Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 111 (1992)

Artikel: Experimentelle Untersuchungen über klonal wachsende alpine Leguminosen = Experimental studies on clonal growth of alpine Leguminosae

Autor: Hasler, Andreas Reto

Kapitel: 4: Ergebnisse

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308975

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

4. ERGEBNISSE

4.1. GEWÄCHSHAUSVERSUCHE

4.1.1. Versuch "Variabilität"

Die Resultate für diesen Versuch ergaben sich aus drei bis dreizehn Serien pro Art mit 20 bis 210 Modulen bzw. Mutterramets. Im folgenden werden zunächst die festgestellten Verhaltensmuster des Wachstums nach der Klonierung allgemein erläutert, danach die untersuchten Arten einzeln beschrieben und schliesslich die saisonale Variabilität der Ergebnisse beleuchtet.
Es konnten vier **Verhaltensmuster** festgestellt werden, die zu einer entsprechenden **Gruppeneinteilung** führten. Die Gruppen wurden mit den Parametern, wie sie in Kap. 3.2.2. beschrieben sind, charakterisiert:
Gruppe I: Die Serien dieser Gruppe wiesen eine sehr hohe Geburtenrate auf, die sich bei Minimalwerten von 45% normalerweise im Rahmen zwischen 150 und 540% befand. Dem stand in der Regel eine geringe Sterberate um 10%, die bis 55% steigen konnte, gegenüber (Fig. 7). In der Produktionsbilanz ergaben sich Werte zwischen 135 und 640% und der R/M-Quotient betrug entsprechend 1.35 bis 6.4. Kennzeichnend für diese Gruppe war also die

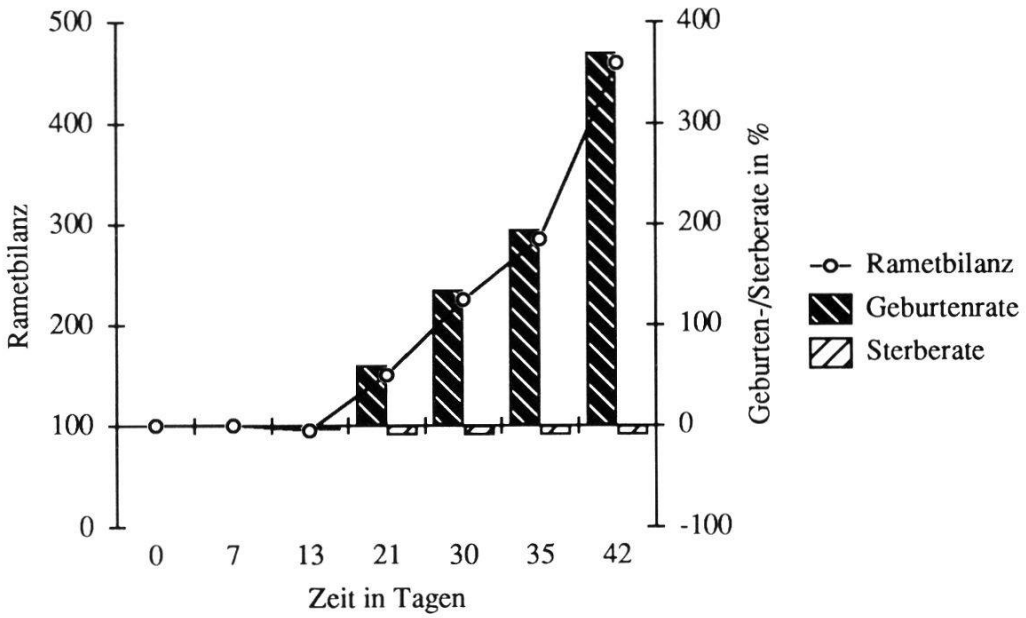

Fig. 7. Typisches Verhalten nach SRC in der Gruppe I: *Trifolium repens* von Silikat, Klonierungszeitpunkt 27.4.90.
Typical behaviour after SRC treatment in group I: T. repens from silicate (27.4.90).

