

Beitrag zur Keimverbreitungsbiologie der Endozoochoren

Autor(en): **Müller, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **43 (1934)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-29105>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Beitrag zur Keimverbreitungsbiologie der Endozoochoren.

Von P. Müller.

Eingegangen am 27. Oktober 1934.

Zu den Endozoochoren gehören vor allem die Pflanzen mit fleischigen Früchten. Ihre Verbreitungseinheiten werden von Menschen und Tieren verschluckt und die Samen bzw. Früchte mehr oder weniger weit von der Mutterpflanze entfernt mit dem Kote wieder abgesetzt. Damit aber diese verblüffende Verbreitungsweise stattfinden kann, sind bei den Pflanzen eine Menge von Anpassungen an ihre Verbreiter nötig. Sie aufzudecken haben schon mehrere Forscher, z. B. Hildebrand (1873), Huth (1889), Dingler (1912), Ridley (1930) usw. sich bemüht, doch kennen wir gewiss noch lange nicht alle, um so mehr, als auch die genauen Verbreitungsagentien vielfach unbekannt sind.

Die diesbezüglichen Beobachtungen und Versuche, die hier veröffentlicht werden, wurden in den letzten zwei Jahren in Flims (Graubünden) oder im Thurgau gemacht.

Die Benennung der Arten erfolgt nach Schinz und Keller, Flora der Schweiz, 4. Auflage.

Herr Prof. Dr. G. Senn, Basel, unterstützte meine Arbeit durch Zuwendung von Literatur. Dafür danke ich ihm bestens.

I. Feststellungen von Verbreitungsagentien.

Allgemein werden neben dem Menschen, Vögel und Säugetiere als endozooische Verbreiter der fleischigen Verbreitungseinheiten (Samen, Früchte usw.) angeführt. Bei Ridley (1930, S. 530) finden wir ferner noch die Angabe, dass nach M. W. Beyerinck die Erdbeeren (*Fragaria*) auch durch Schnecken verbreitet werden. Dies führte mich zur Vermutung, dass die Schnecken noch vielen andern kleinsamigen Pflanzen denselben Dienst erweisen. Bei aufmerksamem Beobachten fand ich denn auch in den Wäldern wiederholt von Schnecken angefressene « Früchte » von *Paris quadrifolius*, *Rubus idaeus*, *Rubus spec.* und *Vaccinium myrtillus*. Aus Versuchen, bei denen vier bis fünf Individuen einer Schneckenart ein bis zwei Tage in eine feucht gehaltene Schachtel eingesperrt und mit Beeren gefüttert wurden, ging ferner hervor, dass die Samen oder Früchte folgender Pflanzen deren Darm zu passieren vermögen :

a) *Arion empiricorum* (Wegschnecke).

| | | |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| <i>Paris quadrifolius</i> | Samen würfelig | 2 mm : 3—4 mm |
| <i>Rubus idaeus</i> | Steinchen länglich | 2 mm : 2,5 mm |
| <i>R. caesius</i> | » » | 2 mm : 3,5 mm |
| <i>Fragaria vesca</i> | Nüsschen keilförmig | 1,3 mm : 0,6 mm |
| <i>F. grandiflora</i> | » » | 2 mm : 1 mm |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | Samen » | 1,2 mm |
| <i>Atropa belladonna</i> | » rundlich | 1 mm—1,7 mm |
| <i>Solanum dulcamara</i> | » flach rund | 1,5 mm |
| <i>S. nigrum</i> | » » » | 1 mm—1,5 mm |
| <i>S. lycopersicum</i> | » » » | 3 mm : 4 mm |
| <i>Sambucus nigra</i> | Steine keilförmig | 2 mm : 3,5 mm |
| <i>Lonicera coerulea</i> | Samen eiförmig | 2,5 mm : 1,5 mm |

b) *Helix pomatia* (Weinbergschnecke).

Fragaria vesca, *F. grandiflora*, *Vaccinium myrtillus*.

c) *Helix arbustorum* (Baumschnecke).

Vaccinium uliginosum.

Besonders beliebt waren die Früchte von *Fragaria*, *Vaccinium myrtillus* und *Atropa belladonna*. Der Aufenthalt im Darmkanal dauerte zirka 10—12 Stunden. In dieser Zeit kann eine freilebende Schnecke bei einer Geschwindigkeit von 6 m/Std. höchstens 70 m zurücklegen. Die wirklich zurückgelegte Strecke dürfte aber kaum mehr als die Hälfte betragen. Die Schnecken kommen daher nur für die Nahverbreitung in Betracht.

