weiter gewachsen dann? #00:15:00-4#

224 B6: Ich glaube weil, weil die Tiere, die dort irgendwie waren haben sie irgendwie runter
225 gezogen oder so. #00:15:09-5#

226 I: (...) Und beim Schmetterling, wie kommt es da zu so einem langen Rüssel?
227 #00:15:14-5#

228 B6: Da hat sich glaube ich auch... Er hatte auch einen kleinen Rüssel vielleicht am An-
229 fang, nur so einen kleinen. Und dann hat sich er auch weiter entwickelt. #00:15:23-3#

230 I: Ja. #00:15:24-1#

231 B6: Wegen der Pflanze ist dort gegangen, dann konnte er es nicht mehr. Und dann ist
232 es halt sich weiter entwickelt, so ein langer Rüssel. (I: Ja.) Nun konnte er es auch in der
233 Pflanze [UNVERSTÄNDLICH! Nehmen??] #00:15:33-5#

234 I: Wie stellst du dir... Wie läuft das ab, so dass der Rüssel länger wird? Wie passiert
235 das? #00:15:38-2#

236 B6: Das tut dann immer so weiter wachsen halt. #00:15:41-9#

237 I: Aber wie kommt es dazu, dass der länger wird? Was glaubst du da? #00:15:48-3#

238 B6: Ich glaube weil die sich immer ge... irgendwie gestreckt hat die Zunge, halt den
239 Rüssel. Dass das immer gestreckt wurde und dass es immer irgendwie länger wurde.
240 #00:15:58-9#

241 I: Ja, aber. Und (..) wie lange glaubst du dauert das? In welchem Zeitraum läuft so eine
242 Entwicklung ab? #00:16:10-8#

243 B6: Ich weiß nicht, vielleicht circa so ein oder zwei Monate. #00:16:17-6#

244 I: Und. #00:16:19-1#

245 B6: Eher zwei. #00:16:21-0#

246 I: Ja. (..) Also du glaubst sozusagen, dass das Insekt, dass das den Rüssel gestreckt
247 hat dann. Oder wie? #00:16:30-0#

248 B6: Ja zuerst hat es dann... Früher hatte es einen kleinen Rüssel, es hat sich immer ge-
249 streckt und dann hat... gestreckt und dann hat es sich so entwickelt. #00:16:38-1#

250 I: Gut, ja. Und bei der Blume glaubst du, dass es so ähnlich war? #00:16:44-2#

251 B6: Aja, das könnte eigentlich ja so sein, dass das sich zur Erde gestreckt hat. Aber als
252 dann sich das so, so entwickelt hat. Hat sich zur Erde gestreckt weil das auch noch ext-
253 ra Nährstoffe brauchte und dann hat sich auch so entwickelt, und bei ihr auch.
254 #00:17:04-9#

255 I: Ok, gut. (...) Mal schauen, ob wir sonst noch etwas haben. (11) Gut, Moment. Ich

256 schaue nur, ob ich alles habe. (4) Also welchen Grund hast du nochmal für die Tiere
257 zum so Blumen besuchen? #00:17:39-4#

258 B6: (5) Ja eigentlich mir fällt nichts anderes ein, als sie halt zum Essen [UNVER-
259 STÄNDLICH]. #00:17:48-9#

260 I: Ok, ja. Genau. Und der Grund... Wozu dient der Blütenstaub eben nochmal, oder der
261 Blumenstaub, was du gesagt hast? #00:18:02-7#

262 B6: Also der Blumen... der Blumenstaub ist damit die Blume besser wächst oder so. Soll
263 eigentlich ständig glaube ich gewechselt werden. Die Insekten tun sozusagen halt... Die
264 Insekten tun irgendwie die Pflanzen halt wachsen und dann tun die Pflanzen die Insek-
265 ten ernähren. #00:18:25-7#

266 B6: Ok, gut. Dann war es das, vielen Dank.

Transkript – Interview Stefanie

- 1 I: Hast du schon einmal von der Bestäubung gehört? #00:00:03-3#
- 2 B7: Ja. #00:00:05-2#
- 3 I: Ja? Was hast du da gehört? #00:00:06-2#
- 4 B7: Also, sie fliegen, also die Bienen fliegen halt herum und dann setzen sie sich halt
5 hin auf eine Blume. Und nehmen Blütenstaub, wie das jetzt ganz genau ist mit dem Be-
6 stäuben weiß ich jetzt nicht, ich habe das nur eben gehört, dass sie das halt nehmen
7 den Blütenstaub. Da machen sie eben Honig daraus, das sie in die Waben legen. Ja.
8 #00:00:40-2#
- 9 I: Ja, und wo hast du das gehört gehabt? #00:00:42-0#
- 10 B7: Wir waren in der Volksschule bei einem Imker mal und waren auch in so einem Bie-
11 nenhaus, da geht es halt auch um den Körper eigentlich in dem Haus. Und (I: Also um
12 den Körper von den Bienen, oder?) da haben wir auch das gehört. Ja, Körper von den
13 Bienen ja, eher als um die Bestäubung eigentlich. Aber da haben wir das halt auch ge-
14 hört und solche Prospekte gekriegt und so. #00:01:06-7#
- 15 I: Ja. Also, kannst du nochmals kurz zusammenfassen, wie das abläuft? Also, wie pas-
16 siert das, was macht eine Biene? #00:01:13-1#
- 17 B7: Ja, also die... Sie fliegt halt los und dann sucht sie sich halt einen Ort. Es gibt Bie-
18 nen, die speziell irgendwo hinfliegen glaube ich. Und dann setzen sie sich halt dorthin
19 und saugen das mit ihrem Rüssel auf und... #00:01:34-9#
- 20 I: Und was saugen sie da auf? Was ist das? #00:01:37-5#
- 21 B7: Den Blütenstaub halt. Und dann fliegen sie weg und fliegen halt eben von Blüte zu
22 Blüte. Irgendwann kommen sie dann wieder zurück und das weiß ich jetzt eben nicht,
23 das legen sie dann irgendwann irgendwie hinein. Aber das weiß ich nicht genau, wie
24 das geht. #00:01:53-2#
- 25 I: Ok, ja. Und welchen Grund gibt es für die Bienen zum da besuchen? Welchen Grund
26 haben die? #00:02:00-8#
- 27 B7: Wie besuchen jetzt? #00:02:02-5#
- 28 I: Warum besuchen die Bienen die Blüten? #00:02:04-9#
- 29 B7: Weil, puh. (5) Ja, weil sie das halt auch essen glaube ich. Und (..) ich weiß eigent-
30 lich gar nicht, warum die das so automatisch machen. #00:02:24-0#
- 31 I: Was glaubst du? Oder was stellst du dir vor? #00:02:26-2#
- 32 B7: Ich weiß nichts. (5) Ja eben, weil sie es halt irgendwie zu Honig machen auch we-
33 gen den, wenn die Königin dann ihre Dinge, Larven hat, dass die auch gefüttert werden
34 und so. Und die Königin gefüttert wird, eben dass die auch überleben können, die brau-
35 chen den Honig ja. #00:02:53-3#

