

Über die kleinstandörtliche Verteilung von *Impatiens parviflora* in einem Eichen-Hainbuchenwald und einem standörtlich entsprechenden Fichtenforst*

Ludwig Trepl

Mit 2 Tabellen und 14 Abbildungen

(Eingegangen am 5. 3. 1979)

Kurzfassung

Im Kottenforst bei Bonn wurde die Struktur von *Impatiens parviflora*-Beständen in einem naturnahen Laubwald mit der in einem Fichtenforst auf gleichem Standort verglichen. Die Beziehungen zwischen der kleinräumigen Verteilung des Springkrauts und den Arten der Baumschicht wurden näher untersucht. Als besonders wichtig erwies sich die Wurzelkonkurrenz der Bäume.

Abstract

The structure of *Impatiens parviflora*-stands in a deciduous forest and in a spruce forest on a corresponding biotope had been compared. The relations between the pattern of *Impatiens* and the species of the tree cover had been investigated. Root competition turned out to be most important.

1. Einleitung

Im Rahmen der Kausalanalyse des Zustandekommens von Pflanzengesellschaften nimmt die Frage nach der gegenseitigen Beeinflussung von Pflanzenarten einen wichtigen Platz ein. Die in der vegetationskundlichen Forschung überwiegend angewandte Methode — das Feststellen gemeinsamen Auftretens oder Sich-Ausschließens von Arten bzw. Artengruppen bei der Auswertung von Vegetationsaufnahmen — liefert, wie KNAPP (1958) bemerkte, „keinen Beweis für eine mögliche günstige oder ungünstige gegenseitige Beeinflussung. Denn es kann auf ähnlichem physiologischem Verhalten der betreffenden Arten gegenüber den primären Standortsfaktoren beruhen“. Man ist daher im allgemeinen auf experimentelle Eingriffe angewiesen, will man die Beeinträchtigung durch „primäre Standortsfaktoren“ vermeiden.

Nun liegen derartige Experimente bereits in recht großer Zahl vor, doch wurden sie in der Regel unter von den natürlichen Verhältnissen stark abweichenden Bedingungen durchgeführt, oft im Labor. Damit verglichen ist die Zahl der am natürlichen Standort gewonnenen Ergebnisse relativ gering, sieht man von forstwissenschaftlichen Untersuchungen ab, deren Gegenstand die gegenseitige Beeinflussung von Baumarten ist.

Neben dem Experiment besteht eine weitere Möglichkeit in der vergleichenden Beobachtung von unter gleichen Standortverhältnissen wachsenden unterschiedlichen Pflanzengesellschaften (KNAPP 1958), wozu besonders die Veränderung der natürlichen Baumartenzusammensetzung durch die Forstwirtschaft reichlich Gelegenheit gibt. Beide Methoden — vergleichende Beobachtung und einfache experimentelle Eingriffe — kamen in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung.

2. Standort und Vegetation

Untersuchungsgebiet war der Kottenforst bei Bonn (Höhe etwa NN + 170—180 m). Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt bei 9,5°, der Januarwert bei +1°. Spätfröste sind relativ häufig. Im Durchschnitt fallen etwa 660 mm Niederschlag pro Jahr, davon 340 mm in der Vegetationszeit. Das Niederschlagsmaximum liegt im Juli/August (nach Angaben der Stationen Friesdorf und Witterschlick geschätzt von BUTZKE u. a. 1975). Während des Beobachtungszeitraums betragen die Jahressummen des Niederschlags in Bonn: 1973: 514 mm; 1974: 685 mm; 1975: 520 mm; 1976: 475 mm; 1977: 661 mm.

* Den Herren Prof. BORNKAMM, Dr. HENRICHFREISE, KORNECK, Dr. LOHMEYER, Prof. TRAUTMANN und besonders Herrn Prof. SUKOPP sei für kritische Anmerkungen und weitere Unterstützung gedankt.

Den Untergrund des Kottenforstes bilden lößüberlagerte, geschichtete Kiese und Sande der sehr ebenen Rhein-Hauptterrasse. Der Boden der untersuchten Flächen ist ein Pseudogley aus entkalktem Lößlehm mit stark verdichtetem, aus tonigem Lehm bestehendem Unterboden und darunter die durch Brauneisen verfestigten kiesig-sandigen Flußaufschüttungen. Die dadurch bedingte Stauwirkung führt zu häufigem Wechsel von Trockenheit und Vernässung. Die gebleichte Stauzone reicht etwa von 15 bis 40 cm Tiefe. Der Oberboden ist relativ stickstoffreich (C/N 13—17) und stark sauer (pH KCl 3,8—4,2). Die Nährstoffversorgung kann insgesamt als mäßig bezeichnet werden (BUTZKE u. a. 1975).

Unter naturnahem Laubwald wird die Streu rasch zersetzt, so daß der Oberboden im Mullzustand vorliegt. Tiere sorgen für die Vermischung der Pflanzenreste mit dem Mineralboden. Nur stellenweise findet sich Auflagehumus. Unter Fichten ist dagegen der Streuabbau gehemmt, dementsprechend ist Auflagehumus durchgehend vorhanden.

Die Bestände werden dem Maiglöckchen-Stieleichen-Hainbuchenwald zugeordnet. Diese Gesellschaft nimmt eine Übergangstellung zwischen dem Galio-Carpinetum und dem Stellario-Carpinetum ein. Innerhalb von Nordrhein-Westfalen kommt sie nur in der Niederrheinischen Bucht vor (TRAUTMANN 1973). LOHMEYER (1956) beschrieb sie erstmals als „Reinen *Polytrichum-Athyrium*-Eichen-Hainbuchenwald“. Auf ärmeren Böden mit noch weniger ausgeglichenem Wasserhaushalt wird er von einem Pfeifengras-Stieleichen-Hainbuchenwald abgelöst, während größerer Nährstoffreichtum durch anspruchsvollere Arten wie *Vinca minor* und *Lamium galeobdolon* angezeigt wird.

Die Untersuchungen im Laubwald wurden auf geschlossene, relativ naturnahe Altbestände konzentriert, darunter die der Naturwaldzelle „Oberm Jägerkreuz“. In der oberen, bis zu 25 m hohen Baumschicht dominieren Stieleichen, während die zweite Baumschicht überwiegend von Hainbuchen gebildet wird. Weiterhin sind Buchen und — in geringerer Zahl — Winterlinden am Bestandaufbau beteiligt. Meist ist der Deckungsgrad der Bäume höher als 90%. Die selten mehr als 10% deckende Strauchschicht wird überwiegend von den sich gut verzweigenden Baumarten Buche, Hainbuche und Winterlinde gebildet. Sehr unterschiedlich ist die Deckung der Krautschicht. In der Regel ist der Bodenbewuchs etwas schütter (Deckung um 50%), stellenweise fehlt er völlig. Der Boden ist noch im Sommer mit einer bis zu drei cm dicken Laubstreuschicht bedeckt.

In Tab. 1 sind 16 Aufnahmen aus den Jahren 1955 (LOHMEYER 1956) und 1975 (eigene Aufnahmen) zusammengefaßt. *Impatiens parviflora* enthaltende Aufnahmen wurden nicht berücksichtigt. Tab. 2 faßt drei eigene Aufnahmen aus dem Jahre 1975 und zwei aus LOHMEYER (1956) von etwa 80jährigen Fichtenbeständen auf entsprechendem Standort zusammen.

3. *Impatiens parviflora* im Kottenforst

Bei der ersten Untersuchung des Kottenforstes im Jahre 1955 war der aus Zentralasien stammende, einjährige Neophyt *Impatiens parviflora* in keiner der ca. 100 Vegetationsaufnahmen vorhanden (TRAUTMANN 1976). Auch PATZKE & STIERWALDT (1960) erwähnen die Art noch nicht. 1967 war sie an zwei Stellen bei Adendorf am Südrand des Kottenforstes zu finden (PATZKE 1976 briefl.). Heute fehlt sie nur noch wenigen Abteilungen des Waldes vollkommen. Auch in die Bestände des Maiglöckchen-Stieleichen-Hainbuchenwaldes ist das Kleine Springkraut eingewandert, ebenso in die an ihrer Stelle stockenden Fichtenforsten. Große Teile sind jedoch noch weitgehend frei davon, wenn auch meist einige „Vorposten“ — Einzelindividuen oder kleine Trupps — bereits vorhanden sind.

1974—1977 wurden verschiedene Zählungen und Messungen, Aussaatversuche und einige weitere Experimente in diesen Beständen durchgeführt, deren Ergebnisse größtenteils in den Abb. 1—14 zusammengefaßt sind. Weitere, ergänzende Versuche und Beobachtungen werden im Text mitgeteilt.