Ausser den angeführten Pflanzen werden wohl noch einige andere mehr oder weniger häufig durch Schnecken verbreitet. Eine solche Möglichkeit besteht namentlich auch für die sehr kleinsamigen *Oxycoccus quadripetalus*, *Empetrum nigrum*, *Vaccinium vitis idaea* und *Adoxa moschatellina*. Die Früchte von *Oxycoccus quadripetalus* und *Adoxa moschatellina* wurden allerdings von Weinbergschnecken nicht angenommen. Doch schliesst dies nicht aus, dass andere Schnecken, wie z. B. *Helix hortensis* oder *Arion empiricorum*, gelegentlich von diesen Früchten naschen.

II. Vom Einfluss der Verbreitungsagentien auf die Keimfähigkeit der Samen.

Die Kenntnis der Keimfähigkeit der Samen nach dem Durchgang durch einen Darmkanal ist ganz besonders wichtig; denn eine endozooische Verbreitung gibt es nur dann, wenn dabei wenigstens ein Teil seine Keimfähigkeit bewahrt. Im Zusammenhang damit steht auch die Wirksamkeit dieser Verbreitungsweise. Trotzdem finden wir in der Literatur bis jetzt nur spärliche und oft sogar unzuverlässige Angaben hierüber. Vergleiche Ridley 1930 (S. 337/38). Kerner (1916, Bd. III, S. 181/82) stellte z. B. fest, dass von Früchten und Samen, die durch

einen Darmkanal gegangen waren, bei der Amsel 75, bei der Drossel 85, bei dem Steinrötel 88 und beim Rotkehlchen 80 % keimten. Welche Pflanzenarten dies betrifft und wie die Versuche gemacht wurden, gibt er leider nicht an, erwähnt aber, dass bei *Berberis*, *Ribes* und *Lonicera* die Keimung früher eintrat als bei den zur Kontrolle angebauten. Dingler (1912) fand, dass von 12 Früchtchen von *Rosa canina* L. var. *atrichostylis* Borb., die den Darmkanal einer Schwarzamsel passiert hatten, drei oder 25 % keimten und von sechs Früchtchen von *Rosa canina* L., var. *dumalis* (Bechst.) Bak. 100 %. Nach Phillips (in Ridley 1930, S. 338) beträgt die Keimzeit von *Olea laurifolia* 12 Monate, nach dem Durchgang durch den Darmkanal von *Columba arquatrix* nur 4—6 Monate und von *Elephas* gar nur 2 bis 4 Monate.

Ich prüfte die Keimfähigkeit der Samen oder Früchte einiger Arten, die entweder den Darmkanal eines Menschen, einer Amsel oder einer Schnecke passiert hatten. Zu diesem Zwecke wurde eine grössere Anzahl derselben (50—120), sobald sie den Darm verlassen hatten und gereinigt worden waren, neben solchen frisch aus den Verbreitungseinheiten je in eine Hälfte ein und derselben Keimschale gelegt. Die Samen oder Früchte aus den Exkrementen waren durch Abspülen sehr leicht von fleischigen Anhängseln oder Häutchen zu reinigen. Bei denjenigen aus den frischen Verbreitungseinheiten gelang dies einige Male erst völlig, nachdem sie 2—3 Tage im Keimbeet gelegen hatten. Bei *Ribes alpinum* war nach dem Darmdurchgang eine Farbveränderung der Samenschale sichtbar. Als Keimbeete dienten Petrischalen mit zwei- bis dreifacher Lage weissem Fliesspapier. In zwei Fällen, bei *Mayanthemum bifolium* und *Asparagus officinalis* fand auch Flußsand als Keimbeet Verwendung. Um ein Vermischen der Samen zu verhindern, wurden die Keimbeethälften durch ein bis zwei schmale Streifen dicken Fliesspapiers getrennt. Das Anfeuchten geschah mit hartem Leitungswasser. In einigen Fällen musste die Unterlage wegen Wachstum von Bakterien und Schimmelpilzen erneuert werden. Je nach Bedürfnis (siehe Kinzel 1913, 1915 und 1920) wurden die Keimbeete bei Zimmertemperatur (15—25°) entweder dem diffusen Sonnenlicht ausgesetzt oder im Dunkeln gehalten. Die Umstände ermöglichten mir leider nicht, die Versuche mit allen langsam keimenden Arten bis ganz ans Ende zu führen, sondern nur bis zum Abschluss der ersten Keimperiode.

Bei der Wiedergabe der Versuchsergebnisse werden folgende Abkürzungen verwendet:

Dat. = Datum.

Exkr. = Aus den Exkrementen.

Fr. = Aus frischen Früchten (s. l.).

Die üblichen Monatsabkürzungen.

a) Keimversuche mit Samen oder Früchtchen aus Schneckenexkrementen.