36 I: Ja. Und, ja. Und ja, und was transportieren die Insekten da von Blume zu Blume? Was
37 ist das? #00:03:02-1#

38 B7: Den Blütenstaub. Den, ja. #00:03:07-6#

39 I: Gut, ja. Und hast du schon einmal beobachtet in einer Wiese, wie Tiere Blumen besu-
40 chen? #00:03:13-4#

41 B7: Ja. Also Bienen habe ich auch schon mal gesehen oder halt Hummeln oder so.
42 Wenn sie sich halt eben hinsetzen und dann sieht man halt auch den Rüssel so. Oder
43 auch bei Schmetterlingen, da sieht man es noch besser den Rüssel. #00:03:32-1#

44 I: Ja, was ist dir da aufgefallen? Zwischen Schmetterlingen und Bienen, was sind da für
45 dich die Unterschiede? #00:03:39-7#

46 B7: Naja, also ich glaube die Biene bleibt länger sitzen halt als der Schmetterling. Der
47 fliegt weiter halt. #00:03:49-5#

48 I: Und warum glaubst du ist das so? #00:03:51-5#

49 B7: Vielleicht weil die mehr sammeln, oder weil sie länger brauchen oder so. Vielleicht
50 machen sie das auch anders wie der Schmetterling. Vielleicht macht der das nicht so
51 genau. #00:04:05-0#

52 I: Ok, ja. Und worin unterscheiden sich die Insekten für dich? (...) Also wenn es jetzt um
53 den Blütenbesuch geht. #00:04:12-5#

54 B7: Puh. Ja eigentlich habe ich noch nicht so viele gesehen, aber ich weiß nicht. Viel-
55 leicht... #00:04:23-3#

56 I: Aber was den Rüssel angeht? Du hast ja von Rüsseln vorher geredet. #00:04:26-1#

57 B7: Ja. #00:04:26-5#

58 I: Unterscheidet sich der irgendwie bei den beiden? Was glaubst du? #00:04:29-9#

59 B7: Ich glaube schon, ja. Ich glaube, dass sie manchmal irgendwie länger sind oder kür-
60 zer und ja. Vielleicht bei den Bienen auch eben speziell irgendwie mit dem Honig, ich
61 weiß nicht. #00:04:44-0#

62 I: Ok, ja. Was meinst du mit speziell mit dem Honig? Wie meinst du das? #00:04:46-9#

63 B7: Ja, ich weiß nicht, dass es dann halt besser irgendwie verarbeiten können. Dass sie
64 es irgendwie besser aufnehmen so. Es ist irgendwie feiner verarbeitet ist, wenn sie es
65 aufnehmen vielleicht. #00:05:00-3#

66 I: Und wie kommt es zu so was? Dass sich so was entwickelt? #00:05:03-8#

67 B7: Puh. Das weiß ich eben nicht, das liegt dann halt irgendwie in der Wabe und ja. Ich
68 weiß eigentlich gar nicht, wie das so geht mit dem Honig, ich weiß gar nicht so genau,
69 wie das funktioniert dann. #00:05:23-2#

70 I: Ok, ja. Und vielleicht nochmals, also aus welchem Grund besucht jetzt ein Schmetter-
71 ling oder eine Biene, irgend so ein Bestäuber eine Blume? #00:05:32-7#

72 B7: Aus welchem Grund? #00:05:36-2#

73 I: Also, wir haben das vorher schon einmal kurz gehabt. #00:05:40-1#

74 B7: Ja, weil sie halt das, die brauchen das eben. Also die Bienen brauchen es eben für
75 den Honig und (..) #00:05:51-3#

76 I: Und ein Schmetterling? #00:05:52-7#

77 B7: Der Schmetterling (..) ja ich weiß nicht. Ja und die Bienen bestäuben es ja auch,
78 damit es wachsen kann so. Die ich weiß nicht. Beim Schmetterling vielleicht braucht der
79 es auch, ja der braucht das wahrscheinlich auch zum Essen wahrscheinlich. #00:06:14-
80 9#

81 I: Was meinst du mit dem "dass es wachsen kann"? #00:06:17-6#

82 B7: Ja, das habe ich, wie heißt das mit dem... Das ist halt bestäuben. Ohne Bienen
83 würde es auf der Erde eigentlich kein Leben geben. Weil ohne Bienen kann nichts
84 wachsen, weil sie es im Frühling bestäuben und dann kann es eben wachsen so.
85 #00:06:38-8#

86 I: Also. Wenn ich zusammenfasse, ist ein Grund für die Insekten ist dann, oder für Bie-
87 nen, ist auch das Bestäuben dann, oder? Wie würdest du das sagen? #00:06:50-0#

88 B7: Ja. Ja, sie bestäuben sie halt. Und ja. #00:07:00-8#

89 I: Ok gut, ja. Und wenn du dir jetzt so verschiedene Blumen anschaust, die sind meist so
90 ganz bunt gefärbt. Es gibt irgendwie gelbe, blaue, violette, alles Mögliche. Wie erklärst
91 du dir die unterschiedlichen Farben? #00:07:11-6#

92 B7: Puh. Das liegt vielleicht auch an der Bestäubung eben. Dass es irgendwie verschie-
93 den bestäubt wird vielleicht. Damit kenne ich mich eigentlich nicht so aus, aber vielleicht
94 eben von den verschiedenen Bienen, dass es einfach dann anders aussieht, ich weiß
95 nicht. #00:07:32-0#

96 I: Also was meinst du mit den verschiedenen Bienen? Also, dass die das anders...
97 #00:07:35-5#

98 B7: Ja, dass es halt irgendwie jede Biene anders macht. Dass sie, die sind halt eben
99 auch unterschiedlich und dass die das halt anders machen mit dem Bestäuben, jede
100 Biene. #00:07:47-2#

101 I: Ok, ja. Wenn du jetzt daran denkst, es gibt ja verschiedene Formen. Wenn man jetzt
102 eine Farbe nimmt, zum Beispiel gelb mit Löwenzahn oder jetzt eine Schlüsselblume. Die
103 sind beide gelb, aber ganz unterschiedlich geformt. Wie erklärst du dir solche unter-
104 schiedlichen Formen? #00:08:00-9#

105 B7: Puh. Naja, vielleicht ist es auch wieder, vielleicht wieder dasselbe, ich weiß nicht.
106 Dass, die, die da wachsen halt anders eben. Vielleicht hängt das auch damit zusam-
107 men, dass sie sich, wenn sie sich hinsetzen oder so irgendwie anders. Da ist ja auch
108 der Blütenstaub, ist ja bei Blumen auch an den anderen Orten so, ist das ja. #00:08:31-
109 3#

110 I: Also mit was hängt das zusammen glaubst du die Form? Hauptsächlich? #00:08:36-
111 0#

112 B7: Ich weiß nicht. (..) Ich weiß nicht eigentlich. #00:08:44-3#

113 I: Aber, aber was stellst du dir vor? #00:08:49-2#

114 B7: Ich weiß nicht, das hängt vielleicht eben auch mit der Bestäubung zusammen, oder
115 wie viele Bienen drauf sitzen oder so. Das weiß ich ja eigentlich nicht wirklich was das...
116 #00:09:04-4#