3.1. Vergleich der *Impatiens parviflora*-Bestände in Wald- und Forstgesellschaft 1976

Zunächst sollen die *Impatiens parviflora*-Bestände in „Wald“ und „Forst“ während der Vegetationsperiode des Jahres 1976 verglichen werden, da für diesen Zeitraum die meisten Untersuchungen vorliegen. Die gemessenen Größen — Dichte, Länge und Samenproduktion — lagen allerdings wegen der außergewöhnlichen Trockenheit weit unter dem Durchschnitt. Gemessen wurde nur in Beständen, die offenbar schon vollständig und wahrscheinlich schon seit längerer Zeit vom Kleinen Springkraut „befallen“ sind, bei denen man also annehmen

Baumschicht

<i>Quercus robur</i>	V	2-5	<i>Dryopteris carthusiana</i>	IV	+-1
<i>Carpinus betulus</i>	V	+5	<i>Ilex aquifolium</i>	IV	+-2
<i>Fagus sylvatica</i>	IV	+4	<i>Tilia cordata</i>	IV	+-2
<i>Tilia cordata</i>	III	+4	<i>Luzula pilosa</i>	III	+-1
<i>Quercus petraea</i>	I	+	<i>Carex silvatica</i>	III	+-1
<i>Fraxinus excelsior</i>	I	+	<i>Viola silvatica</i>	III	+-1
<i>Betula pendula</i>	I	+	<i>Dryopteris filix-mas</i>	III	+-1

Strauchschicht

			<i>Lonicera periclymenum</i>	III	+-2
			<i>Rubus spec.</i>	III	+-1
			<i>Fagus sylvatica</i>	III	+-1
<i>Carpinus betulus</i>	IV	+-2	<i>Circaea lutetiana</i>	II	+-1
<i>Fagus sylvatica</i>	IV	+-3	<i>Epilobium montanum</i>	II	+-1
<i>Tilia cordata</i>	IV	+-3	<i>Carex remota</i>	II	+-1
<i>Sorbus aucuparia</i>	I	+-2	<i>Hedera helix</i>	II	+-1
<i>Fraxinus excelsior</i>	I	+	<i>Quercus robur</i>	II	+-1
<i>Prunus avium</i>	I	+	<i>Fraxinus excelsior</i>	I	+-1
<i>Frangula alnus</i>	I	+	<i>Luzula nemorosa</i>	I	+-1

Krautschicht

			<i>Deschampsia flexuosa</i>	I	+
			<i>Scrophularia nodosa</i>	I	+
			<i>Eurhynchium striatum</i>	I	+
<i>Anemone nemorosa</i>	v ¹		<i>Festuca gigantea</i>	I	+
<i>Oxalis acetosella</i>	V	+-3	<i>Viburnum opulus</i>	I	+
<i>Athyrium filix-femina</i>	V	+-3	<i>Cicerbita muralis</i>	I	+
<i>Deschampsia caespitosa</i>	V	+-3	<i>Mnium hornum</i>	I	+
<i>Milium effusum</i>	V	1-3	<i>Rubus idaeus</i>	I	+
<i>Carpinus betulus</i>	V	1-2	<i>Poa trivialis</i>	I	+
<i>Catharinea undulata</i>	V	+-2	<i>Fragaria vesca</i>	I	+
<i>Polytrichum attenuatum</i>	V	+-2	<i>Ajuga reptans</i>	I	+
<i>Stellaria holostea</i>	IV	+-2	<i>Senecio fuchsii</i>	I	+
<i>Poa nemoralis</i>	IV	+-2			
<i>Convallaria majalis</i>	IV	+-3			

Nur in einer Aufnahme vorhanden: *Acer pseudoplatanus* +, *Galium silvaticum* +, *Crataegus oxycantha* +, *Fissidens taxifolia* +, *Thuidium tamariscifolia* +, *Vinca minor* +.

Tabelle 1. Maiglöckchen-Stieleichen-Hainbuchenwald.

Zahl der Aufnahmen: 16

Artenzahl: 21

Erste Zahlenspalte: Stetigkeit

Zweite Zahlenspalte: Artmächtigkeit

1) *Anemone nemorosa* meist mit hoher Deckung (3—5) im Frühjahr, zur Aufnahmezeit im Sommer nur noch Reste.

kann, daß auftretende niedrige Werte Folgen standörtlicher Gegebenheiten sind und nicht durch noch nicht abgeschlossene Ausbreitung verursacht wurden.

In Abb. 1 und 2 sind Durchschnittswerte einiger Strukturmerkmale, gemessen zu drei Zeitpunkten des Jahres 1976, zusammengefaßt. Man sieht, daß insgesamt der Fichtenforst dem Kleinen Springkraut bessere Bedingungen bot als die Laubwaldgesellschaft. Besonders auffallend war der Unterschied bei den Keimlingszahlen (Abb. 1). Der Fichtenforst wies eine mehr als dreimal so hohe Keimlingsdichte auf. Hinsichtlich Länge mal Dichte — als einem leicht zu ermittelnden, wenn auch wenig genauen Ausdruck für die „Menge“ von *Impatiens parviflora* — und der auf die Fläche bezogenen Samenzahl (Abb. 2) waren die Unterschiede ebenfalls deutlich, wenn auch weit geringer. Dies lag in erster Linie daran, daß sich die Differenzen zwischen den Individuendichten im Laufe des Frühsommers und Sommers verringerten. Die Ermittlung der Samenproduktion ist, da sich die Zeit des Fruchtens über 4—

Baumschicht

<i>Picea abies</i>	V 5	<i>Dryopteris austriaca</i>	II +-2
<i>Carpinus betulus</i>	I 2	<i>Rubus spec.</i>	II +
<i>Quercus petraea</i>	I +	<i>Poa nemoralis</i>	II +
		<i>Epilobium montanum</i>	II +
Strauchschicht			
		<i>Rubus idaeus</i>	II +
		<i>Galium aparine</i>	II +
<i>Sambucus racemosa</i>	I 2	<i>Scrophulatia nodosa</i>	I 1
		<i>Quercus robur</i>	I +
Krautschicht			
		<i>Picea abies</i>	I +
		<i>Melica uniflora</i>	I +
<i>Athyrium filix-femina</i>	V +-2	<i>Circaea lutetiana</i>	I +
<i>Senecio fuchsii</i>	V +-1	<i>Luzula pilosa</i>	I +
<i>Milium effusum</i>	V +	<i>Luzula multiflora</i>	I +
<i>Oxalis acetosella</i>	IV +-3	<i>Hypericum pulchrum</i>	I +
<i>Impatiens parviflora</i>	III 1-4	<i>Deschampsia flexuosa</i>	I +
<i>Sambucus racemosa</i>	III +-1	<i>Frangula alnus</i>	I +
<i>Polytrichum attenuatum</i>	III +	<i>Deschampsia caespitosa</i>	I +
<i>Mnium hornum</i>	II +-2	<i>Carex pilulifera</i>	i +
<i>Catharinea undulata</i>	II 1		
<i>Epilobium angustifolium</i>	II 1		

Tabelle 2. Fichtenforst

Zahl der Aufnahmen: 5

Artenzahl: 17

Erste Zahlenspalte: Stetigkeit

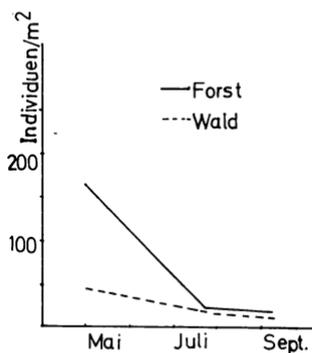
Zweite Zahlenspalte: Artmächtigkeit

5 Monate hinzieht, vergleichsweise schwierig und liefert nur wenig genaue Ergebnisse; für den hier verfolgten Zweck reicht die Genauigkeit allerdings aus (TREPL 1978).

Zu erwähnen ist noch, daß das Springkraut im Eichen-Hainbuchenwald gelblich-grün, das im Fichtenforst dunkelgrün gefärbt war.

3.2 Veränderungen von 1974 bis 1977

Die durch die Niederschlagsverhältnisse verursachten Veränderungen waren in diesen 4 Jahren außerordentlich groß. Abb. 3 zeigt für die Waldgesellschaft den Rückgang von 1974 — als das Springkraut sehr günstige Bedingungen vorfand — über das „mittlere“ Jahr 1975 bis zum außergewöhnlich trockenen Sommer 1976. Der Vergleich der Transsekte (Abb. 4) macht die

Abbildung 1. Dichte der *Impatiens parviflora*-Bestände 1976.