1. *Fragaria vesca*. Gesammelt am 16. August 1932 im Wald von Altnau und zum Teil roten Wegschnecken (*Arion empiricorum*) verfüttert. Am andern Tag wurden je 50 Nüsschen aus Exkrementen und aus frischen Erdbeeren in ein belichtetes Keimbeet gelegt. Es keimten :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|-------------------|-------|-----|
| 24. Aug. | 1 | 1 |
| 31. Aug. | 11 | 8 |
| 8. Sept. | 17 | 14 |
| 16. Sept. | 31 | 26 |
| 22. Sept. | 38 | 30 |
| 2. Okt. | 45 | 33 |
| 6. Okt. | 47 | 36 |
| 8. Okt. | — | 37 |

Bis zum 20. Oktober hatten keine Nüsschen mehr gekeimt. Die bis zu diesem Datum noch ungekeimten waren alle gesund.

2. *Fragaria grandiflora*. Marktfrüchte wurden Weinbergschnecken (*Helix pomatia*) verfüttert. Versuchsanordnung wie bei *F. vesca*. Datum 12. Juni 1933. Keimverlauf :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|--------------------|-------|-----|
| 8. Juli | — | 1 |
| 15. Juli | 1 | 2 |
| 3. Aug. | 8 | 3 |
| 3. Sept. | 24 | 22 |
| 1. Okt. | 25 | 25 |
| 28. Nov. | 43 | 47 |
| 9. Dez. | 47 | 49 |

Bis Ende Februar 1934 erfolgte keine Keimung mehr.

3. *Vaccinium myrtillus*. Früchte gesammelt am 18. Juli 1933 im Wald von Schönenbaumgarten (Thurgau). Nachdem am 22. desselben Monats ein Teil der Samen den Darm einer roten Wegschnecke passiert hatte, wurden sofort 80 Stück zusammen mit 80 aus frischen Früchten in ein belichtetes Keimbeet gebracht. Es keimten :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|------------------|-------------|-----|
| 1. Aug. | 1 | — |
| 3. Aug. | 11 | 2 |
| 5. Aug. | 38 | 21 |
| 7. Aug. | 52 | 43 |
| 9. Aug. | 58 | 59 |
| 23. Aug. | 65 (3 faul) | 71 |

Am 25. Oktober wurde der Versuch abgebrochen. Bis dahin hatte kein Same mehr gekeimt, und es faulte auch keiner.

4. *Solanum lycopersicum*. Bei 50 Samen, die am 19. September 1933 den Darmkanal einer roten Wegschnecke passiert hatten, verlief die Keimung im Dunkeln wie bei den 50 zur Kontrolle angebauten. Nach 30 Tagen hatten 100 % gekeimt.

Tafel 3



Sorbus aucuparia im Winter

Photo E. Meerkämper, Davos

Leere Seite
Blank page
Page vide

b) *Keimversuche mit Samen oder Früchten aus Exkrementen von Amseln (Turdus merula).*

1. *Ribes alpinum*. Früchte geerntet am 18. Oktober 1932. Zur Keimung ausgesetzt am 20. November. Die Samen aus den Exkrementen waren etwas gequollen und auch nach dem Abspülen mit Leitungswasser bräunlich. Von je 100 Samen aus den Exkrementen und aus frischen Früchten keimten im Licht :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|----------------------|-------|-----|
| 10. Dez. | 1 | — |
| 22. Dez. | 4 | 2 |
| 1. Jan. 33 | 37 | 9 |
| 8. Jan. | 74 | 30 |
| 16. Jan. | 95 | 73 |
| 20. Jan. | 98 | 83 |
| 8. Feb. | — | 99 |

Der Rest faulte.

2. *Majanthemum bifolium*. Eine Anzahl Früchte wurde Ende September 1932 gesammelt und in Papiertüten bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Nachdem sie am 5. Dezember teilweise den Darmkanal von Amseln passiert hatten, wurden ihre Samen am folgenden Tag in ein verdunkeltes Keimbeet gebracht, und zwar je 45 Stück. Zuerst keimten einige Samen, die durch den Darmkanal gewandert waren. Der erste am 25. Januar 1933. Von den andern keimte der erste am 14. April. Am 14. Juli musste der Versuch abgebrochen werden. Das Keimverhältnis stand 12 : 4 zugunsten der Samen aus den Exkrementen.

3. *Solanum dulcamara*. Früchte gesammelt Ende November 1932 am Caumasee in Flims. Teilweise verfüttert am 7. Dezember. Hernach die Samen bis 4. Februar 1933 dem Frost ausgesetzt und dann ins Keimbeet gebracht. Bis am 30. April 1933 keimten 16 von 120 Samen aus den Exkrementen und nur einer von 120 direkt aus den Früchten. Während der sieben nächsten Monate erfolgte keine Keimung mehr. Die Samen blieben aber gesund.