117 I: Ok, ja. Wir haben jetzt gehabt... Wenn man jetzt, wenn du dir vorstellst also ein Insekt
118 geht auf Nektarsuche, sucht da nach etwas. Wie stellst du dir so einen Flug vor?
119 #00:09:14-1#

120 B7: Puh. Also ich glaube immer dass ein paar miteinander fliegen, also nicht allein.
121 Dann setzt sich halt jede auf eine Blume und ja, also halt... Also zur Blume wie sie dann
122 fliegen? #00:09:34-6#

123 I: Ja. Also wenn sie mal zu einer Blume fliegen, ja. Und was machen sie danach, wenn
124 sie wegfliegen wieder? #00:09:40-0#

125 B7: (5) Ich weiß nicht, sie... Ich glaube sie kleben es ja auch in solche Säcke hinein bei
126 den Beinen glaube ich. Eben zum Transportieren nach Hause. #00:09:56-8#

127 I: Was geben sie hinein in diese Säcke, glaubst du? #00:09:59-7#

128 B7: Ja den Blütenstaub glaube ich. Irgendwie, dass sie das so (..) Ich weiß nicht, ich
129 kenn das nur, dass die solche Säcke haben an den Beinen und dass da das eben drin
130 ist, damit sie das leichter transportieren können. Weil im Rüssel könnten sie es ja nicht
131 so leicht transportieren. Das wäre ja schwerer. #00:10:20-1#

132 I: Genau, ja. Und. Also nachdem sie eine Blume besucht haben, fliegen sie dann weiter
133 zu anderen Blumen? Oder was machen sie? #00:10:27-5#

134 B7: Ja. Ja, ich denke schon. Vielleicht am Ende des Tages, wenn sie dann einfach ge-
135 nug haben und wenn ihre Säcke voll sind. Ich glaube dann fliegen sie einfach nach
136 Hause und dann liefern sie das ab irgendwie. #00:10:42-6#

137 I: In deiner Vorstellung, wechseln die Insekten da die Blumen oder bleiben sie bei einer
138 Art? Wie glaubst du? #00:10:50-2#

139 B7: Nein doch, sie bleiben schon bei einer Art. Weil es gibt ja auch den Waldhonig und
140 so und den, eben den Blütenhonig oder so. Ich glaube schon, dass sie bei einer Art
141 bleiben, aber... #00:11:04-1#

142 I: Und warum machen sie das glaubst du? Warum bleiben die Insekten bei einer Art?
143 #00:11:09-3#

144 B7: Puh. Vielleicht weil es ihnen irgendwie besser schmeckt oder so. Weil sie das lieber
145 haben. Das könnte sein. #00:11:19-0#

146 I: Ja. Gut, ja. Und jetzt haben wir mal, also die Tiere haben wir jetzt schon gut abgehan-
147 delt. Gibt es noch andere Faktoren, wie Bestäubung funktionieren könnte? Einen ande-

148 ren Weg, außer, ohne Tiere? #00:11:32-2#

149 B7: Puh, vielleicht (..) irgendwie mit (...) ich weiß nicht mit (..) Ohne Tiere, nun ja ich
150 weiß nicht, vielleicht irgendwie mit dem Wind. Dass der da irgendwas anweht oder so.
151 (..) Eigentlich außer... #00:11:52-2#

152 I: Ja, wie würdest du dir das vorstellen mit dem Wind? #00:11:54-1#

153 B7: Ja, einfach wenn zum Beispiel jetzt eine Biene eine Blume irgendwo bestäubt hat.
154 Und dann der Wind, dass er es halt irgendwie so überträgt, ich weiß nicht. Außer halt
155 Bestäubung, Bestäubung durch Tiere, habe ich eigentlich noch nicht so viel gehört. Aber
156 vielleicht, dass das irgendwie so mit dem Wind funktioniert. #00:12:17-8#

157 I: Ja. Was weht denn der Wind da hin und her? Oder was glaubst du? #00:12:22-6#

158 B7: Vielleicht den Blütenstaub oder so. Die, die Pollen, die gibt es auch die Pollen.
159 #00:12:30-9#

160 I: Was ist da der große Unterschied? Was wäre da ein Unterschied für dich zwischen,
161 wenn es Windbestäubung gibt und eben durch Tiere. Unterscheiden sich die?
162 #00:12:40-4#

163 B7: Ich weiß nicht, vielleicht, es ist vielleicht natürlicher wenn die das, wenn die Bienen
164 das machen. Ich weiß nicht, Unterschied? Puh... #00:12:54-7#

165 I: Oder, worin unterscheiden sich für dich... Worin glaubst du würden sich Pflanzen un-
166 terscheiden, die durch den Wind bestäubt werden von welchen, die durch Tiere be-
167 stäubt werden? #00:13:05-6#

168 B7: Vielleicht irgendwie, dass sie ihre, ihre, ihre... Dass sie halt irgendwie anders wach-
169 sen oder eben Farbe und Form oder dass ihr Blütenstaub anders ist oder so. So etwas.
170 #00:13:23-4#

171 I: Und wie glaubst du, (B7: Oder, dass sie an anderen Orten wachsen.) wie sind die an-
172 ders dann? Also mit Farbe und Form? #00:13:28-1#

173 B7: Ich weiß nicht, vielleicht... Wie sind sie anders? (...) Naja, ich weiß eben nicht jetzt
174 genau, welche eben von Bienen bestäubt sind und welche vom Wind. Sonst wüsste ich
175 es auch, aber... #00:13:45-9#

176 I: Aber was glaubst du? #00:13:48-3#

177 B7: Was glaube ich? (...) Vielleicht sind sie irgendwie stärker oder so, einfach robuster
178 halt. #00:13:57-0#

179 I: Welche sind stärker? #00:13:58-1#

180 B7: Die von den Bienen bestäubt sind glaube ich. #00:14:02-4#

181 I: Und warum glaubst du dass sie stärker sind? #00:14:06-0#

182 B7: Ja, weil ich glaube, dass es eben irgendwie natürlicher, wenn die da direkt von Bie-
183 ne zu Biene fliegen und das dann irgendwie selbst machen, als wenn der Wind das
184 macht. Deswegen glaube ich, dass ist irgendwie natürlicher und das wäre dann halt

185 eben stärker irgendwie. #00:14:24-3#

186 I: Und von der Farbe her. Wie glaubst du unterscheiden sich solche? Also die Windbe-
187 stäubten von den anderen, von den Tierbestäubten? (...) Du hast vorher selber einmal
188 gesagt, die Farbe ist anders. #00:14:34-2#

189 B7: Die Farbe? Puh. Vielleicht irgendwie in den Tönen oder so. Dass die vom Wind zum
190 Beispiel dunkler sind, aber das weiß ich eben jetzt auch nicht so genau. Ich. Vielleicht
191 irgend so was. #00:14:52-2#

192 I: Gut, ja. Und was für Vor- und Nachteile könnte es da geben? Wenn du vergleichst
193 zwischen Tierbestäubung und Windbestäubung. #00:14:59-0#