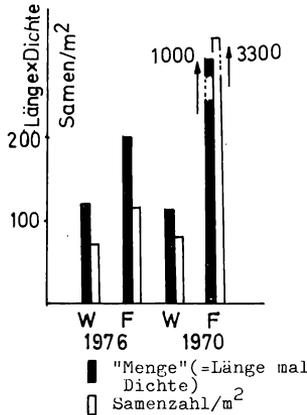


Abbildung 2. „Menge“ und Samenzahl von *Impatiens parviflora* im September 1976 und 1977.

schwere Beeinträchtigung der gesamten Krautschicht durch die Trockenheit deutlich. Im feuchteren Jahr 1977 stieg die Länge wieder beträchtlich an. Aber infolge der 1976 sehr geringen Samenproduktion und des dadurch verursachten Dichterückgangs im Jahr darauf blieb die „Menge“ (= Länge mal Dichte) 1977 eher etwas hinter der des Vorjahres zurück.

Für den Fichtenforst liegen keine Messungen aus den Jahren 1974 und 1975 vor, doch kann gesagt werden, daß *Impatiens* in diesen Jahren etwa im gleichen Maße besser gedieh als im Wald. Einen Vergleich 1976—1977 zeigt Abb. 2. Die Unterschiede zwischen Wald und Forst waren demnach 1977 viel ausgeprägter als in den Jahren zuvor.

3.3. Kleinräumige Verteilung von *Impatiens parviflora* in Wald- und Forstgesellschaft

Das Kleine Springkraut war sowohl im Laubwald als auch im Fichtenforst nicht gleichmäßig verteilt. Im Folgenden wird die Verteilung der *Impatiens*-Individuen sowie deren Beziehung zu den Arten der Baum- und Krautschicht beschrieben und diskutiert, und zwar nach Keimlingen und adulten Pflanzen getrennt.

3.3.1. Keimlingsverteilung

Auf entlang von Geraden angeordneten Flächen (25 mal 25 cm) wurden im Herbst 1975 je 20 Samen ausgesät. Der Abstand der Flächen voneinander betrug jeweils 2 m. Die Abb. 5 und 6 zeigen, daß die Verteilung der Keimprozent auf den Aussaatflächen im Forst wesentlich ungleichmäßiger war als im Laubwald. Im Fichtenforst fiel insbesondere der hohe Anteil von

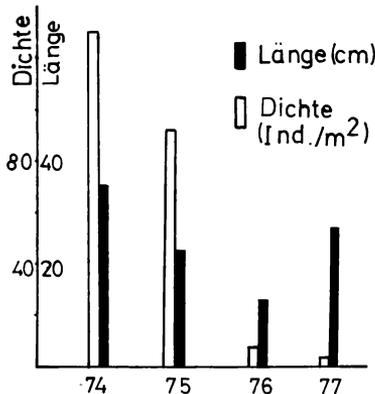


Abbildung 3. Veränderung von Dichte und Länge von *Impatiens parviflora* im Laubwald von 1974—1977 (jeweils Anfang September).

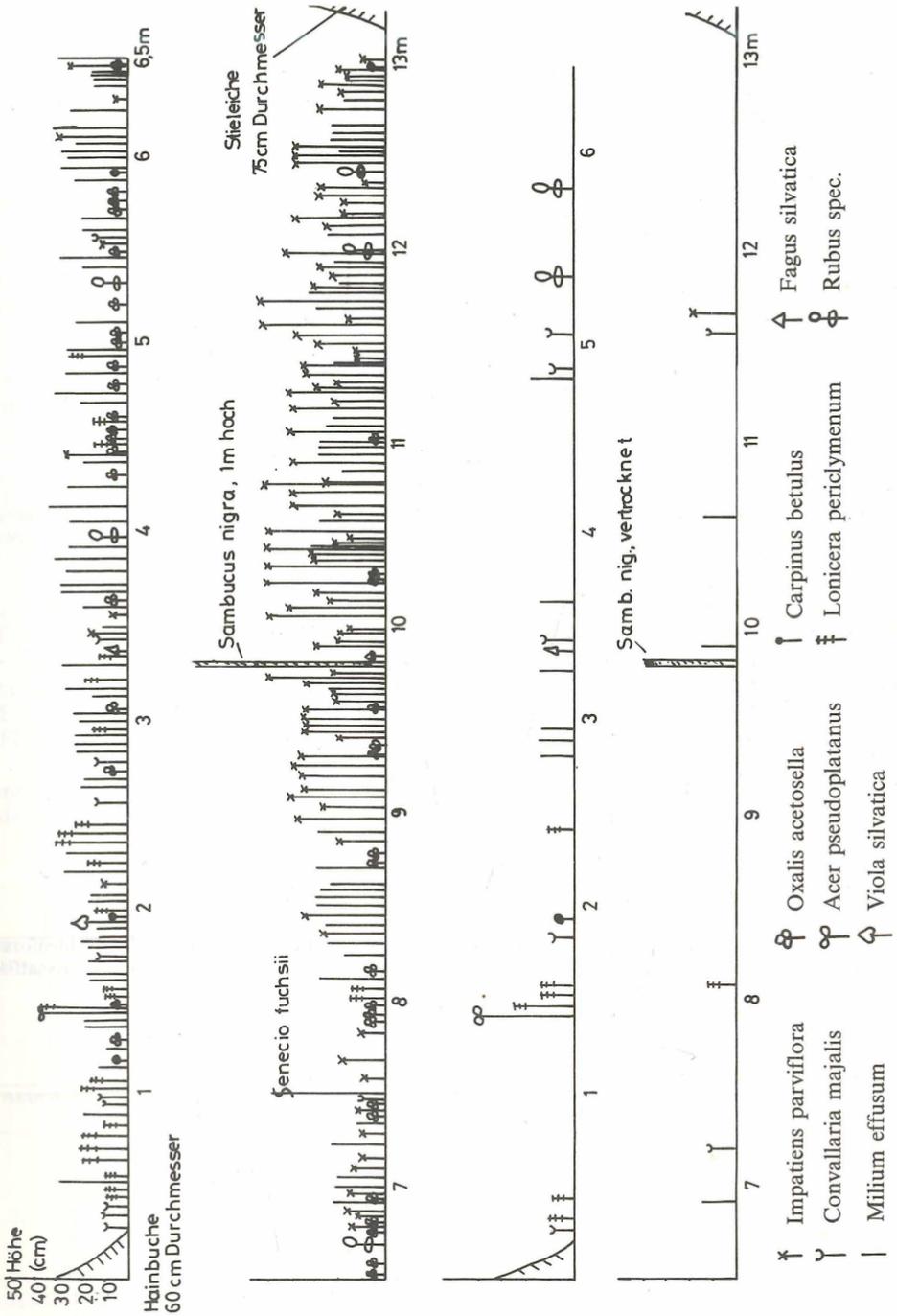


Abbildung 4. Transsekt im Laubwald. Richtung NW-SE. Es wurde eine 13 m lange Schnur gezogen und alle Pflanzen, die deren senkrechte Projektion berührten, eingezeichnet. Deckung der Baumschicht (*Carpinus betulus* und *Quercus robur*): 100%. Oben: 18. 7. 1974; unten: 30. 7. 1976.

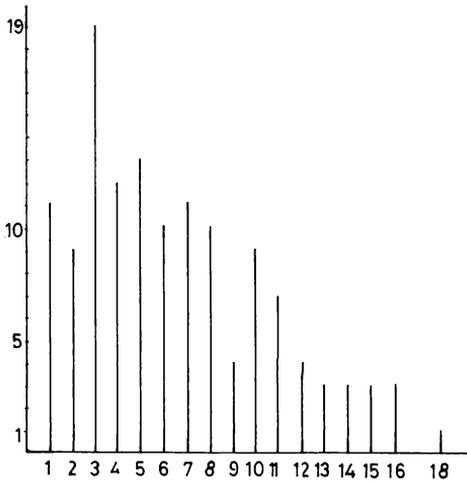


Abbildung 5. Verteilung der *Impatiens parviflora*-Keimlinge auf den Aussaatflächen im Laubwald. Abszisse: Zahl der Keimlinge/Aussaاتfläche; Ordinate: Zahl der Aussaatflächen. Größe der Flächen: 25 cm. Mai 1976.

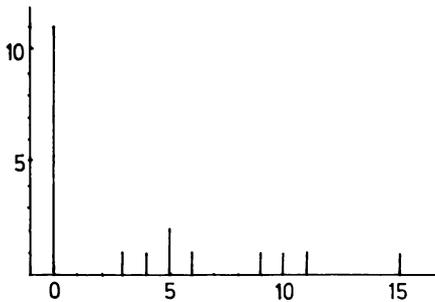


Abbildung 6. Verteilung der *Impatiens parviflora*-Keimlinge auf den Aussaatflächen im Fichtenforst, Mai 1976. Abszisse: Zahl der Keimlinge/Aussaاتfläche; Ordinate: Anzahl der Aussaatflächen. Größe der Flächen: 25×25 cm.