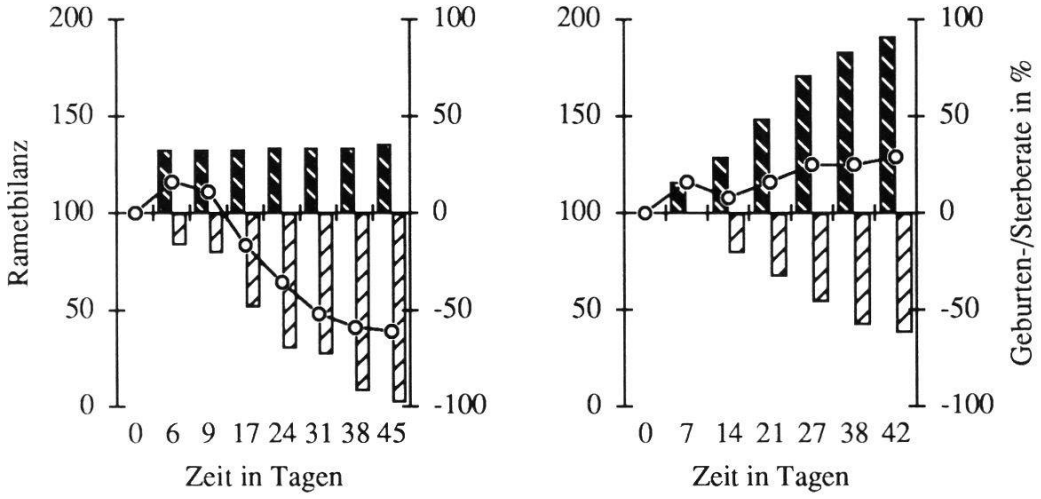

Fig. 8. Beispiele von Verhalten nach SRC in der Gruppe II.
Examples of behaviour after SRC treatment in group II.
Links - *left*: *Trifolium thalii* von Karbonat, Klonierungszeitpunkt 19.4.88 - *T. thalii from carbonate (19.4.88)*
Rechts - *right*: *Lotus alpinus* von Silikat, Klonierungszeitpunkt 13.7.90 - *L. alpinus from silicate (13.7.90).*
Legende s. Fig. 7 - *Legend see Fig. 7.*

grosse Rametproduktion, die den Parameter der Sterblichkeit deutlich in den Hintergrund drängte.

Das Verhalten der in **Gruppe II** vereinten Serien zeichnete sich durch einen hohen **Rametumsatz** aus, was sich auch im R/M-Quotient, der mit 1.25 bis 2 zu Buche schlug, ausdrückte. Sowohl Geburten- als auch Sterberate erreichten in der Regel hohe Werte, wiesen aber ein äusserst breites Spektrum auf (Fig. 8). Erstere lag zwischen 8 und 152%, letztere zwischen 7 und 137%. Es kam immer wieder zum Absterben von Tochterramets bzw. Wiedererscheinen zurückgezogener Module. Die Produktionsbilanz hatte ein Schwergewicht zwischen 60 und 140%, ging aber auch bis 20 bzw. 250%. Typisch für diese Gruppe waren die stark unterschiedlichen Reaktionen verschiedener Serien der gleichen Art auf die Klonierung.

In der **Gruppe III** war nur eine äusserst **geringe Reaktion** auf die Klonierung ersichtlich. Immerhin war auffällig, dass fast immer leichte Verluste in der Grössenordnung von 0 bis 15% entstanden, wohingegen die Geburtenrate nur in wenigen Fällen grösser als Null war (Fig. 9). Entsprechend lag die Produktionsbilanz meist knapp unter 100% und der R/M-Quotient bei 1 oder um ein weniges darüber.