194 B7: (...) Vor- und Nachteile, naja. Also beim Wind, dass ja... Ich, puh,... Was könnte der
195 Nachteil sein? (8) Ja, vielleicht eben dass sie an anderen Orten wachsen und dass das
196 beim Wind vielleicht länger dauert. Weil das muss der erst einmal anwehen. Das heißt,
197 die die von den Blumen, von der Biene bestäubt sind, bei denen geht das vielleicht
198 schneller. Oder vielleicht auch nicht, vielleicht dauert das auch länger. Oder vielleicht, ja
199 die Pollen, ich weiß nicht. #00:16:00-5#

200 I: Und bei der, bei der Tierbestäubung also durch die Insekten. Welche Vor- und Nach-
201 teile könnte es da geben? #00:16:08-2#

202 B7: Naja, man braucht halt schon viele Bienen, damit alles bestäubt werden kann. Und
203 ja, man muss eben auch die, die irgendwie auch halten die Bienen. Es gibt schon Wild-
204 bienen auch, aber ja eben, dass man viele braucht um das alles zu bestäuben. Ja, das
205 geht eben nicht von selber, das ist ja das Problem, sonst wäre das ja alles viel einfa-
206 cher. #00:16:38-5#

207 I: Aber hat das auch einen Vorteil, also die Bestäubung eben durch Bienen oder durch
208 Insekten? #00:16:43-8#

209 B7: Ja vielleicht, dass es irgendwie eben robuster ist oder dass sie, dass der Honig
210 dann besser ist, wenn es die Bienen dann. Ja, dass das vielleicht dann besserer Honig
211 mal später werden kann daraus. Und dass den wind-angewehten vielleicht nicht so gut
212 da, weil das ja. Hat einfach einen weiten Weg und so, kann beschmutzt werden und so.
213 #00:17:19-6#

214 I: Gut, ja. Wie würdest du jetzt... Was glaubst du welcher Faktor ist wichtiger für dich,
215 oder glaubst du ist wichtiger draußen in der Natur? Der Wind oder die Tiere? #00:17:31-
216 6#

217 B7: Ich glaube schon die Tiere, weil, weil ja eben das, ich glaube das ist natürlicher
218 wenn das die Bienen selbst machen, die, ja die Bienen. Wenn die das selbst bestäuben,
219 als wenn es der Wind halt. #00:17:49-2#

220 I: Ok, ja. Und es gibt ja windbestäubte Pflanzen eben und die produzieren gar keinen
221 Nektar und Nektar kostet ja auch gewisse Energie für die Pflanzen. Warum gibt es
222 trotzdem so viele Pflanzen die Nektar produzieren? #00:18:01-9#

223 B7: Ja, vielleicht dass... Entweder dass die Menschen oder die Tiere irgendwas ma-
224 chen. Dass das halt dann eben doch, ja. #00:18:18-8#

225 I: Also wie meinst du das nochmal? #00:18:21-3#

226 B7: Ja, also wie war nochmal die Frage jetzt? #00:18:25-6#

227 I: Also es gibt viele windbestäubte Pflanzen, die gar keinen Nektar produzieren eben.
228 Aber es gibt dennoch viele Pflanzen, die produzieren Nektar. Warum glaubst du...
229 #00:18:32-6#

230 B7: Also, windbestäubte oder überhaupt welche? #00:18:35-3#

231 I: Also. Es gibt sowohl windbestäubte Pflanzen als auch tierbestäubte Pflanzen, die pro-
232 duzieren keinen Nektar und die sparen sich ja gewisse Energie dadurch. Warum gibt es
233 trotzdem so viele die Nektar produzieren? #00:18:48-2#

234 B7: Ich weiß nicht. Vielleicht die... Manche sind, manche Pflanzen können halt vielleicht
235 nicht bestäubt werden und die, (..) die... Und manche eben schon und die produzieren
236 das dann halt auch irgendwie. Oder eben dass die, die Tiere dass da, da irgendwas
237 noch machen, oder die Menschen. Vielleicht dass das dann, dass da dann noch was
238 draus wird. #00:19:18-5#

239 I: Gut, also dass was daraus wird, also das ist ein Grund für die Pflanzen glaubst du um
240 Nektar zu produzieren? #00:19:27-2#

241 B7: (8) Ich weiß nicht. Das, wie ist das jetzt gemeint? #00:19:42-5#

242 I: Na du hast gemeint, dass die Tiere was daraus machen. Wie hängt das zusammen
243 mit den Pflanzen? #00:19:49-8#

244 B7: Wie hängt das zusammen? (4) Ja, dass... #00:20:02-3#

245 I: Bisschen komplizierte Frage? #00:20:04-1#

246 B7: Ja. #00:20:04-2#

247 I: Genau, ja. Dann lassen wir das mal. Ich habe ein paar Fotos mitgebracht eben, von
248 zwei ganz verschiedenen Blüten. Das eine ist vom Apfel eine Blüte, hast du vielleicht
249 schon einmal gesehen. #00:20:17-2#

250 B7: Ja, ja. #00:20:18-5#

251 I: Und das hast du wahrscheinlich noch nicht gesehen, das ist so eine Orchidee aus
252 Madagaskar. #00:20:22-5#

253 B7: Aha, ja. #00:20:23-8#

254 I: Und die Blüte ist da oben so weiß und da geht dann so, so eine Röhre rein nach unten
255 und die geht da unten weiter. #00:20:30-2#

256 B7: Mhm. #00:20:31-3#

257 I: Ok? Worin unterscheiden sich die beiden Blüten deiner Meinung nach? #00:20:35-0#

258 B7: Naja, also ich würde sagen dass da [Stefanie zeigt auf das Bild von Angraecum
259 sesquipedale] halt der, dass das da mehr geschützt ist, weil das da eben reingeht. Und
260 da [Stefanie zeigt auf das Bild der Apfelblüte] das liegt eben frei, da kann halt jede Biene

261 leicht hin und wodurch unterscheiden sie sich noch? Ja, (...) #00:21:00-1#

262 I: Also von den Besuchern her (B7: Ja.), wer glaubst du besucht welche Blüte?

263 #00:21:03-6#

264 B7: (5) Also die Biene glaube ich (4)... Vielleicht eine mit einem längeren Rüssel kommt
265 da [Stefanie zeigt auf das Bild von Angraecum sesquipedale] vielleicht irgendwie leichter
266 rein, oder eine die schmaler ist irgendwie, die kommt, kann dann da rein kriechen. Also.
267 Schmetterling nicht, denke ich jetzt mal. Da [Stefanie zeigt auf das Bild der Apfelblüte]
268 kann der Schmetterling, ich glaube da können Biene und Schmetterling her, weil
269 Schmetterling kann sich eben her setzen und die Biene auch. Und da [Stefanie zeigt auf
270 das Bild von Angraecum sesquipedale] kann vielleicht nur die Biene rein, oder...