4. *Cotoneaster integerrima*. Früchte von kultivierten Pflanzen aus Altnau. Geerntet am 27. Dezember 1932. Davon wurden noch am selben Tag verfüttert und die Steine mit solchen aus frischen Früchten zur Keimung ausgesetzt. Bevor sie ins Keimbeet kamen, wurden sie acht Stunden gewässert. Keimverlauf bei je 100 Stück :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|--------------------|-------|-----|
| 25. Jan. | 4 | — |
| 27. Jan. | 8 | 1 |
| 2. Feb. | 16 | 7 |
| 14. Feb. | 22 | 18 |
| 20. März | 26 | 26 |

Bis zum 10. Juli erfolgte keine Keimung mehr. Bei den übrigen Steinen war die Schale meist gesprengt. Sie verdarben aber.

5. *Asparagus officinalis*. Früchte aus einer Kultur in Altnau. Geerntet am 22. Oktober 1933. Samen in ein verdunkeltes Keimbeet gebracht am 20. November 1933. Diejenigen aus den Exkrementen wurden nicht abgewaschen. Es hafteten ihnen aber keine Kot- oder Fleischpartikelchen an. Keimverlauf bei je 100 Stück :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|------------------|-------|-----|
| 28. Nov. | 12 | 7 |
| 1. Dez. | 41 | 22 |
| 4. Dez. | 64 | 67 |
| 7. Dez. | 72 | 78 |
| 3. Jan. | 84 | 89 |

Bis zum 1. Mai 1934 erfolgte keine Keimung mehr, die Samen waren alle noch gesund.

6. *Rhamnus cathartica*. Früchte von Flims. Gesammelt am 20. November 1933. Samen in ein verdunkeltes Keimbeet gebracht am 21. November. Gereinigt aber nicht abgespült. Keimverlauf bei je 100 Stück aus Exkrementen und frischen Früchten :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|-----------------------|-------|-----|
| 23. Dez. | 1 | — |
| 10. Jan. 34 | 17 | 3 |
| 21. Jan. | 39 | 10 |
| 2. Febr. | 54 | 23 |
| 2. März | 73 | 45 |
| 1. April | 81 | 73 |
| 11. April | 81 | 78 |

Bis Ende Mai erfolgte keine Keimung mehr. Mehrere Samen faulten.

7. *Ligustrum vulgare*. Früchte aus dem Altnauer Wald. Gesammelt am 27. Dezember 1933. Teilweise verfüttert am 29. Dezember. Bevor die Samen ins Keimbeet kamen, wurden sie 8½ Stunden gewässert. Keimverlauf bei je 80 Stück :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|--------------------|-------|-----|
| 20. Jan. | 2 | — |
| 25. Jan. | 7 | 1 |
| 2. Feb. | 22 | 14 |
| 16. Feb. | 37 | 32 |
| 24. März | 45 | 48 |

Bis zum 1. Mai erfolgte keine Keimung mehr, die Samen schienen alle noch gesund zu sein.

8. *Oxycoccus quadripetalus*. Früchte gesammelt im Hudelmoos bei Zihlschlacht am 26. April 1934. Samen zur Keimung ausgesetzt am 28. April. Keimbeet belichtet. Keimverlauf bei je 85 Stück :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|--------------------|-------|-----|
| 12. Mai | 14 | 3 |
| 18. Mai | 50 | 12 |
| 28. Mai | 62 | 28 |
| 10. Juni | 63 | 34 |

Am 8. Juli wurde der Versuch abgebrochen. Bis dahin erfolgte keine Keimung mehr. Dagegen faulten von den Samen aus den frischen Früchten drei und von den andern zwei. Die übrigen Samen waren alle noch gesund.

c) *Keimversuche mit Samen oder Früchten aus menschlichen Exkrementen.*

1. *Ficus carica*. Die Nüsschen stammten aus Marktfeigen. Sie wurden am 10. Februar 1932 in ein belichtetes Keimbeet gelegt. Diejenigen aus den Exkrementen hatten einen 24stündigen Darmaufenthalt hinter sich. Es keimten von je 100 Stück :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|---------------------|-------|-----|
| 2. April | 6 | 8 |
| 10. April | 22 | 38 |
| 1. Mai | 60 | 84 |
| 30. Juni | 69 | 94 |

Der Rest keimte nicht mehr und faulte.