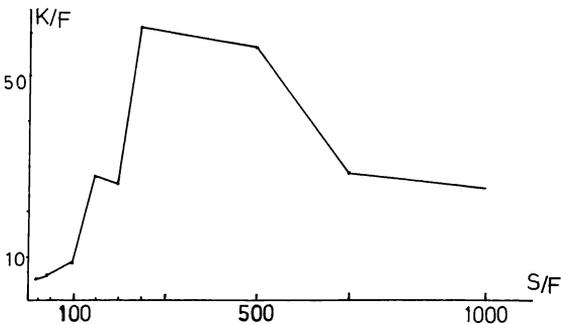


Abbildung 7. Änderung der Anzahl der Keimlinge bei zunehmender Samendichte; Mai 1976, im Laubwald; Aussaatflächen je $\frac{1}{4}$ qm. Abszisse: Zahl der Samen/Aussaاتfläche; Ordinate: Zahl der Keimlinge/Aussaاتfläche.

Flächen auf, auf denen *Impatiens* überhaupt nicht keimte. In der Waldgesellschaft ergab eine Steigerung der Samenzahl bei gleichbleibender Größe der Aussaatfläche nur im Bereich relativ geringer Samendichten eine Zunahme der Zahl der Keimlinge (Abb. 7). Dieser Versuch wurde auch in der Eilenriede bei Hannover in einem reichen Frühlingseophyten-Eichen-Hainbuchenwald durchgeführt (zwei mal). Er brachte im wesentlichen das gleiche Ergebnis. Auch hier sank die Keimlingszahl bei sehr hohen Samendichten ab.

Ebenfalls sehr unterschiedlich war die Verteilung der spontanen Keimlinge. Die Ergebnisse von Zählungen auf zufällig verteilten Flächen von je $\frac{1}{4}$ m² sind in den Abb. 8 und 9 wiedergegeben. Im Laubwald überwogen Flächen mit bis zu 20 Keimlingen, im Fichtenforst solche mit 20—100 Keimlingen. Einen Vergleich der Dichte der spontanen Keimlinge in der Waldgesellschaft unter Buchen, Hainbuchen und Eichen zeigt Abb. 10. Unter Eichen war die Dichte etwas höher. Aussaaten unter diesen Bäumen ließen jedoch keinen hemmenden oder fördernden Einfluß der jeweiligen Baumarten auf die Keimung von *Impatiens* erkennen. Winterlinden wurden nicht berücksichtigt, da sie auf den untersuchten Flächen mengenmäßig stark zurücktraten. Sie schienen sich aber in ihrer Wirkung nicht sehr von Eichen zu unterscheiden. Etwa ebenso wie unter Eichen verhielt sich *Impatiens* auf den Flächen zwischen den Bäumen.

Der weitaus größte Teil der Keimlinge wurzelte im Laubstreu- und Förna-, teilweise auch im Vermoderungshorizont und hatte kaum Kontakt zu den Baumwurzeln. Ein Einfluß der Durchtrennung der Baumwurzeln auf die Keimung wurde — wie demnach zu erwarten war — auch nicht nachgewiesen. Lockerung des Bodens bis in etwa 10 cm Tiefe vor der Aussaat im Herbst erniedrigte die Keimprozente beträchtlich (Abb. 11).

Im Fichtenforst war die Verteilung der spontanen Keimlinge ausgesprochen mosaikartig, wobei dicht mit Keimlingen bestandene und nahezu freie Flächen etwa gleichen Anteil hatten. Die einzelnen Flecken des Mosaiks waren 1—5 (—10) m² groß. Innerhalb der „*Impatiens*-Flecken“ wiederholte sich dieses Muster, d. h. es gab hier in kleinerem Maßstab dicht bewachsene und mehr oder weniger kahle Flächen. Die Keimlinge der dicht bestandenen Flächen waren unterschiedlich groß, während die wenigen Keimlinge der nahezu kahlen Flächen durchwegs klein waren.

Erwähnenswert ist noch das sonst nirgends beobachtete Auflaufen extrem vieler Keimlinge auf kleinster Fläche. Bis zu 160 Keimlinge auf ca 25 cm² wurden gezählt (in den Angaben der durchschnittlichen Dichte sind solche Stellen nicht enthalten).

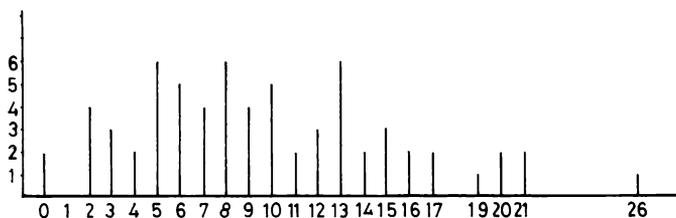


Abbildung 8. Verteilung der spontanen *Impatiens parviflora*-Keimlinge im Laubwald, Mai 1976. Abszisse: Anzahl der Keimlinge/Fläche; Ordinate: Anzahl der Flächen.

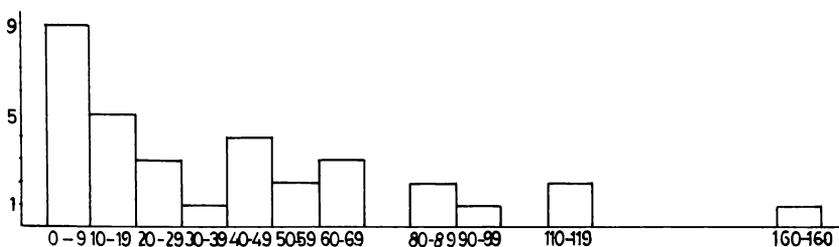


Abbildung 9. Verteilung der spontanen *Impatiens parviflora*-Keimlinge im Fichtenforst, Mai 1976. Abszisse: Anzahl der Keimlinge/Fläche; Ordinate: Anzahl der Flächen.

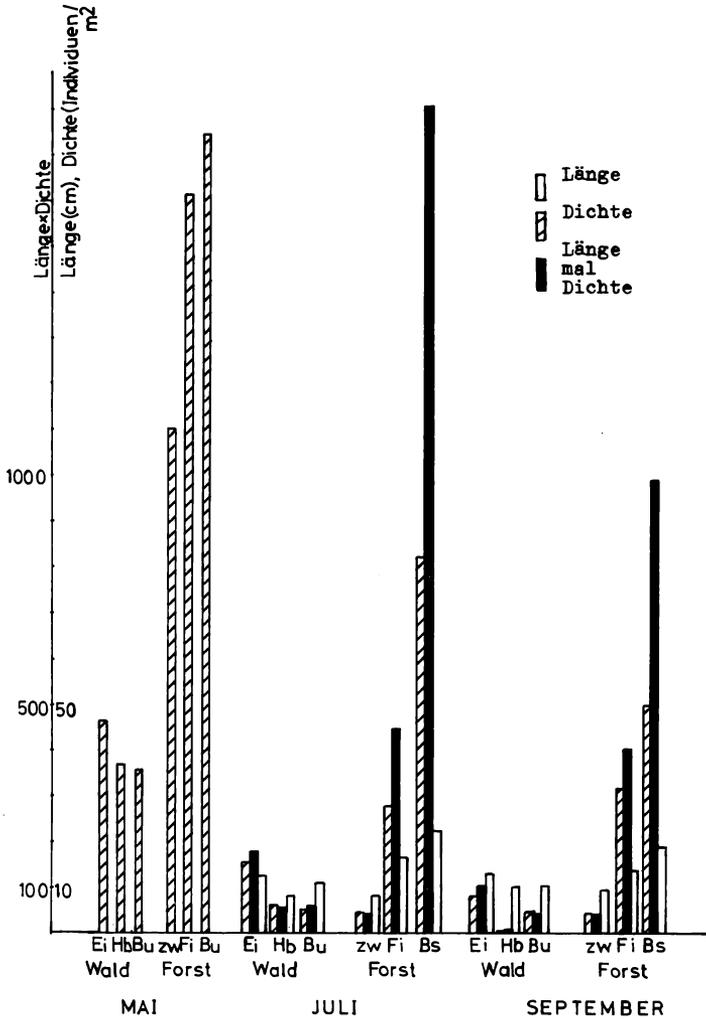


Abbildung 10. Entwicklung der Länge und Dichte von *Impatiens parviflora* auf verschiedenen Kleinstandorten im Laufe der Vegetationsperiode 1976.

- Ei: unter Eichen
 Hb: unter Hainbuchen
 Bu: unter Buchen
 zw: zwischen den Fichten
 Fi: unter Fichten
 Bs: um Baumstümpfe

Ein deutlicher Zusammenhang war zwischen dem Keimlings-Mosaik und der Beschaffenheit der Nadelstreuauflage zu erkennen. Keimlinge fanden sich fast ausschließlich auf lockerer, dicker Streu (Streu und Förna waren hier zusammen mehr als 2—3 cm dick, unter den relativ kahlen Stellen dagegen meist nur 1—2 cm und stark verfestigt). Diese Stellen mit relativ dünner Nadelstreudecke lagen fast immer zwischen den Bäumen, während sich dicke, lockere Streuauflagen auch zwischen den Bäumen, immer aber — und in größerer Mächtigkeit — um die Fichtenstämme sowie um die relativ zahlreichen Baumstümpfe fanden.