271 #00:21:43-5#

272 I: Also wie würde das da ablaufen die Bestäubung, was glaubst du? #00:21:46-7#

273 B7: Sie da... Also dass die Biene da halt reinkriecht und ja dann sammelt sie halt den
274 (...) Nektar und dann bestäubt sie es halt, ja. Ich, ja irgendwie ich weiß ja nicht genau,
275 wie das, wie die Bestäubung funktioniert. Aber... #00:22:11-2#

276 I: Das lernt ihr erst noch in der Schule noch. #00:22:12-2#

277 B7: Ja. Dass, dass die halt dann reinkriecht, das sammelt und das gleichzeitig wieder
278 bestäubt. Das geht ja irgendwie automatisch glaube ich, und dass sie dann halt wieder
279 rausfliegt. So denke ich jetzt einmal. #00:22:25-2#

280 I: Ja, genau. Und, gut. Ich kann dir ja zeigen, zu der Pflanze gibt es wirklich einen
281 Schmetterling sogar, der hat so einen langen Rüssel [Interviewer zeigt Bild von Xantho-
282 pan morgani] #00:22:36-3#

283 B7: Oh, wow. #00:22:36-9#

284 I: Siehst das? #00:22:37-4#

285 B7: Mhm. #00:22:38-0#

286 I: Und der kommt da hergeflogen und kann mit dem Rüssel bis da nach unten gelangen,
287 wo der Nektar drinnen ist. Die Frage ist jetzt: Wie erklärst du dir, dass sich so lange
288 Rüssel entwickeln oder so lange Röhren? Wie kommt es zu so etwas? #00:22:50-7#

289 B7: Vielleicht, (...) weil ja eben irgendwer muss diese Pflanzen ja auch bestäuben und
290 dass es halt auch Tiere gibt, die rein können. Vielleicht passen ja die Bienen da doch
291 nicht rein, das kommt auch darauf an, wie schmal das jetzt wirklich ist. Wenn das so
292 wirklich so schmal ist wie der Rüssel, dann kommen die Bienen natürlich nicht rein.
293 Aber. Dass es eben jemand bestäuben kann und ja. Wie sich das entwickelt? (4) Ja
294 eben, damit das geschützt ist, weil das vielleicht wichtigerer Nektar ist oder teurerer o-
295 der ein besonderer Nektar, damit der eben spezial geschützt ist, weil der da drinnen ist.
296 Und es ist zum Beispiel, wenn jetzt da irgendwas, ja, wenn da jetzt irgendwas kommt
297 zum Beispiel ein Tier, der das jetzt zerst... ein Tier, das das jetzt zerstören könnte, dass
298 das da eben nicht reinpasst. Sondern nur so ein Rüssel. Dass der dann nur reinkommt.
299 Und es gibt halt eben nur dieses Tier und das will diese Pflanze natürlich nicht zerstören
300 sondern will den Nektar sammeln und ja. #00:24:10-7#

301 I: Und wie kommt es dann beim Schmetterling zu so einem langen Rüssel? #00:24:15-
302 2#

303 B7: Puh. #00:24:17-2#

304 I: Wie würdest du dir das erklären? #00:24:19-8#

305 B7: Das hat sich vielleicht einfach so entwickelt. Dass das am Anfang kurz war und
306 dann wurde es halt immer länger, weil, weil man dann halt immer besser rein, eben hin-
307 ein kommt. Tja. (..) Das hat sich sicher irgendwie entwickelt. Ja. #00:24:42-0#

308 I: Also wie stellst du dir das vor, das länger werden. Wie kommt es dazu? #00:24:44-8#

309 B7: Naja, also bei jeder Generation, bei jedem Schmetterling wird es halt immer länger.
310 Ich weiß nicht, wie genau jetzt, wie das gehen soll. Dass das halt einfach. Ja, ich weiß
311 nicht. Jede Generation, da wird das halt immer größer und länger. #00:25:05-4#

312 I: Und warum glaubst du das, dass es jede Generation länger wird? #00:25:07-5#

313 B7: Ja, eben damit man besser da rein kommt. Am Anfang waren sie eben so kurz, da
314 konnten sie dann nicht rein, weil dass viel zu weit unten war um dahin zu gelangen. Sie
315 müssen ja auch was essen und vielleicht die müssen speziell so einen essen. Und dann
316 müssen sie jetzt halt irgendwie, dass sie sich halt verlängern, dass sie auch dazukom-
317 men. #00:25:32-7#

318 I: Na, sehr gut ja. Ich schaue nur, ob noch irgendwelche Fragen offen sind. (8) Gut, ja.
319 (..) Vielleicht da nochmal. Wir wiederholen nochmal, ich weiß nicht ob ich das richtig ge-
320 habt habe. Warum eben die Pflanzen den Nektar produzieren? Also, warum es so viele
321 gibt, die Nektar produzieren? #00:26:00-1#

322 B7: Ja. Das. Weil das halt viele Tiere brauchen auch. Dass, ja. Das, viele Tiere brau-
323 chen eben Nektar, damit sie das zum Beispiel, eben auch die Bienen, dass sie es um-
324 arbeiten zu Honig, dann können sie ja dann essen und so, damit sie sich auch fortpflan-
325 zen und die Königin füttern können und so. Und bei anderen Tieren auch, weil die das
326 vielleicht auch essen müssen und wenn das halt die einzige Nahrung ist, die sie essen
327 können, dann müssen halt Pflanzen das produzieren. Weil sonst wäre das ja irgendwie
328 naturmäßig nicht sehr intelligent, wenn irgendwie das so entstanden ist. Dass es Tiere
329 gibt, für die es kein Futter gibt. Und deswegen gibt es auch die Pflanzen vielleicht, die
330 halt dann das auch produzieren. Damit die was essen können.

331 #00:26:59-6#

332 I: Gut, sehr gut. Dann sind wir eh schon fertig, danke.

Artikel in Unterricht Biologie Nr. 375

(im Druck; ohne Abbildungen)

Peter Lampert, Peter Pany und Michael Kiehn

Blütenökologie

„Blüte, Blume – wo ist denn da der Unterschied?“

1.) Sachinformation

Blütenökologie – ein erstes Kennenlernen

Bei einem Blick auf eine Blumenwiese oder bei der Betrachtung blühender Bäume fällt einem sofort das unglaubliche Spektrum an unterschiedlichen Farben und Formen der Blumen bzw. Blüten auf. Genau mit dieser Vielfalt und den Gründen dafür befasst sich die „Blütenökologie“.

Wie der Begriff „Ökologie“ bereits signalisiert, geht es hierbei nicht alleine um Blüten und ihren Aufbau, sondern besonders um die Beziehungen zwischen den Pflanzen und ihren Bestäubern (=Pollinatoren). Unter Bestäubung (=Pollination) versteht man die Übertragung des Pollens auf die Narbe. Der Begriff der Pollination sollte dabei strikt vom Begriff der Befruchtung getrennt werden, da nicht jede Bestäubung zu einer erfolgreichen Befruchtung führen muss. In diesem Zusammenhang ist auch die Unterscheidung der im Alltag häufig synonym gebrauchten Begriffe *Blüte* (= ein Kurzspross, dessen Blätter der Fortpflanzung dienen) und *Blume* (= gesamte funktionelle und optische Einheit) wichtig. So können beispielsweise mehrere Blüten eine Blume bilden, man spricht dann von einem so genannten Pseudanthium (siehe z.B. Asteraceae).