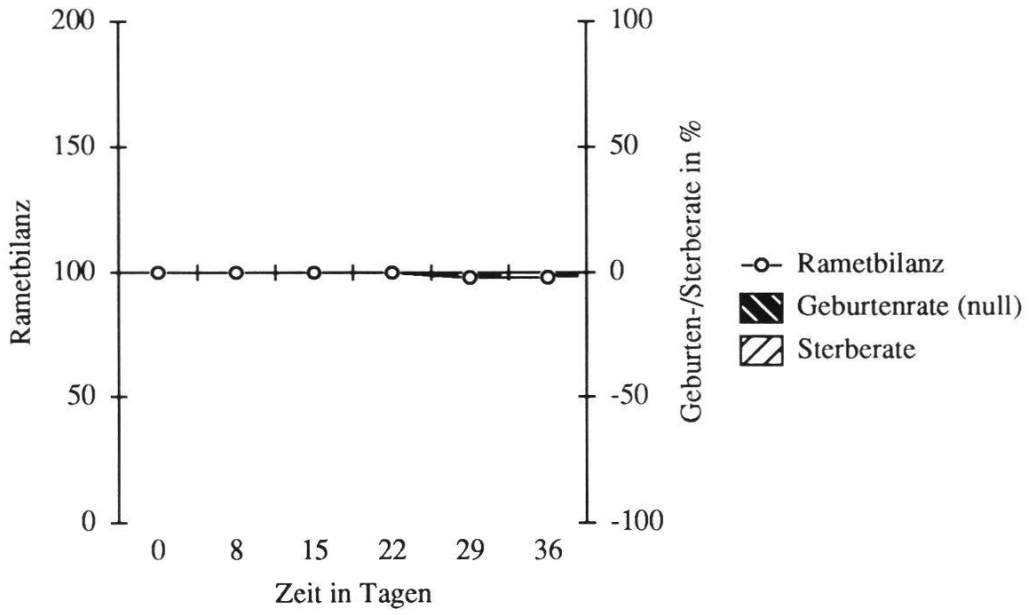

Fig. 9 Typisches Verhalten nach SRC in der Gruppe III: *Hippocrepis comosa*, Klonierungszeitpunkt 11.11.87.
Typical behaviour after SRC treatment in group III: H. comosa (11.11.87).

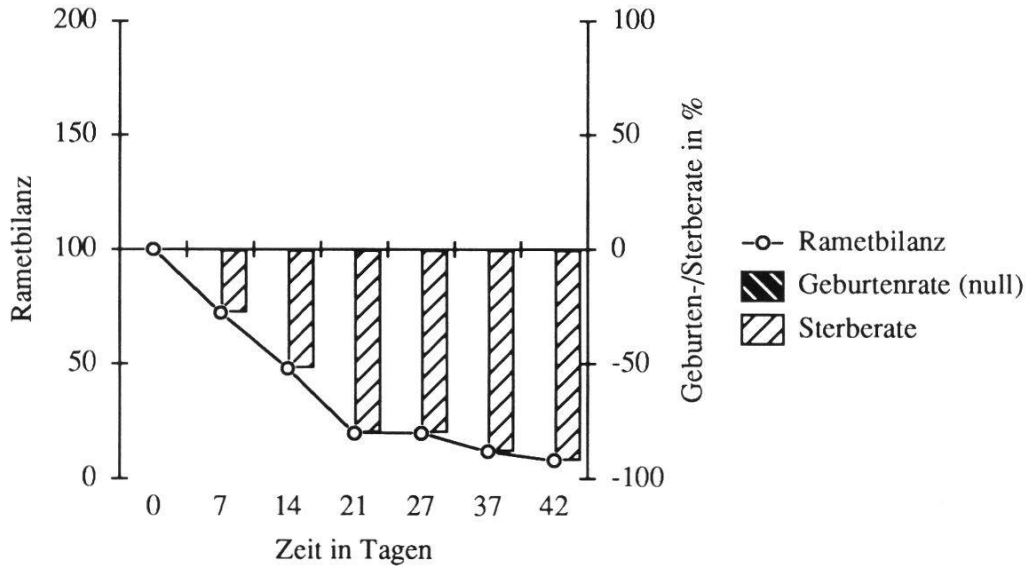

Fig. 10. Typisches Verhalten nach SRC in der Gruppe IV: *Trifolium badium*, Klonierungszeitpunkt 13.7.90.
Typical behaviour after SRC treatment in group IV: T. badium (13.7.90).

Das Merkmal der **Gruppe IV** war eine **extreme Sterblichkeit**. Die Todesrate betrug oft 80% oder mehr, während nur sehr selten Tochterramets produziert wurden. Die Produktionsbilanz lag im Bereich von 0 bis 25%, allenfalls bis 60 % steigend. Der R/M-Quotient konnte maximal auf 1,25 steigen, lag aber meist bei 1 (Fig. 10).