Auf einer *Impatiens*-freien Fläche von $\frac{1}{4}$ m² und auf einer Fläche von $\frac{1}{8}$ m² mit 34 aufgelaufenen Keimlingen wurden Streuauflage und Förna (3—4 cm dick auf der *Impatiens*-

Fläche, 1—2 cm dick auf der davon freien Fläche) abgetragen und die darin enthaltenen Samen und Keimlinge ausgelesen. Dabei wurden gefunden:

Impatiens-freie Fläche: 18 vertrocknete Keimlinge (kleiner als 1 cm);

11 ungekeimte Samen, von denen in Petrischalen auf feuchtem Filterpapier bei Zimmertemperatur zwei keimten;
10 leere Samenschalen.

Fläche mit *Impatiens*: (außer den aufgelaufenen Keimlingen) 4 lebende, nicht aufgelaufene Keimlinge; 7 vertrocknete Keimlinge (kleiner als 1 cm); 10 ungekeimte Samen, wovon in Petrischalen 4 keimten; zahlreiche leere Samenschalen.

Sowohl Bodenlockerung als auch Durchtrennung der Baumwurzeln erhöhte die Keimprozentage auf Flächen mit dünner Nadelstreudecke beträchtlich (Abb. 12).

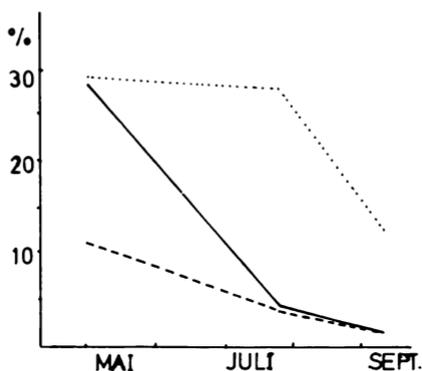


Abbildung 11. Aussaatversuche im Laubwald. *Impatiens parviflora*-Pflanzen in % der ausgesäten Samen. Aussaat Herbst 1975.

- Auf unbehandeltem Boden (2640 Samen)
- - - Auf gelockertem Boden (100 Samen)
- Auf Flächen mit durchtrennten Baumwurzeln (100 Samen)

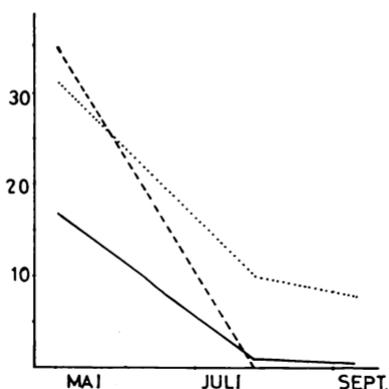


Abbildung 12. Aussaatversuche im Fichtenforst
Auf unbehandeltem Boden: 400 Samen. Sonst wie Abb. 11

3.3.2. Verteilung der adulten Pflanzen im Sommer und Herbst

Im Sommer 1976 hatte sich das Verteilungsmuster der *Impatiens*-Individuen erheblich gewandelt. Die Verteilung in der Waldgesellschaft ist aus Abb. 10 und 13 zu ersehen. Die Individuen eines jeden Kleinstandortes zeigten untereinander nur relativ geringe Größenunterschiede. Auch in den beiden vorausgegangenen Jahren und 1977 war der Einfluß der verschiedenen Baumarten deutlich zu erkennen (1974 s. Abb. 14).

Der Boden war (Ende Juli) meist von 2, manchmal auch 3 cm tiefer Laubstreu bedeckt. Im allgemeinen wurzelte *Impatiens* vorwiegend im darunter befindlichen Föna- und Vermoderungshorizont. Weniger als die Hälfte der Wurzeln hatte Kontakt mit dem von den Bäumen gut durchwurzelten Humusstoff-Horizont bzw. drang in ihn ein, wobei mehr als 2—3 cm Tiefe nicht erreicht wurden. Im feuchteren Jahr 1977 war der Anteil der in den Humusstoffhorizont eindringenden Wurzeln größer als 1976. Durchtrennung der Baumwurzeln führte 1976 zu höherer *Impatiens*-Individuendichte im Sommer und Herbst (Abb. 11), und zwar sowohl unter Buchen und Hainbuchen als auch unter Eichen. Unter Hainbuchen, wo der Boden im September fast kahl war, entwickelte sich nach diesem Eingriff das Springkraut ähnlich üppig wie unter Eichen.

1974 war der Einfluß anderer Kräuter auf *Impatiens parviflora* deutlich zu erkennen. Mehrere „Mikrofazies“ (KNAPP 1959) konnten unterschieden werden:

1. Flächen mit dominantem, relativ hochwüchsigem und dicht schließendem Springkraut. Diese herrschten flächenmäßig bei weitem vor.
2. Nahezu krautschichtfreie Flächen unter Buchen und Hainbuchen.
3. Flächen mit dominierendem *Milium effusum* (1 m²).
4. Kleine Flächen mit dominierender *Stellaria holostea* (um 1 m²).

In (3) und (4) war *Impatiens parviflora* völlig oder doch weitgehend unterdrückt.

Im Fichtentorst zeigte die *Impatiens*-Verteilung im Sommer und Herbst eine deutliche Beziehung zur Verteilung der Fichten (Abb. 10 und 13). Der Flächenanteil der drei zu unterscheidenden Kleinstandorte betrug:

Zwischen den Bäumen:	60—70%
Um Fichten:	10—20%
Um Baumstümpfe:	etwa 20%

Ähnlich wie um Baumstümpfe war die Vitalität von *Impatiens* um Reisighaufen, am Boden liegende größere Äste und ähnliches. Doch fiel dies flächenmäßig nicht sehr ins Gewicht.

Gegenüber dem Frühjahr hatte also eine räumliche Verschiebung und auch eine starke Abnahme der *Impatiens*-bestandenen Flächen stattgefunden. Wie aus den Abb. 10 und 13 zu

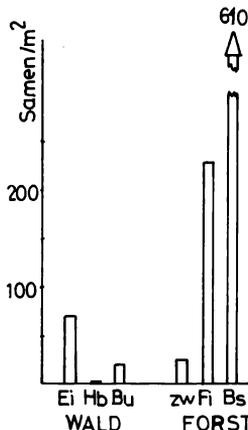


Abbildung 13. Samenproduktion von *Impatiens parviflora* auf verschiedenen Kleinstandorten 1976. (Bezeichnungen wie Abb. 10.)

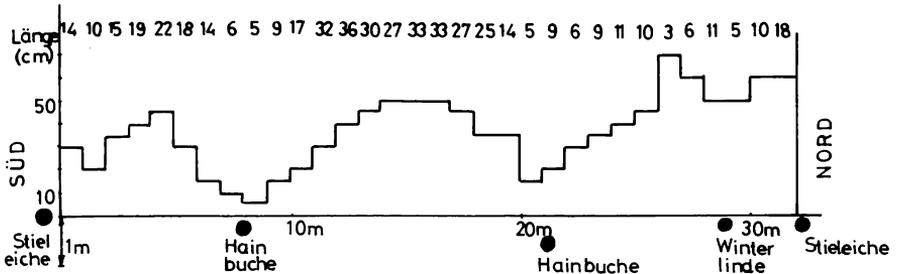


Abbildung 14. Transsekt im Laubwald (Naturwaldzelle „Oberm Jägerkreuz“) 7. 8. 1974.

Es wurde eine 32 m lange Schnur gezogen und alle *Impatiens parviflora*-Individuen, welche die Projektion dieser Schnur berührten, registriert. Die Zahlen in der oberen Reihe geben die Anzahl der von der senkrechten Projektion dieser Schnur berührten *I. parviflora* wieder, die „Treppenkurve“ deren durchschnittliche Länge. Unten: Abstand der Bäume von der Schnur. Die übrigen Arten der Krautschicht: *Oxalis acetosella*, *Milium effusum*, *Carpinus betulus*-Keimlinge (ohne *Impatiens* weniger als 1% deckend). Keine Strauchschicht.

ersehen, wurde auf der relativ kleinen Fläche um die Baumstümpfe der bei weitem größte Teil der Biomasse und auch der Samen erzeugt.

Sowohl um die Fichten als auch um die Baumstümpfe war die nicht oder kaum zersetzte Nadelstreu sehr locker und dick (oft 10—20 cm). Unter Fichten war sie allerdings erheblich trockener als um die Baumstümpfe. Zwischen den Bäumen war die Streuauflage meist weniger als 3 cm dick und verhältnismäßig fest. Im Streu-, Förna- und Vermoderungshorizont fehlten Baumwurzeln nahezu völlig, wogegen *Impatiens* ganz überwiegend hier, vor allem im tiefer liegenden, bereits etwas zersetzten Bereich wurzelte (man konnte beim Ausreißen des Springkrauts die Nadelstreudecke abheben).