Da ungefähr 80% aller heimischen Blütenpflanzenarten durch Tiere bestäubt werden, steht nachfolgend die Tierbestäubung im Mittelpunkt, während andere Faktoren (z.B. Windbestäubung) nur zu Vergleichszwecken gestreift werden. In unseren Breitengraden fungieren fast ausschließlich Insekten (v.a. Hautflügler, Zweiflügler, Schmetterlinge, Käfer) als Bestäuber.

Wie lassen sich nun die enorme Vielfalt an Blüten und Bestäubern sowie der hohe Anteil der Tierbestäubung mithilfe biologischer Konzepte erklären?

Wege zur Vielfalt

Die hohe Anzahl an tierbestäubten Arten und ihrer Bestäuberarten zeigt, dass diese Form der Pollenübertragung für beide Parteien – Pflanze und Tier – Vorteile bietet:

Vorteile für die Pflanze:

Durch die Entwicklung von auffälligen Schauorganen bzw. das Anbieten von Nektar bzw. Pollen als Futter für die Bestäuber (selten auch andere Formen der Belohnung, z.B. Duftöle) kann die Bestäubung zielgerichteter erfolgen als dies durch den Wind möglich ist. Bei der Windbestäubung hängt es ausschließlich vom Zufall ab, ob der Pollen

auf der richtigen Narbe landet. Findet ein Insekt bei den Blüten einer Pflanzenart genügend Nahrung, so bleibt es ihr treu und besucht mehrere Blüten derselben Art. Dieses Phänomen bezeichnet man als Blütenstetigkeit. Dadurch wird der Pollen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit auf eine Narbe der gleichen Spezies übertragen. Aus diesem Grund ist eine Energieinvestition zur Attraktion von Bestäubern im Laufe der Generationen effizient.

Vorteile für die Bestäuber:

Die Pollinatoren profitieren meist von der energiereichen Nahrung, die Pflanzen in Form von Nektar bzw. Pollen anbieten. Es bringt den Tieren keinen Vorteil, dass sie die Pflanzen bestäuben, sie besuchen die Blüten nur aufgrund des Nahrungsangebots (selten auch wegen anderer Attraktionen – z.B. Sexualtäuschblumen)! Die Pollination passiert sozusagen nebenbei. Für den Bestäuber ergibt sich ein Selektionsvorteil, wenn der Blütenbesuch und damit das Sammeln der Nahrung möglichst effizient ist. Die Form der Mundwerkzeuge, Behaarung, spezialisierte Sinnesorgane, aber auch Verhaltensweisen wie die Blütenstetigkeit und das Ausfliegen zu Zeiten der höchsten Nektarproduktion tragen dazu bei. Käfer mit ihren beißend-kauenden Mundwerkzeugen sind nur in der Lage Pollen zu nutzen und können daher als wenig spezialisierte Bestäuber bezeichnet werden. Sämtliche Insektengruppen, die einen Saugrüssel besitzen, können auch den energiereichen Nektar verwerten. Je nach Länge des Rüssels ist der Nektar unterschiedlicher Pflanzenarten für sie zugänglich. Die Tabelle gibt einen Überblick über die Rüssellänge einiger heimischer Insektenarten.

Gegenseitige Anpassung – Co-Evolution:

Nach dem grundlegenden Prinzip der Evolution hinterlassen besser angepasste Individuen mehr Nachkommen. Demzufolge wird der Anteil von gut Angepassten im Laufe der Generationen größer.

Bei dem Zusammenspiel von Blüten und ihren Bestäubern lässt sich das besonders gut beobachten. Insekten, die Blüten effizient nutzen können, sind erfolgreicher als solche, die viel Energie benötigen, um an den Pollen/Nektar zu kommen. Das Wirken der Selektion wird bei bestäubenden Insekten besonders in folgenden Punkten sichtbar:

- Anpassungen der Mundwerkzeuge – effizientere Entnahme/Nutzung des Pollens bzw. Nektars
- „Haarkleid“ – durch vermehrte Ausstülpungen der Cuticula des Insekts effektiveres Sammeln der Pollenvorräte
- Verbesserungen der Sinnesorgane – effektivere Erkennung potentieller Nahrungsquellen
- Uhrzeiten des Ausfliegens – Abstimmung des Blütenbesuchs auf die Zeit der stärksten Nektarproduktion
- Blütenstetigkeit – Besucht ein Insekt eine Blume und erhält dort genügend Nahrung, besucht es in der Folge noch weitere Blumen dieser Spezies. Das Insekt hat durch dieses Verhalten eine gewisse Sicherheit, dass es bei anderen Blumen dieser Art ebenso Nahrung erhält. Darüber hinaus hat es bei der ersten Blume bereits gelernt, wie sie zu nutzen ist, sodass die Blütenstetigkeit Sammelflüge ökonomischer macht. Die Blütenstetigkeit ist allerdings nicht bei allen Insektengruppen gleich stark ausgeprägt.

Umgekehrt ist die Wahrscheinlichkeit für die funktionelle Pollenübertragung höher, wenn die Bestäuber hintereinander Pflanzen derselben Art besuchen. Hier sind ebenfalls diejenigen erfolgreicher, die eine gewisse Energie investieren um Insekten anzulocken bzw. zu „füttern“.

Die Evolution lässt sich in folgenden Bereichen am deutlichsten erkennen:

- Erhöhung der Schauwirkung: Durch besonders auffällige Farben, Muster, Düfte oder Vereinigung von mehreren kleinen Einzelblüten zu einem Pseudanthium (z.B. Asteraceae). Aufwändige Schauenrichtungen bieten für windbestäubte Arten keinen Vorteil, weshalb deren Blüten meist sehr unauffällig ausgebildet sind.
- Nektarblumen: Die ursprüngliche Blumen-Form ist die reine Pollenblume. Da die Pollenproduktion sehr viel Energie benötigt (hoher Gehalt an Eiweiß; Geschlechtszellen) ist es ein Selektionsvorteil, ein weniger energieaufwändiges Ersatzfutter in Form von Nektar zur Verfügung zu stellen (Achtung: hier gibt es auch viele Ausnahmen z.B. Orchidaceae)

Spezialisierte Blumenformen und Bestäubungsmechanismen: nur bestimmte Insekten sind in der Lage an die Nahrung zu gelangen, was zu einer besonders gerichteten Übertragung des Pollens führt – siehe „Anleitung zur Herstellung der Blütenmodelle“

Wie angesichts dieses kurzen Abrisses des theoretischen Hintergrunds ersichtlich wird, bietet sich das Thema „Blütenökologie“ zur Erarbeitung verschiedenster biologischer Teilbereiche an (Ökologische Zusammenhänge, Evolution, Biodiversität,...). Der Dreh- und Angelpunkt dabei ist das Wirken der Natürlichen Selektion, die zum Verständnis der gesamten Biologie essentiell ist. Mit den vorgestellten Unterrichtskonzepten soll diese Wissensvermittlung auf eine spannende, unterhaltsame und nachhaltige Art und Weise erfolgen.