Das **Verhalten der einzelnen Arten** kann wie folgt beschrieben werden:
Trifolium badium ertrug die Zerstückelung in die einzelnen Ramets insbesondere im Frühjahr und Sommer überhaupt nicht. Von Beginn der Versuche an wurden in der Regel kontinuierlich Sterbefälle registriert, hingegen kaum je Rametgeburten (Fig. 10). Eine Ausnahme bildete die Serie vom 6.7.89, deren Versuchsverlauf genau gegenteilig verlief (Tab. 6, grauer Bereich). Insgesamt verhielt sich die Art jedoch typisch gemäss Gruppe IV. Im Herbstversuch war die Sterberate dann so stark herabgesetzt, dass eine Einteilung in Gruppe III gerechtfertigt war.
Trifolium alpinum (Tab. 6) verhielt sich sehr ähnlich wie *T. badium*. Bei dieser Art konnte konsequent nie die Geburt eines Tochterramets beobachtet werden, und auch die Herbstserie war von so vielen Ausfällen betroffen, dass sie in Gruppe IV fiel.

Tab. 6. *Trifolium badium* und *T. alpinum*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1991.
T. badium and T. alpinum: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Si = Silikat - *silicate*.

Art	**Datum** **n**	**Anzahl Tage/Rametbilanz** **Geburtenrate/Sterberate der Ramets**							**MZ** **R/M-Q.**
Trifolium badium Si	7. 8. 87	7/96	14/108	21/96					76
	50	6/10	18/10	20/24					1.26
	3. 11. 87	8/100		16/100	23/106	30/104	37/100	44/92	88
	50	0/0		0/0	6/0	8/4	10/10	10/18	1.05
	18. 4. 88	7/94	10/92	18/80	25/68	32/62	39/56	46/52	50
	51	0/6	0/8	4/24	4/36	4/42	6/50	6/54	1.04
	6. 7. 89			15/102		33/150	41/178		90
	50			-		-	-		1.98
	24. 5. 90	8/44	14/20	21/12		35/4		43/4	4
	25	0/56	0/80	0/88		0/96		0/96	1
	13. 7. 90	7/72	14/48	21/20	27/20		37/12	42/8	8
	25	0/28	0/52	0/80	0/80		0/88	0/92	1
	13. 7. 90	7/100	14/80	21/32	27/32		37/24	42/24	20
	25	0/0	4/24	4/72	4/72		8/84	8/84	1.2
	13. 7. 90	7/56	14/16	21/4	27/0				0
	25	0/44	0/84	0/96	0/100				(1)
	13. 7. 90	7/56	14/24	21/8	27/8		37/4	42/4	4
	25	0/44	0/76	0/92	0/92		0/96	0/96	1
	9. 7. 91		10/55	18/35	25/35	32/10	37/5	46/0	0
	20		0/45	0/65	0/65	0/90	0/95	0/100	(1)
	9. 7. 91		10/95	18/80	25/65	32/20	37/0		0
	20		0/5	0/20	0/35	0/80	0/100		(1)
Trifolium alpinum Si	6. 8. 87	7/100	14/88	21/61					61
	57	0/0	0/12	0/39					1
	4. 11. 87	8/100		16/80	23/66	30/58	37/54	44/46	46
	50	0/0		2/22	2/36	2/44	2/48	2/56	1
	18. 4. 88	7/114	10/106	18/46	25/24	32/22	39/16	46/12	12
	51	14/0	16/10	16/70	16/92	16/94	16/100	16/104	1
	6. 7. 89			15/74		33/20	41/19		19
	54			-		-	-		1

Bei ***Trifolium repens*** ergaben die Frühjahres-Serien eine enorme Produktivität und nur ganz ausnahmsweise überhaupt eine Mortalität, unabhängig von der Herkunft von Silikat oder Karbonat. Im Sommer sank zwar die Geburtenrate und die Sterberate stieg leicht, jedoch war der Rametüberschuss immer noch ausgesprochen gross (Tab. 7). Die im Bereich von 300 bis 640% liegende Rametbilanz war die weitaus höchste aller geprüften Arten und lieferte das Vorbild für Gruppe I-Verhalten. Es wurden keine Herbstversuche durchgeführt.