Die Größe der Springkraut-Pflanzen innerhalb jeden Kleinstandorts war relativ ungleichmäßig.

1974, 1975 und 1977 entsprach die *Impatiens*-Verteilung im Sommer und Herbst der eben beschriebenen, wenn auch die Springkraut-Herden weitaus üppiger gediehen und die nahezu kahlen Flächen viel kleiner waren als 1976.

Auf die Individuendichte und auch auf die Massenentwicklung im Sommer hatte die Durchtrennung der Fichtenwurzeln einen günstigen Einfluß (Abb. 12). Allerdings war die Wirkung nur zwischen den Bäumen deutlich. Eine Wirkung der Bodenlockerung war im Sommer nicht mehr zu erkennen.

Im Juli 1976 wurde stichprobenartig das Gewicht der Baumfeinwurzeln im Oberboden bestimmt. (Durchmesser kleiner als 2 mm = „Feinwurzeln im engeren Sinne“ und „Feinstwurzeln“ nach KÖSTLER u. a. 1968.) Dabei wurde unter den Laubbäumen je drei-, unter Fichten je sechsmal 1 dm³ aus der obersten Bodenschicht ausgestochen und das Trockengewicht der darin enthaltenen Feinwurzeln gemessen. In allen Fällen handelte es sich um krautschichtarme bis -freie Flächen.

Baum-Feinwurzelnengewicht unter

Eichen:	(1,4; 1,7; 1,9) Durchschnitt 1,6 (g/dm ³)
Buchen:	(2,9; 3,4; 3,7) Durchschnitt 3,3 (g/dm ³)
Hainbuchen:	(2,5; 2,7; 3,4) Durchschnitt 2,8 (g/dm ³)
Fichten:	(0,1; 0,4; 0,9 1,3; 2,3; 2,8) Durchschnitt 1,3 (g/dm ³)

Messungen der relativen Beleuchtungsstärke (am 31. 7. 1976, bei trübem Wetter und gleichmäßig bedecktem Himmel) ergaben für den Laubwald 2,5—3,0% der Freilandhelligkeit, für die von *Impatiens parviflora* befallenen Fichtenbestände meist über 10%, maximal 15% (die Untersuchungen wurden nur in solchen lichten Beständen vorgenommen; es gab aber auch Bestände mit einer relativen Beleuchtungsstärke von 5—6%, die noch *Impatiens* enthielten, wenn die Art hier auch nicht mehr so üppig gedieh). Helligkeitsunterschiede innerhalb der Bestände — unter verschiedenen Baumarten bzw. unter und zwischen den Bäumen — waren nicht nachweisbar.

Sowohl im Laubwald als auch im Fichtenforst traten besonders an den Süd-, Südwest- und Südosträndern Verhagerungserscheinungen auf, die das Aufkommen von *Impatiens* innerhalb eines Streifens von meist 10—20 m Breite erschwerten, oft sogar völlig unmöglich machten.

4. Diskussion

Hauptursache für das insgesamt bessere Gedeihen des Springkrauts im Fichtenforst war wahrscheinlich die größere Helligkeit der bisher befallenen Bestände (siehe vorhergehender Abschnitt). (Ausführlich wurde die Abhängigkeit des Wachstums von *Impatiens parviflora* von den Lichtverhältnissen in England untersucht, s. z. B. EVANS & HUGHES 1961.) Der Frage, ob darüber hinaus eine bessere Stickstoffversorgung eine Rolle spielt — die großblättrigen, dunkelgrünen Pflanzen im Fichtenforst könnten eine solche Deutung nahelegen — wurde nicht nachgegangen. Das niedrige C/N-Verhältnis (s. Kap. 2) spricht gegen diese Vermutung. Zumindest 1976 dürfte auch die relativ günstige Wasserversorgung an Stellen höherer Vitalität (um Baumstümpfe, Fichten) von Bedeutung gewesen sein.

Die größere Keimlingsdichte im Fichtenforst muß, da die Keimprozente bei Aussaat erheblich niedriger lagen als im Laubwald, eine Folge der höheren Samenproduktion des Vorjahres gewesen sein.

Die kleinräumige Verteilung der *Impatiens*-Individuen wurde hauptsächlich durch den Einfluß der Baumarten bedingt. Da *Impatiens* vor der Laubentfaltung aufläuft, kann in der Waldgesellschaft eine direkte Beeinflussung der Keimung durch die Bäume nur über die Wurzeln erfolgen.

Die Durchtrennung der Baumwurzeln hatte jedoch keine Auswirkung auf die Keimung, auch wurden durch Aussaaten unter verschiedenen Baumarten keine Unterschiede nachgewiesen. Daher ist anzunehmen, daß die Ursache für niedrigere Keimlingsdichten unter Büchen und Hainbuchen nicht Baumwurzeinfluß auf die Keimung, sondern die geringere Samenproduktion des Vorjahres unter diesen Bäumen war. Allerdings muß einschränkend bemerkt werden, daß bei größeren Samendichten die weitere Zunahme der Samenzahl offenbar nur begrenzten (bei sehr hoher Dichte vielleicht sogar negativen) Einfluß auf die Keimlingszahl hat (Abb 7). Die relative Gleichmäßigkeit der Keimbedingungen und ihre Unabhängigkeit von den Baumarten wird dadurch erklärt, daß die Keimlinge überwiegend in Förna- und Vermoderungsschicht wurzelten. Der ungünstige Einfluß der Bodenlockerung beruhte vielleicht darauf, daß dabei ein größerer Teil der Samen in den Einflußbereich der Baumwurzeln gelangte.

Ursache für die kumulare Verteilung¹ der spontanen Keimlinge im Laubwald war also wohl nicht eine Inhomogenität der Keimbedingungen, sondern die inhomogene Verteilung der die adulten *Impatiens*-Pflanzen im Sommer und Herbst beeinflussenden Faktoren.

Im Fichtenforst boten nur dicke, lockere Nadelstreuauflagen dem Springkraut günstige Keimungsmöglichkeiten. Das hat wohl zwei Gründe:

1) In lockerer Streu werden die Samen relativ leicht in größeren Tiefen verlagert. Da die Streu — nicht nur in längeren Trockenperioden — oberflächlich sehr rasch austrocknet, ist dies von entscheidender Bedeutung, was auch durch die aus dünner, fester Streuaufgabe ausgelesenen, offenbar vertrockneten Keimlinge belegt wird. Eine Rolle spielt sicher auch die Gefährdung der an der Oberfläche der festen Streu liegenden Samen durch auf winterliche Wärmepereoden — welche, wie an anderer Stelle dargelegt, die Keimung auslösen — folgenden Frost (siehe dazu TREPL 1978). Tiefer lagernde Samen bzw. Keimlinge sind dadurch weitaus weniger gefährdet. Die hohe Zahl der aus fester Streu ausgelesenen Samenschalen ist vielleicht dadurch zu erklären, daß in solchen Wärmepereoden gekeimte Samen anschließend erfroren, zum Teil auch vertrockneten, und anschließend bis auf die widerstandsfähigen Schalen zersetzt wurden.

2) Je mächtiger die Nadelstreuaufgabe, desto weniger sind die Samen dem Einfluß der Fichtenwurzeln im darunterliegenden Ah-Horizont ausgesetzt. Daß die Fichtenwurzeln — wahrscheinlich durch Wasserentzug — die Keimung ungünstig beeinflussen, zeigen die deutlich höheren Keimprozente nach ihrer Durchtrennung. Dabei ist zu beachten, daß bei der Fichte die Feinwurzeln im Oberboden ausgesprochen ungleichmäßig verteilt sind. Nach

¹ Eine über die bei zufälliger Verteilung entstehende „Klumpenbildung“ hinausgehende Bildung von Individuenaggregationen. Kumulare Verteilung deutet auf Inhomogenität des Standorts hin (SCHWERDTFEGGER 1968, STUGREN 1974).

KÖSTLER u. a. (1968) finden sich „selbst im engeren Stockbereich völlig wurzelfreie Zonen“. Auch das dürfte zur Erklärung der fleckenartigen Keimlingsverteilung beitragen.

Die günstige Wirkung der Bodenlockerung beruhte wohl zum einen darauf, daß dadurch die Verlagerung der Samen in die Tiefe gefördert wurde, zum anderen wurde dabei die unzersetzte Streu mit bereits teilweise zersetztem organischen Material von relativ großer wasserhaltender Kraft vermischt, wodurch sich die Gefahr der Austrocknung verringerte.

Die ungleichmäßige („insulare“, SCHWERDTFEGER 1968) Verteilung der Keimlinge bei den Aussaatversuchen (Abb. 6) deutet darauf hin, daß die Dispersion der spontanen Keimlinge in höherem Maße als im Laubwald durch die unterschiedlichen Keimbedingungen verursacht war und — relativ — weniger durch die Verteilung der adulten Pflanzen des Vorjahres.