2.) Bemerkungen zum Unterricht

Mit Hilfe der selbst leicht herstellbaren Blumen-/Blütenmodelle lassen sich im Unterricht „mehrere Fliegen mit einer Klappe“ schlagen:

1. Das Konzept der Einnischung in einen Lebensraum kann über die Wechselwirkung Rüssellänge - Kronröhrenlänge demonstriert werden.
2. Blütenstetigkeit kann simuliert und selbst erprobt werden (erfordert eine größere Zahl an Blütenmodellen).
3. Das Konzept der Co-Evolution wird greifbar gemacht.
4. Man kann das Konzept der Pollenübertragung durch Insekten als zentralen Punkt in den Themenkreisen „Botanik“ und „Ökologie“ leicht für die SchülerInnen erfassbar machen. Viele SchülerInnen haben die Vorstellung, dass Insekten Blüten besuchen, um den Pollen für die Pflanzen von einer Blüte zur nächsten zu transportieren. Dass der Pollentransport zu Bestäubungszwecken aus tierischer Sicht nur ein „Nebenprodukt“ bei der Nahrungssuche ist, geht oft verloren oder wird gar nicht erkannt. Viel zu fest ist die Vorstellung einer „Geschäftsbeziehung“ zwischen Bestäuber und Pflanze in den Köpfen der SchülerInnen verankert. Doch spätestens, wenn die SchülerInnen

bei ihrer eigenen Suche nach „Nektar“ im Gesicht gelb eingestaubt werden und sich danach im Spiegel betrachten, fällt ihnen auf, dass es ihnen gerade so ergangen ist, wie einem Insekt auf einer Blume.

3.) Unterrichtsmodell (Sekundarstufe 1, 5. – 8. Schulstufe)

„Handeln wie ein Insekt“:

Zum Beginn der Unterrichtseinheit werden der Aufbau einer Blüte und die verschiedenen Arten von Bestäubern als den SchülerInnen bekannt vorausgesetzt. Weiters sollten sie über zusammengesetzte Blütenstände Bescheid wissen und sich dessen bewusst sein, dass es sich z.B. beim Schauapparat (der „Blume“) der Korbblütler nicht um eine einzelne Blüte, sondern um einen ganzen Blütenstand handelt.

Pro etwa 15 SchülerInnen wird ein Satz von drei Blütenmodellen (je einmal lange, mittlere und kurze „Kronröhre“) benötigt. JedeR SchülerIn wird mit einem „Rüssel“ in Form eines Strohhalms ausgestattet. Es gibt ebenfalls drei unterschiedliche Rüssellängen (z.B. 5 kurz, 5 mittel, 5 lang).

In die Becher wird Fruchtsaft als „Nektar“ eingefüllt. Dabei ist darauf zu achten, dass der Saft nur so hoch im Becher steht, dass z.B. SchülerInnen mit kurzen „Rüsseln“ bei den Blütenmodellen mit mittlerer und langer Kronröhre den „Nektar“ nicht erreichen können. Die Wattebäusche der „Staubblätter“ werden mit Currypulver oder gemahlener Gelbwurzel bestreut, was den Pollen simuliert. Anschließend sollen die SchülerInnen versuchen, als „Insekten“ an den verschiedenen Blütenmodellen „Nektar“ zu sammeln.

Möchte man auf das Phänomen der Blütenstetigkeit eingehen, so benötigt man mehrere Exemplare jedes Blütenmodells. Diese sollen über den Klassenraum verteilt einzeln aufgestellt werden. Die Schulklasse wird in zwei möglichst gleich große Gruppen geteilt. Eine Hälfte erhält wiederum die Strohhalme (s.o.) und spielt die Insekten. Die andere Hälfte erhält den Auftrag jeweils ein „Insekt“ bei der Nektarsuche zu beobachten und die Ergebnisse (Welche Blüten wurden besucht? In welcher Reihenfolge wurden sie besucht?) zu protokollieren. Anschließend kann man eine zweite Runde mit vertauschten Rollen durchführen.

Nach diesem praktischen Teil erfolgt mit Hilfe der ausgefüllten Protokolle die Auswertung der gewonnenen Erfahrungen:

- 1.) Welche „Insekten“ konnten bei welchen Blüten erfolgreich „Nektar“ sammeln?
Gab es Blüten, die nur für bestimmte „Insekten“ als Nektarquelle nutzbar waren?
Aus der Bearbeitung dieser Fragen gelangt man mühelos zum Konzept der Einnischung in einen Lebensraum. Der Wettbewerb zwischen den einzelnen Individuen führt über kurz oder lang dazu, dass in unserem Beispiel jedes „Insekt“ bei der Blüte landet, wo es am wenigsten Konkurrenz ausgesetzt ist.

Theoretisches Ergebnis:

Kurze Kronröhre	Mittellange Kronröhre	Lange Kronröhre
-----------------	-----------------------	-----------------

<p>Hier landen vorwiegend die Insekten mit kurzem Rüssel, da sie an anderen Blüten gar nicht zum Nektar gelangen können.</p>	<p>Hier landen vorwiegend die Insekten mit mittellangen Rüsseln. Sie könnten zwar auch bei Blüten mit kurzen Kronröhren saugen, dort ist die Konkurrenz allerdings höher, da diese Blüten die meiste Zeit von Insekten mit kurzem Rüssel besetzt sind.</p>	<p>Hier landen vorwiegend die Insekten mit langen Rüsseln. Da sie diese Nahrungsquelle als einzige nutzen können, ist hier die Konkurrenz für sie am geringsten.</p>
--	--	--

2.) Weshalb sind nicht alle Blüten so gebaut, dass möglichst viele verschiedene Bestäuber zu ihrem Nektar gelangen können? Worin könnte der Vorteil für die Pflanze bestehen, gar nur einem spezialisierten Bestäuber Nektar zu bieten? Durch das Aufwerfen dieser Fragen landet man beim Thema der „Co-Evolution“ und der gezielten Pollenübertragung innerhalb einer Spezies.

3.) Wie viele „Insekten“ wurden mit „Pollen“ beladen? Wie viele haben das beim „Nektar“ sammeln bemerkt? Dieser Punkt kann z.B. auch durch eine Betrachtung der SchülerInnen im Spiegel ergänzt werden.
 In den meisten Fällen wird den SchülerInnen erst bei einem Blick in den Spiegel bewusst, dass sie Pollen im Gesicht durch die Gegend transportieren (s. Abb. 1). In diesem Moment ergibt sich von selbst, dass es den Insekten ebenso ergeht und die Pollenübertragung ein „Nebenprodukt“ des Nektarsammelns ist.

Im weiterführenden Unterricht sollen die SchülerInnen selbstständig echte Blüten untersuchen. Dies kann entweder (im Idealfall) in natürlicher Umgebung im Rahmen einer Exkursion oder anhand mitgebrachter Objekte in der Klasse geschehen. Dabei soll nochmals die Wechselwirkung zwischen Bestäubern und Blüten und die existierende Vielfalt an Formen bewusst gemacht werden. Das zuvor an den Modellen erworbene Wissen können die SchülerInnen an realen Objekten anwenden und erproben. Dabei sollte bewusst auf Unterschiede zu den Modellen eingegangen und Besonderheiten bei der Bestäubung besprochen werden.