Typisch für den Versuchsverlauf von *T. repens* war, dass sich die Module erst nach einer zwei- bis dreiwöchigen Ruhepause nach der SRC explosionsartig vermehrten (Tab. 7). Gegen Ende der Versuchsperiode wurden meist die ersten Blüten produziert.

Tab. 7. *Trifolium repens*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1989-1991.
T. repens: behaviour after SRC treatment, experiments 1989-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Si = Silikat - *silicate*, Ca = Karbonat - *carbonate*.

Art	**Datum**	**Anzahl Tage/Rametbilanz**							**MZ**
	n	**Geburtenrate/Sterberate der Ramets**							**R/M-Q.**
Trifolium repens Si	13. 4. 89		14/111		28/138			43/331	100
	210		-		-			-	3.31
	10. 7. 89		11/126		25/165		37/512		95
	43		-		-		-		5.39
	27. 4. 90	7/100	13/95	21/150		30/225	35/285	42/460	90
	20	0/0	0/5	60/10		135/10	195/10	370/10	5.1
	13. 7. 90	7/64	14/76	21/84	27/108		38/328	42/404	80
	25	0/36	12/36	20/36	44/36		264/36	340/36	5.05
	1. 5. 91	7/100	14/110	21/125	28/135		36/380	42/560	100
	20	0/0	10/0	25/0	40/5		285/5	465/5	5.6
	10. 7. 91		10/75	17/65	24/70	30/120	36/175		45
	20		0/25	5/40	15/45	70/50	120/55		3.89
Trifolium repens Ca	24. 4. 91	7/100	14/110	21/135	28/180	35/310		43/640	100
	20	0/0	10/0	35/0	80/0	210/0		540/0	6.4
	11. 7. 91	8/85	15/85	22/115	29/305	35/445		46/465	75
	20	0/15	0/15	35/20	225/20	370/25		390/25	6.2

Trifolium thalii zeigte in den Frühjahresserien ein sehr breites Spektrum des Verhaltens, wie dies in der Gruppe II üblich war (Tab. 8). Interessanterweise waren die Unterschiede gekoppelt mit dem Versuchsjahr: Während die ersten Serien 1988 bei Versuchsende eine Rametbilanz von 30 bis 40 % aufwiesen, lag diejenige von 1989 bei 136% und im 1990 sogar bei 212%. Mit Werten von über 1,5 war dagegen der Ramet/Modul-Quotient durchwegs hoch. Dies lässt vermuten, dass 1) sich die SRC ausgeprägt im Bereich der minimalen

Tab. 8. *Trifolium thalii*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1991.
T. thalii: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Si = Silikat - *silicate*, Ca = Karbonat - *carbonate*.

Art	Datum n	Anzahl Tage/Rametbilanz Geburtenrate/Sterberate der Ramets							MZ R/M-Q.
Trifolium thalii Si	11. 11. 87	8/94		15/90	22/88	29/85	36/77		77
	52	0/6		0/10	0/12	0/15	0/23		1
	19. 4. 88	6/147	9/143	17/53	24/47	31/40	38/30	45/30	17
	30	57/10	67/24	67/113	67/120	67/127	67/137	67/137	1.76
	6. 7. 89			15/100		33/100	41/87		81
	100			-		-	-		1.07
	24. 5. 90	8/96	14/88	21/92		35/148		43/212	72
	25	12/16	12/24	20/28		84/36		152/40	2.9
	13. 7. 90	7/100	14/84	21/44	27/44		38/32	42/28	28
	25	0/0	0/16	0/56	0/56		0/68	0/72	1
Trifolium thalii Ca	6. 8. 87	7/100	14/116	21/84					68
	50	0/0	22/6	22/38					1.24
	11. 11. 87	8/98		15/92	22/91	29/92	36/87		85
	53	0/2		0/8	0/9	4/12	6/19		1.02
	19. 4. 88	6/116	9/111	17/83	24/64	31/48	38/41	45/39	26
	77	33/17	33/21	33/49	34/70	34/73	34/92	36/98	1.5
	14. 4. 89		13/120		27/150		42/136		94
	105		-		-		-		1.45
	14. 7. 89	7/96		21/96		33/96		45/102	78
	50	-		-		-		-	1.31
	13. 7. 90	7/100	14/96	21/60	27/36		38/12	42/8	8
	25	0/0	0/4	0/40	0/64		0/88	0/92	1
	10. 7. 91		10/100	17/85	24/80	31/65	37/50		50
	20		0/0	0/15	0/20	0/35	0/50		1