Es darf angenommen werden, daß wenigstens unter den extremen Bedingungen des Sommers 1976 die Verfügbarkeit von Wasser der ausschlaggebende Faktor für die Änderung der *Impatiens*-verteilung im Laufe der Vegetationsperiode war.

Im Laubwald wurden die Feuchtigkeitsverhältnisse im Oberboden entscheidend durch die Baumarten bestimmt. Die dominanten, in den untersuchten Beständen etwa in gleichem Maße am Aufbau der Baumschicht beteiligten Arten Hainbuche, Buche und Eiche durchwurzeln den Oberboden weitaus intensiver als Fichten, wobei nach KÖSTLER u. a. (1968) die Wurzel-dichte bei Eichen geringer ist als bei Buchen und Hainbuchen. Die Wurzelgewichtbestimmungen (S. 17) bestätigen dies. Eine Einschränkung muß allerdings gemacht werden: Die Feinwurzeln — deren Gewicht hier bestimmt wurde und die auch fast allen anderen Angaben über „Durchwurzelungsintensität“ zugrundeliegen — sind nicht ohne weiteres mit den physiologisch aktiven Wurzeln gleichzusetzen. IWANOW (1953) stellte z. B. fest, daß der Durchmesser der aktiven Feinwurzeln weniger als 0,3 mm beträgt.

Die Konzentration der Wurzeln im Oberboden ist eine spezifische genetische Eigenschaft der Buche, v. a. auf „physiologisch seichten Böden“ ist sie, wie SLAVIKOVA (1958) feststellte, sehr ausgeprägt. Sie fand bei Buchen eine um 274,5% höhere Wurzelmasse im Oberboden als bei Eichen im gleichen Bestand. Die wichtigsten aktiven Wurzelzonen sind nach ihren Angaben die kahlen Kreiszone um die Buchen.

Nach SLAVIKOVA (1965, 1966) ist die Maximalsaugspannung der Baumwurzeln höher als die der Arten der Krautschicht, weshalb dem Bodenbewuchs in Trockenzeiten nicht genügend Wasser bleibt. Da aber das Springkraut in den meisten Fällen überwiegend in der Förna- und Vermoderungsschicht wurzelte, entging es der Wurzelkonkurrenz der Bäume weitgehend. Das dürfte auch ein Grund dafür sein, daß *Impatiens* in der Lage ist, die häufig in den Eichen-Hainbuchenwäldern des Kottenforstes auftretenden mehr oder weniger krautfreien Flächen zu besiedeln. Interessant sind in diesem Zusammenhang die Untersuchungen von SLAVIKOVA (1958) an Buchensämlingen. Sie stellte fest, daß auf Standorten an der Trockengrenze der Buche bzw. auf „physiologisch seichten Böden“, wo die Konzentration der Baumwurzeln im Oberboden ein völliges Fehlen der Krautschicht bewirkt („Fagetum nudum“), Buchensämlinge zunächst gut gedeihen, da sie in der Laubstreu wurzeln. Sowie ihre Wurzeln aber den Oberboden erreichen, gehen sie zugrunde.

Unter Buchen und Hainbuchen war jedoch die Wurzelkonkurrenz meist so stark, daß auch *Impatiens* nicht oder nur spärlich aufkam. Bei der Buche spielen vielleicht auch noch die vergleichsweise hohen Niederschlagsverluste durch Interzeption eine Rolle, wohingegen die Abnahme der Helligkeit unter Buchen in den untersuchten Beständen — wenn überhaupt — so gering war, daß sie wohl kaum ins Gewicht fiel.

Bestätigt wird diese Auffassung durch den günstigen Einfluß, den die Durchtrennung der Baumwurzeln hatte. Die Einwände gegen diese Methode, nämlich zusätzliche Nährstoffanreicherung durch Zerstörung der Wurzeln, sind, da wegen der extremen Trockenheit Wasser eindeutig im Minimum war, in diesem Fall wohl nicht schwerwiegend.

Die Krautschicht war nur in feuchten Jahren so gut entwickelt, daß sie ein ernsthaftes Hindernis für das Vordringen von *Impatiens parviflora* gewesen sein könnte. Doch war ein solcher (deutlich) hemmender Einfluß selbst 1974 nur auf relativ kleinen Flächen zu beobachten. Außer in dichten Herden oder Trupps von *Milium effusum* und *Stellaria holostea* scheint das Springkraut in der Krautschicht auf keinen bedeutenden Widerstand zu stoßen. Es muß allerdings angemerkt werden, daß eine mögliche Auswirkung von *Anemone nemorosa*, die im Frühjahr den Boden auf großen Flächen oft vollständig bedeckt, auf die Keimung von *Impatiens* nicht untersucht wurde.

Ein nennenswerter Einfluß von *Impatiens parviflora* auf die „ansässigen“ Krautschichtarten ist nur dann zu erwarten, wenn das Springkraut in stark schattenden, dichten Herden steht, da die Art als extremer Flachwurzler mit den anderen, tiefer wurzelnden Pflanzen der Krautschicht zwar in Licht-, kaum aber in Wurzelkonkurrenz tritt. BECHER (1963) wies z. B. nach, daß *Oxalis acetosella* durch *Impatiens noli tangere* nur durch Lichtentzug, nicht aber durch Wurzelkonkurrenz geschädigt wird. Die angesprochenen dichten Herden traten in der Waldgesellschaft 1976 und 1977 überhaupt nicht, 1975 stellenweise auf, 1974 jedoch nahmen sie in den befallenen Beständen den größten Teil der Fläche ein. Da die Helligkeit am Waldboden in diesen relativ dunklen Beständen ohnehin in der Nähe der unteren Toleranzgrenze vieler Arten liegt, dürfte der zusätzliche Lichtentzug einen beträchtlichen Einfluß haben. Demnach werden vor allem niedrige, nicht zu dicht schließende Arten wie *Oxalis acetosella*, die von *Impatiens* leicht überwachsen werden, in relativ feuchten Jahren mit Sicherheit geschädigt. Da sie aber in trockenen Jahren, wenn die Beschattung durch das Springkraut unbedeutend ist, selbst unter Wassermangel leiden und sich kaum erholen können, ist anzunehmen, daß sie zurückgedrängt, stellenweise auch verdrängt werden.

Stärker als im Laubwald wurden im Fichtenforst die Feuchtigkeitsverhältnisse im Wurzelbereich des Springkrauts von der in ihrer Mächtigkeit stark schwankenden Streudecke bestimmt. Von deren Dicke hing es in erster Linie ab, ob zwischen dem von den Fichten durchwurzelter Ah-Horizont und der von oben her austrocknenden Zone noch ein genügend mächtiger Bereich relativ feuchten, teilweise zersetzten organischen Materials blieb.

Dies war regelmäßig um Fichten und Baumstümpfe der Fall. Die Streu hatte hier meist eine solche Mächtigkeit, daß der Wurzelbereich von *Impatiens parviflora* von den Fichtenwurzeln nicht mehr beeinflußt wurde.

Das bessere Wachstum der Pflanzen im Bereich der Baumstümpfe ist wohl dadurch zu erklären, daß die unmittelbare Umgebung der Fichtenstämme wegen des fehlenden Stammabflusses weniger Niederschlag erhielt, die meist in der Traufe liegenden Baumstümpfe um so mehr. Von Einfluß war sicher auch das vermehrte Nährstoffangebot durch sich zersetzendes organisches Material.

Im Bereich zwischen den Fichten mit weniger dicker Streuauflage konnte ein Eingehen der Keimlinge durch Ausschalten der Baumwurzelkonkurrenz verhindert werden. Damit ist gezeigt, daß es die Wurzelkonkurrenz der Fichten war, die unter den Niederschlagsverhältnissen von 1976 einen beträchtlichen Teil der Fläche des Forstes für *Impatiens parviflora* unbesiedelbar machte. Ein Hinweis auf nicht von Fichtenwurzeln besetzte Zonen ist das Vorkommen einzelner Exemplare tiefer wurzelnder Arten, vor allem *Senecio fuchsii*, auf den sonst kahlen Flächen zwischen den Bäumen. Für das Auftreten einzelner, schlecht wüchsiger *Impatiens*-Individuen oder kleiner Trupps auf diesen Flächen war sowohl die ungleichmäßige, extensive Wurzelbildung der Fichte als auch die unterschiedliche Stärke der Streudecke verantwortlich.