2. *Ficus carica*. Vom selben Material wie oben keimten von je 65 Stück in einem verdunkelten Keimbeet :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|---------------------|-------|-----|
| 8. April | | 2 |
| 12. April | 22 | 12 |
| 16. April | 27 | 21 |
| 21. April | 30 | 28 |
| 1. Mai | 40 | 34 |
| 13. Mai | 47 | 49 |
| 30. Mai | 48 | 55 |
| 15. Juni | 50 | 57 |

Der Rest keimte nicht mehr und faulte.

3. *Fragaria vesca*. Von 50 Nüsschen, die am 17. August 1932 einen 25stündigen Darmaufenthalt hinter sich hatten, keimten im Licht 49.

4. *Fragaria vesca*. Scheinfrüchte geerntet am 11. August 1932 im Altnauer Wald. Darmaufenthalt der Nüsschen aus den Exkrementen 38 Stunden. Von je 70 Nüsschen, die am 13. August in ein belichtetes Keimbeet gelegt wurden, keimten :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|-------------------|-------|-----|
| 20. Aug. | 4 | — |
| 24. Aug. | 15 | 1 |
| 30. Aug. | 25 | 12 |
| 5. Sept. | 29 | 19 |
| 10. Sept. | 38 | 36 |
| 21. Sept. | 43 | 39 |
| 1. Okt. | 45 | 41 |
| 10. Okt. | — | 43 |

Bis zum 25. Oktober erfolgte keine Keimung mehr. Die Nüsschen waren alle noch frisch. Der Versuch wurde aber abgebrochen.

5. *Fragaria vesca*. Scheinfrüchte von Schönenbaumgarten (Thurgau). Geerntet am 20. Juni 1933. Darmaufenthalt der Nüsschen aus den Exkrementen 36 Stunden. Keimbeet verdunkelt.

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|--------------------|-------|-----|
| 31. Juli | 2 | — |
| 14. Aug. | 31 | 1 |
| 18. Aug. | 41 | 6 |
| 5. Sept. | 49 | — |

Bis zum Abbruch des Versuches am 25. Oktober erfolgte keine Keimung mehr. Die Nüsschen waren alle noch gesund.

6. *Vaccinium myrtillus*. Von 100 Samen aus Schönenbaumgarten, die am 20. Juni 1933 innert 36 Stunden einen Darmkanal passiert hatten, keimten in einem Monat 84 %. Nach K i n z e l (1920, S. 126) sind 8 % schwer keimend.

7. *Ribes rubrum*. Früchte von einer Kulturpflanze. Geerntet am 20. Juli 1933. Die Samen aus den Exkrementen hielten sich während 24 Stunden im Darm auf. Ihre Schalen waren braunschwarz. Keimverlauf im belichteten Keimbeet bei je 100 Stück :

| Dat. | Exkr. | Fr. |
|-------------------|--------------|-------------|
| 25. Dez. | 1 | 1 |
| 29. Dez. | 4 | 6 |
| 31. Jan. | 10 | 18 |
| 2. Mai | 13 | 22 |
| 1. Juni | 19 | 30 |
| 10. Dez. | 23 | 32 |
| 20. Dez. | 25 (faul 16) | 32 (faul 7) |

Die übrigen Samen waren alle noch gesund.

Die Keimversuche zeigen, dass bei den meisten der untersuchten Arten die Keimfähigkeit beim Durchgang durch den Darmkanal einer Schnecke, Amsel oder eines Menschen nicht oder nur wenig beeinträchtigt wird. Grössere Schäden ergaben sich nur bei den Nüsschen von *Ficus carica* und den Samen von *Ribes rubrum*, die sich während 24 Stunden in einem menschlichen Darm aufhielten. Wo nur wenige Samen mehr verdarben als bei den zur Kontrolle angebauten, dürften in erster Linie schwächliche Exemplare betroffen worden sein. Ohne Zweifel spielen auch Herkunft und Zustand der Saat eine Rolle. Es ist daher anzunehmen, dass bei weiteren Versuchen die Prozentzahl der verdorbenen Samen oder Früchte wechseln würde. Besonders auffallend ist das in der ersten Keimperiode stärkere Keimen der Samen aus Amselkot bei *Oxycoccus quadripetalus* und *Solanum dulcamara*. Ferner das Vorauseilen der Keimung bei den Samen aus Amselexkrementen bei *Asparagus officinalis*, *Mayanthemum bifolium*, *Ribes alpinum*, *Cotoneaster integerrima*, *Rhamnus cathartica* und *Ligustrum vulgare*. Bei den Samen aus menschlichen Exkrementen ergab sich dasselbe bei *Fragaria vesca*. Ebenso war die Keimung der *Vaccinium myrtillus*-