Als günstige Objekte haben sich folgende Pflanzengruppen erwiesen:

Lange Kronröhre

Karthäuser-Nelke *Dianthus carthusianorum*
 Kuckucks-Lichtnelke *Lychnis flos-cuculi*
 Weiße Lichtnelke *Silene latifolia*

Mittellange Kronröhren

Große Schlüsselblume *Primula elatior*
 Echte Schlüsselblume *Primula veris*
 Stängellose Schlüsselblume *Primula acaulis*
 Taubnessel-Arten *Lamium spp.*

Kurze Kronröhren

Vergissmeinnicht-Arten *Myosotis spp.*

Ehrenpreis-Arten *Veronica spp.*

Gilbweiderich-Arten *Lysimachia spp.*

Keine Kronröhre

Hahnenfuß-Arten *Ranunculus spp.*

Kirsche *Prunus sp.*

Apfel *Malus sp.*

Birne *Pyrus sp.*

Weißdorn *Crataegus sp.*

Blüten mit speziellen Anpassungen an ihre Bestäuber:

Veilchen-Arten *Viola sp.*

Wiesen-Salbei *Salvia pratensis*

Löwenmäulchen *Antirrhinum sp.*

Fingerhut *Digitalis sp.*

4.) Anleitung zur Herstellung der Blütenmodelle

Materialliste: (s. Abb. 2)

Plastikbecher	Kelch
Buntpapier	Kronblätter
Laminierfolie	
Rundkopfkammern	Befestigung von Kron- und Staubblättern am Kelch
Strohhalme	Staubblätter
Wattekugeln (weich)	
Strohalm	Stempel
Tischtennisball	
Reißnagel	

Werkzeugliste:

Schere

Evtl. Lochzange

Heißklebepistole

Flambierbrenner

Büroklammer

Laminiergerät

Schritt 1:

Man kopiert den Schnittbogen auf Buntpapier in der Farbe, welche die Kronblätter haben sollen. Dann werden die ausgeschnittenen Kronblätter laminiert. An der Basis jedes Kronblatts wird mit der Lochzange (oder einer Schere) ein kleines Loch ausgestanzt. Dieses dient der Befestigung der Kronblätter am Kelchbecher. (s. Abb. 3)

Schritt 2:

Der Kelchbecher wird vorbereitet indem am oberen Rand fünf Löcher für die Befestigung der Kronblätter in die Becherwand geschmolzen werden. Dazu erhitzt man eine aufgebozene Büroklammer mit einem Flambierbrenner bis zur Rotglut und sticht damit in den Becher. Die Löcher sollten gerade so groß sein, dass die Rundklammern durchgeschoben werden können und danach fest stecken, ohne zu wackeln oder sich zu drehen. Etwas weiter unten am Becher werden mit dieser Methode auch die horizontalen Schlitze zur Befestigung der Staubblätter hergestellt (Achtung: Blattstellung!). (s. Abb.4-1 und 4-2)

Schritt 3:

Als Halterungen für die Staubblätter schiebt man fünf Rundkopfkammern in die dafür vorgesehenen Schlitze im Kelchbecher (s. Schritt 2). Im Inneren des Bechers werden beide Hälften der Klammern nach oben gebogen und leicht auseinander gespreizt.

Schritt 4:

Die Kronblätter werden mit fünf Rundkopfkammern am Becherrand befestigt. Dazu steckt man je eine Rundkopfkammer von außen durch die vorgefertigten Löcher, schiebt dann auf der Innenseite des Becherrands das zugehörige Kronblatt darüber und biegt die Klammern parallel zum Becherrand auseinander. Abschließend knickt man die Kronblätter oberhalb des Becherrands um (s. Abb. 5).

Schritt 5:

Fünf Strohhalme werden auf die gewünschte Länge zugeschnitten. Auf jedem Strohalm (Staubfaden) wird mit der Heißklebepistole eine Wattekugel (Staubbeutel) angebracht.

Um den Stempel herzustellen schmilzt man (s. Schritt 2) ein Loch in einen Tischtennisball (Fruchtknoten) so dass ein Strohalm (Griffel) hinein gesteckt werden kann. Dieser Strohalm wird mit Heißkleber am Tischtennisball befestigt. Für die Gestaltung der Narbe gibt es verschiedene Möglichkeiten. Je nach Blüte kann man z.B. den Strohalm mit einer Schere in mehrere Narbenäste teilen. Alternativ kann man für kugelige Narben einen Reißnagelkopf mit Heißkleber am Ende des Strohhalms anbringen. (s. Abb. 6)

Schritt 6:

Der Stempel wird mit Heißkleber am „Blütenboden“ fest geklebt. Anschließend schiebt man die Staubblätter auf die dafür vorgesehenen Halterungen (s. Schritt 3).

Die so hergestellten Blütenmodelle (s. Abb. 7) sind wasserfest, abwaschbar, wiederverwendbar und freilandtauglich. Die Staubblätter können bei Verschleiß oder Verlust jederzeit leicht ersetzt werden.

Durch verschiedene Kronröhrenlängen und die Verwendung unterschiedlicher Kelchbecher (Plastikbecher oder -schüsseln) kann man die Modelle leicht variieren und somit vielseitig einsetzen

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name	Peter Lampert
Geburtsdatum	17. Mai 1987
Geburtsort	Feldkirch - Vorarlberg
E-Mail	peter_lampert3@hotmail.com

Schul- und universitäre Ausbildung

2006 – 2012	Lehramtsstudium Mathematik und Biologie und Umweltkunde (Diplomarbeitsthema: „Blüten und Bestäuber: Fachliche Grundlagen, Schülervorstellungen und Modelle“) Voraussichtliches Ende: 05/2012
01/2010 – 06/2010	ERASMUS-Aufenthalt in Göteborg, Schweden
02/2006 – 08/2006	Präsenzdienst in der Schwarzenbergkaserne Wals-Siezenheim
2001 – 2005	Besuch des Bundesoberstufenrealgymnasiums in Götzis mit Schwerpunkt Naturwissenschaften; Maturaabschluss mit ausgezeichnetem Erfolg
1997-2001	Hauptschule Götzis

Berufserfahrungen

05/2008 – 01/2010	CTA-Support, Medical Research bei Eli LILLY GmbH, Wien
Seit 06/2009	Gartenführer im Botanischen Garten der Universität Wien
03/2011 – 07/2011	Tutor bei der Lehrveranstaltung „Bestimmen heimischer Pflanzen (Lehramt)“, Universität Wien
Seit 10/2011	Explainer und Museumsführer im Haus der Mathematik (HdMa), Wien
Seit 01/2012	Nachhilfelehrer bei Lernen 8 GmbH, Wien
Seit 03/2012	Tutor bei der Lehrveranstaltung „Bestimmen heimischer Pflanzen (Lehramt)“, Universität Wien

Auslandsaufenthalte

01/2010 – 06/2010 ERASMUS-Aufenthalt in Göteborg, Schweden

Kompetenzen

EDV-Kenntnisse	ECDL (Europäischer Computerführerschein)
Sprachkenntnisse	Deutsch (Muttersprache); Englisch (in Schrift und Sprache); Grundkenntnisse: Französisch und Schwedisch