Im Laubwald lag (nach den von SCHWERDTFEGER 1968 benutzten Begriffen) im Frühjahr kumulare Dispersion der *Impatiens*-Individuen vor, die bis zum Sommer in kumular-insulare überging. Im Fichtenforst war die Verteilung der Keimlinge kumular-insular, die der adulten insular (Abb. 8 und 9). In allen Fällen war die Verteilung nicht zufällig („Überdispersion“). Dafür kann es drei Gründe geben:

1. Die Samen waren nicht zufällig verteilt.
 2. Der Boden war hinsichtlich der Keimbedingungen nicht homogen.
 3. Der Boden war hinsichtlich der Bedingungen für das Wachstum zu samenproduzierenden Pflanzen nicht homogen.
- (2) und (3) bedingen wiederum (1). (3) und damit (1) lag sowohl im Laubwald als auch im Fichtenforst vor. Im Forst kam noch (2) hinzu.

Man kann, da das Springkraut im Fichtenforst zum großen Teil in einem Bereich wurzelte, der von den Bäumen nicht beansprucht wurde, und die einheimische Flora keine für diesen Standort geeigneten flachwurzlernden Arten aufweist, in gewissem Sinne von der Besetzung einer „freien Nische“ sprechen. Denn die „nach außen projizierten Ansprüche“ der Art (Definition der „Nische“ von MAYR 1967) überschritten sich nicht mit den Ansprüchen irgendeiner anderen Art. Streng gilt dies nur für die weniger lichten Bestände des Fichtenforstes, wo *Impatiens parviflora* die einzige Art der Krautschicht war. In den flächenmäßig

überwiegenden helleren Beständen überwachsen in feuchten Jahren die üppigen Springkrautherden um Fichten und Baumstümpfe die spärliche ursprüngliche Krautschicht und schädigen sie durch Lichtentzug.

Auch im naturnahen Laubwald kam die Besiedlung freier Nischen in diesem Sinne vor, nämlich da, wo *Impatiens* auf krautfreien Flächen extrem flach wurzelte. Doch sind solche Stellen hier die Ausnahme.

Abschließend sei noch auf die Bedeutung der Verhagerung der Waldränder für die Ausbreitung hingewiesen. Anders als sonst oft in Wäldern zu beobachten, breitet sich *Impatiens parviflora* hier nicht vorzugsweise entlang der Waldwege aus, sondern im Bestandesinneren. Die Wege sind — soweit nicht zu schattig — im allgemeinen an ihren Rändern vergrast (daher für *Impatiens* ungeeignet) und meist von einem relativ breiten Verhagerungsstreifen begleitet. Deshalb stellen sie ausgesprochene Ausbreitungshindernisse dar. Allerdings bieten Gräben an den Wegrändern dem Springkraut oft günstige Bedingungen.

5. Zusammenfassung

Die Struktur von *Impatiens parviflora*-Beständen in einem naturnahen Maiglöckchen-Stieleichen-Hainbuchenwald wurde mit der in einem Fichtenforst auf gleichem Standort verglichen. Dabei wurden sowohl an spontanen *Impatiens*-Vorkommen Zählungen und Messungen vorgenommen als auch Aussaatversuche und einige weitere Experimente durchgeführt. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Die Vitalität (ausgedrückt in Dichte, Höhe und Samenproduktion) der *Impatiens*-Bestände schwankte außerordentlich stark. Die Schwankungen waren hauptsächlich von den Niederschlagsverhältnissen abhängig. Geringe Niederschläge verringerten Dichte, Höhe und Samenproduktion erheblich. Hinsichtlich der Dichte wirkte sich das auch im darauffolgenden Jahr noch aus.

2. Im 80jährigen, relativ lichten Fichtenforst gedieh *Impatiens* besser als im standörtlich entsprechenden Laubwald. Hauptgrund war vermutlich die größere Helligkeit in den auflichteten Beständen.

3. Im Laubwald war der Boden hinsichtlich der Keimbedingungen relativ homogen. Die Ungleichmäßigkeit der Keimlingsverteilung war eine Folge der kumularen (siehe Fußnote S. 18) Verteilung der adulten, samenstreuenden Individuen. Hauptgrund dafür war die unterschiedlich starke Behinderung des Springkraut-Wachstums durch die Wurzelkonkurrenz von Arten der Baumschicht. Buchen und Hainbuchen behinderten das Wachstum stark.

4. Im Fichtenforst waren die Keimbedingungen für *Impatiens* sehr ungleichmäßig infolge der unterschiedlichen Mächtigkeit der Nadelstreudecke und der ungleichmäßigen, extensiven Durchwurzelung des Oberbodens durch die Fichten. Im Sommer konzentrierten sich die *Impatiens*-Individuen um Fichten und Baumstümpfe, wo organisches Material besonders gehäuft war. Hier wurde der weitaus größte Teil der Biomasse und der Samen erzeugt.

5. Von den Arten der Krautschicht hinderten nur *Milium effusum* und *Stellaria holostea* das Springkraut merklich am Vordringen, und dies auch nur auf kleinen Flächen. Umgekehrt schädigte *Impatiens parviflora* einige Arten, vor allem niedrige, im Sommer noch grüne wie *Oxalis acetosella*, der ursprünglichen Krautschicht durch Lichtentzug.

6. In manchen krautschichtfreien Beständen kann man von der Besetzung einer „freien Nische“ sprechen, da *Impatiens* auch mit den Bäumen nicht konkurriert.

7. Für die Ausbreitung von *Impatiens parviflora* in den untersuchten Beständen ist die Verhagerung relativ breiter Streifen am Waldrand von Bedeutung, da sie das Aufkommen des Springkrauts erschwert oder verhindert.

Literatur

- BECHER, R. (1963): Entwicklungsmöglichkeiten der Waldvegetation nach Einwirkung experimenteller Beeinflussungen und wirtschaftlicher Maßnahmen an Beispielen von Beständen im Bergischen Land (Rheinisches Schiefergebirge). — Geobot. Mitt. **19**, 1—241.
- BUTZKE, H., u. a. (1975): Naturwaldzellen in Nordrhein-Westfalen. — Schr. Reihe d. Landesanst. f. Ökologie, Landschaftsentw. u. Forstplan. Nordrhein-Westf. **1**.

- EVANS, G. C., & A. P. HUGHES (1961): Plant growth and the aerial environment. I: Effect of artificial shading on *Impatiens parviflora*. — *New Phytol.* **60**, 150—180.
- IWANOW (1953): Über den Apparat der Saugwurzeln bei Waldholzarten in den UdSSR (russ.). — *Dokl. AN SSR*.
- KNAPP, R. (1958): Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Baumarten auf die unter ihnen wachsenden Pflanzen. — *Ber. dt. Bot. Ges.* **71**, 411—421.
- (1959): Über die gegenseitige Beeinflussung von Pflanzenarten in Trockenrasen und Laubwäldern. — *Ber. dt. Bot. Ges.* **72**, 368—382.
- KÖSTLER, J. N., E. BRÜCKNER & H. BIBELRIETHER (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. — Hamburg-Berlin.
- LOHMEYER, W. (1956): Erläuterungen zur Vegetationskarte des Kottenforstes. — Stolzenau (Weser).
- MAYR, E. (1967): Artbegriff und Evolution. — Hamburg. Berlin.
- PATZKE, E., & K. STIERWALDT (1960): Die Flora des Meßtischblattes Bonn. — *Decheniana* **113**, H. 1, 113—142.
- SCHWERDTFEGER, F. (1968): Ökologie der Tiere II: Demökologie. — Hamburg-Berlin.
- SLAVIKOVA, J. (1958): Die Buche als Edificator auf die Entwicklung der Krautschicht in den Buchen-Phytozönosen. — *Preslia* **30**, 19—42.
- (1965): Die maximale Wurzelsaugkraft als ökologischer Faktor. — *Preslia* **37**, 419—428.
- (1966): Wechselseitige Beziehungen der Wurzelsaugkraft bei einigen Komponenten der Eschen-Phytozönosen. — *Preslia* **38**, 15—22.
- STUGREN, B. (1974): Grundlagen der allgemeinen Ökologie. — Jena.
- TRAUTMANN, W. (1973): Vegetationskarte der BRD 1:200000 — Potentielle natürliche Vegetation — Blatt CC 5502 Köln. — *Schr. Reihe f. Vegetationskunde* **6**, 1—172.
- (1976): Veränderungen der Gehölzflora und Waldvegetation in jüngerer Zeit. — *Schr. Reihe f. Vegetationskunde* **10**, 91—108.
- TREPL, L. (1978): Aussaatversuche mit *Impatiens parviflora*. — Mskr. Berlin.
- Anschrift des Verfassers: Ludwig Trepl, Institut für Ökologie, Fachgebiet Ökosystemforschung und Vegetationskunde. Schmidt-Ott-Straße 1, D-1000 Berlin 41.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [133](#)

Autor(en)/Author(s): Trepl Ludwig

Artikel/Article: [Über die kleinstandörtliche Verteilung von *Impatiens parviflora* in einem Eichen-Hainbuchenwald und einem standörtlich entsprechenden Fichtenforst 6-22](#)