Samen aus Schneckenexkrementen stark beschleunigt. Hervorzuheben ist ausserdem, dass bei *Ficus carica* und *Fragaria vesca* durch die Einwirkung des menschlichen Darmes die keimungsfördernde Lichtwirkung in hohem Masse ersetzt werden konnte. In den Kontrollversuchen verlief die Keimung ähnlich wie in den Versuchen von Kinzel (1913, 1915 und 1920). Diese Versuchsergebnisse zeigen somit aufs neue, wie tief Tier- und Pflanzenleben ineinandergreifen und decken Wege auf, wo noch weitere Beweise hierfür zu finden sind. Welches aber in den einzelnen Fällen die Grundursachen für das eigentümliche Verhalten der betreffenden Samen bzw. Früchte sind, ob sie mehr chemischer oder mehr physikalischer Natur sind, müssten eigens zu diesem Zwecke angestellte Versuche zeigen. Immerhin deuten die Arbeiten von Gassner (1915) und Lehmann und Ottenwälder (1913) die Richtung an, wo diese zu suchen sind. Gassner stellte fest, dass bei einigen Pflanzen Stickstoffverbindungen die Keimung beschleunigen. Lehmann und Ottenwälder (1913, S. 347) vermochten durch eiweisslösende Fermente wie Trypsin lichtbedürftige Samen im Dunkeln zum Keimen bringen. Da die Samen oder Früchte auf ihren Darmwanderungen mit solchen Stoffen in Berührung kommen, haben wir hier wohl einen Beweis für deren Wirkung in der freien Natur. Die erhöhte Temperatur, der sie im Menschen- oder Säugetierdarm ausgesetzt sind, dürfte ebenfalls die Keimung beeinflussen. Auch mechanische Einwirkung auf die Samenschalen ist nicht ausgeschlossen. Dass ein langes Verbleiben der Verbreitungseinheiten im Darmkanal schädigend wirken kann, ist leicht zu verstehen. Ich möchte daher gerade auch die beschleunigende Wirkung der Beerenfrüchte auf die Darmtätigkeit als verbreitungsbiologische Anpassung deuten. Andererseits liegt hier gewiss zum Teil die Ursache, dass z. B. Vögel, wo die Durchgangszeit durch den Darmkanal oft nur eine Viertelstunde beträgt, selbst äusserst giftige Beeren ohne Schaden geniessen können.

III. Von der Darbietung der endozoischen Verbreitungseinheiten.

Die Blumen sorgen für ihre Bestäubung, indem sie durch Nahrung, Farbe und Duft die Insekten locken. Auf gleiche Weise sichern sich die saftigen Verbreitungseinheiten ihre Verbreitung durch Säugetiere, Vögel oder Schnecken. Durch grelle Farben machen sie sich weithin sichtbar. Oft wird ihre Auffälligkeit sogar noch durch Kontrastwirkungen der Blätter erhöht, indem deren Farbe sich nach derjenigen des zur Reifezeit neben ihnen vorhandenen Laubes richtet (Schröter 1926, S. 229). Von Grün hebt sich nach unserem Empfinden Rot am besten ab. Für die Verbreitungseinheiten der immergrünen Gewächse oder solchen, die dieselben reifen, solange ihre nächste Umgebung noch völlig grün ist, ist daher Rot die beste Lockfarbe. Als Beispiele können angeführt werden :

| | | |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <i>Taxus baccata</i> | <i>R. rubrum</i> | <i>Vaccinium vitis idaea</i> |
| <i>Arum maculatum</i> | <i>R. alpinum</i> | <i>Oxycoccus quadripetalus</i> |
| <i>A. italicum</i> | <i>Rubus idaeus</i> | <i>Sambucus racemosa</i> |
| <i>Ruscus aculeatus</i> | <i>R. saxatiles</i> | <i>Lonicera etrusca</i> |
| <i>Daphne mezereum</i> | <i>Fragaria</i> | <i>L. alpigena</i> |
| <i>D. striata</i> | <i>Ilex aquifolium</i> | <i>L. xylosteum</i> |
| <i>Tamus communis</i> | <i>Cornus mas</i> | <i>L. periclymenum</i> |
| <i>Ribes petraeum</i> | <i>Arctostaphylos uva ursi</i> | |

Es gibt aber auch Arten, die sich gegenteilig verhalten, also schwarze oder blaue Früchte tragen, wenn die Umgebung grün gefärbt ist. Z. B. :

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| <i>Juniperus communis</i> | <i>Hedera helix</i> |
| <i>Amelanchier vulgaris</i> | <i>Vaccinium myrtillus</i> (Ebene) |
| <i>Frangulus alnus</i> | <i>Lonicera nigra</i> |
| <i>Daphne laureola</i> | <i>L. coerulea</i> |

Wenn das Laub eine herbstlich rote oder gelbe Färbung angenommen hat, heben sich blaue oder schwarze Früchte besser ab. So bei :

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Polygonatum multiflorum</i> | <i>Arctostaphylos alpina</i> |
| <i>P. officinale</i> | <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| <i>Prunus spinosa</i> | <i>Ligustrum vulgare</i> |
| <i>Cornus sanguinea</i> | |

Ohne Zweifel ist bei einer grossen Zahl von Arten die Kontrastwirkung zwischen Fruchtfarbe und Umgebung nachweisbar. Doch ist die Erscheinung, wie aus den angeführten Beispielen hervorgeht, nicht allgemein.

Ein Vergleich der Lockfarben der wild wachsenden saftigen Endozoochoren in verschiedenen Gegenden ergibt folgendes Bild :

| | Flora v. Montpellier | Flora d. Kts. Freiburg | Flora v. Grönland |
|--------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| gelb | 2 | 4 | — |
| rot | 58 | 63 | 9 |
| hellfarbig | 60 | 67 | 9 |
| blau | 17 | 12 | 2 |
| schwarz | 25 | 62 | 2 |
| dunkelfarbig | 42 | 74 | 4 |

Im Süden und Norden überwiegen die roten Verbreitungseinheiten. Dagegen sind im Kanton Freiburg (schweizerisches Mittelland) wegen der grossen Zahl der *Rubus*arten die schwarzen Früchte häufiger. Ferner hat von den fünf Beerenpflanzen, die nach Schröter (1926, S. 827) in die Nivalstufe der Alpen aufsteigen, nur *Vaccinium vitis idaea* rote Früchte.

Während die Lockfarben insbesondere auf Säugetiere und Vögel wirken, werden die Schnecken eher durch Geruch angelockt. Von den Pflanzen, bei denen Verbreitung durch Schnecken festgestellt oder wahrscheinlich gemacht wurde, haben *Paris quadrifolius*, *Fragaria Ru-*

bus idaeus, *Vaccinium myrtillus* und *Adoxa moschatellina* besonders stark riechende Verbreitungseinheiten. Die «schneckenfrüchtigen» Pflanzen sind meist auch von niederem Wuchs. Ja die Früchte berühren oft sogar die Erde. Z. B. gleicht *Adoxa moschatellina* in der Art, wie sie ihre Früchte darbietet, in hohem Masse den Elaiosom-zoochoren (P. Müller 1933), deren Stengel nach dem Verblühen schlaff werden und sich dem Boden auflegen, damit ihre Verbreitungseinheiten von den Ameisen wegtransportiert werden können.

IV. Von der Verbreitungszeit.

Auch die Pflanzen mit saftigen Verbreitungseinheiten können wir nach S e r n a n d e r (1901) in Frühversamer oder Tachysporen und Wintersteher oder Bradysporen einteilen. Frühversamer sind alle diejenigen, die Ende Oktober keine oder nur noch wenige Früchte tragen. Wintersteher sind die, die dann noch reichlich mit Früchten behangen sind. Um diese Zeit töten die ersten Fröste den grössten Teil der Kerbtierwelt und zwingen den Rest, sich in schützenden Winterquartieren zu verstecken. Die kerbtierfressenden Vögel müssen entweder auch vegetarische Kost zu sich nehmen oder, wenn ihnen eine so gründliche Umstellung des Speisezettels nicht bekömmlich ist, wärmere Landstriche aufsuchen. Diejenigen, die hier bleiben, finden aber in dem grossen Beerenreichtum, besonders der montanen Stufe, eine neue ergiebige Nahrungsquelle. Selbst starke Schneefälle lassen sie nie ganz versiegen, denn viele Sträucher und Bäume haben hängende Fruchtstände, so dass die Früchte vom Schnee nicht verdeckt werden können und jederzeit erreichbar sind (Tafel 3). Mit den Insekten und Würmern sind auch die Schnecken verschwunden. Sie kommen allein für die Verbreitung der Frühversamer in Betracht. Frühversamer sind :

| | |
|--------------------------------|--|
| <i>Taxus baccat</i> | <i>Daphne mezereum</i> |
| <i>Arum maculatum</i> | <i>D. laureola</i> |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> | <i>Cornus mas</i> |
| <i>P. officinale</i> | <i>Vaccinium myrtillus</i> (i. d. Ebene) |
| <i>Tamus communis</i> | <i>Atropa belladonna</i> |
| <i>Ribes nigrum</i> | <i>Viburnum lantana</i> |
| <i>R. grossularia</i> | <i>Lonicera alpigena</i> |
| <i>R. alpinum</i> | <i>L. coerulea</i> |
| <i>Amelanchier ovalis</i> | <i>L. xylosteum</i> |
| <i>Rubus idaeus</i> | <i>L. nigra</i> |
| <i>R. caesius</i> | <i>L. periclymenum</i> |
| <i>Fragaria</i> | <i>Adoxa moschatellina</i> |
| <i>Prunus avium</i> | <i>Sambucus racemosa</i> |
| <i>P. padus</i> | |

Die Früchte dieser Pflanzen, ausgenommen *Prunus padus* und *Viburnum lantana*, sind sehr saftreich und meist auch wohlschmeckend, süss oder schwach säuerlich. Nur bei einigen *Lonicera*-Arten ist der Nachgeschmack etwas bitter.

Typische Wintersteher sind :

| | | |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| <i>Juniperus communis</i> | <i>Crataegus oxyacantha</i> | <i>Vaccinium vitis idaea</i> |
| <i>Asparagus officinalis</i> | <i>C. monogyna</i> | <i>V. uliginosum</i> |
| <i>Ruscus aculeatus</i> | <i>Rosa</i> | <i>Oxycoccus quadripetalus</i> |
| <i>Mayanthemum bifolium</i> | <i>Prunus spinosa</i> | <i>Ligustrum vulgare</i> |
| <i>Polygonatum verticillatum</i> | <i>Ilex aquifolium</i> | <i>Solanum dulcamara</i> |
| <i>Viscum album</i> | <i>Rhamnus cathartica</i> | <i>S. nigrum</i> |
| <i>Berberis vulgaris</i> | <i>Hippophaë rhamnoides</i> | <i>Viburnum opulus</i> |
| <i>Cotoneaster integerrima</i> | <i>Cornus sanguinea</i> | <i>Symphoricarpus rhacemosus</i> |
| <i>C. tomentosa</i> | <i>Arctostaphylos uva ursi</i> | |
| <i>Sorbus</i> | <i>A. alpina</i> | |

Die meisten tragen Früchte, deren Fruchtfleisch mehlig, schwammig oder lederig ist. Saftreiche Früchte finden wir unter ihnen nur ausnahmsweise. Unter den angeführten Arten, einzig bei *Rhamnus cathartica*, *Hippophaë rhamnoides*, *Solanum dulcamara*, *S. nigrum* und *Viburnum opulus*. Der Geschmack der Früchte ist nach unserm Empfinden vielfach widerlich, so dass sie wohl auch deshalb erst gefressen werden, wenn nichts mehr anderes zu finden ist. Bei einigen, z. B. bei *Oxycoccus quadripetalus* und *Solanum dulcamara*, wird er durch Frostwirkung verbessert.

Literaturverzeichnis.

1912. Dingler, H.: Die Verbreitung und Keimung von Rosenfrüchten (Englers Jahrb. 46, Beibl. 106).
1915. Gassner, G.: Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen (Deutsche Bot. Ges. H. 4. S. 217—32).
1873. Hildebrand, Fr.: Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig: W. Engelmann.
1889. Huth, E.: Die Verbreitung der Pflanzen durch die Exkremente der Tiere. Berlin: R. Friedländer.
1930. Jaquet, F.: Catalogue raisonné des plantes vasculaires du canton de Fribourg et des contrées limitrophes. (Mem. d. l. Soc. frib. des sciences nat. Vol. 5.)
1916. Kerner, A. und Hansen, A.: Pflanzenleben. 3. Auflage, Bd. 3. Leipzig und Wien.
1913. Kinzel, W.: Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart: E. Ulmer.
1915. — Erläuterungen und Ergänzungen zum ersten Buche. Stuttgart: E. Ulmer.
1920. — Abschluss der Erläuterungen und Ergänzungen zum ersten Buche. Stuttgart: E. Ulmer.
1880. Lange, J.: Conspectus Flora Grönlandica. Kopenhagen.
1913. Lehmann, E. und Ottenwälder A.: Ueber katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. (Zeitschrift für Bot. 5. S. 337—364.)
1888. Loret, H. et Barrandon, A.: Flore de Montpellier, II^{me} édit. Montpellier.
1933. Müller, P.: Verbreitungsbiologie der Garigueflora. S. I. G. M. A. Com. Nr. 21 u. Beih. 2, Bot. Zentralbl. Bd. 2, Abt. II.
1930. Ridley, H. N. N.: The dispersal of plants throughout the world. London.
1926. Schröter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich.
1901. Sernander, R.: Den skandinaviska vegetationens spridnings-biologie. Uppsala.
1928. Ulbrich, E.: Biologie der Früchte und Samen. Berlin.