Modulgrösse bewegte, so dass bei kleinsten Unterschieden in der Versuchsdurchführung eine stark unterschiedliche Mortalität resultierte; und 2) *T. thalii* zu diesem Zeitpunkt offensichtlich ein hohes Wachstumspotential besass, auch wenn teilweise nur wenige Module überlebten. Zwischen Silikat- bzw. Karbonat-Sippen konnten keine Unterschiede in der Reaktion erkannt werden.

Die stark rückläufige Rametproduktion in den Sommerversuchen von *T. thalii* gab den Ausschlag, dass die Art dannzumal in Gruppe IV eingeteilt wurde. Die geringen Reaktionen (Rametproduktion und -tod) in den Herbstversuchen forderten eine Zuteilung zu Gruppe III.

Trifolium nivale ertrug die Klonierung insbesondere im Frühjahr sehr gut. Zu diesem Zeitpunkt zeigte die Art Gruppe I-Verhalten mit grossen Geburten- und geringen Sterberaten (Tab. 9). Im Sommer nahmen gleichzeitig die Produktivität etwas ab und die Verluste zu, so dass die Serien in Gruppe II fielen, wobei bei ziemlich konstanten R/M-Quotienten der Schwankungsbereich bezüglich Rametbilanz zwischen 40 und 124% lag (Fig. 11). Die Sippen von Silikat bzw. Karbonat verhielten sich sehr ähnlich.

Tab. 9. *Trifolium nivale*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1991.
T. nivale: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Si = Silikat - *silicate*, Ca = Karbonat - *carbonate*.

Art	Datum n	Anzahl Tage/Rametbilanz Geburtenrate/Sterberate der Ramets							MZ R/M-Q.
Trifolium nivale Si	3. 11. 87	8/100		16/88	23/86	30/78	37/78	44/78	76
	50	0/0		0/12	2/16	2/24	2/24	2/24	1.03
	18. 4. 88	7/107	10/114	18/119	25/124	32/122	39/124	46/124	91
	58	10/3	19/5	29/10	34/10	36/14	41/17	45/21	1.36
	13. 4. 89		14/118		28/125		42/148		96
	94		-		-		-		1.54
	14. 7. 89	7/98		21/109		33/115		45/122	91
	46	-		-		-		-	1.34
	27. 4. 90	7/100	13/75	21/70	30/40	35/30	42/25		20
	20	0/0	0/25	0/30	5/65	5/75	5/80		1.25
	13. 7. 90	7/96	14/72	21/68	27/68		38/80	42/88	64
	25	0/4	0/28	0/32	4/36		20/40	28/40	1.38
	13. 7. 90	7/88	14/72	21/56	27/36		38/40	42/40	32
	25	0/12	0/28	0/44	0/64		4/64	8/68	1.25
	13. 7. 90	7/36	14/0						0
	25	0/64	0/100						(1)
	9. 7. 91		10/90	17/10	24/85	31/90	37/90	46/70	55
	20		0/10	5/15	10/25	20/30	30/40	30/60	1.27
	9. 7. 91		10/95	17/85	24/80	31/90	37/95	46/50	35
	20		0/5	0/15	5/25	15/25	20/25	20/70	1.43
Trifolium nivale Ca	14. 4. 89		13/108		27/112		42/167		100
	49		-		-		-		1.67
	6. 7. 89			15/92		33/116	41/124		84
	51			-		-	-		1.48
	12. 7. 90	8/104	15/96	22/88	28/96		39/120	43/116	68
	25	4/0	8/12	12/24	28/32		56/36	60/44	1.71

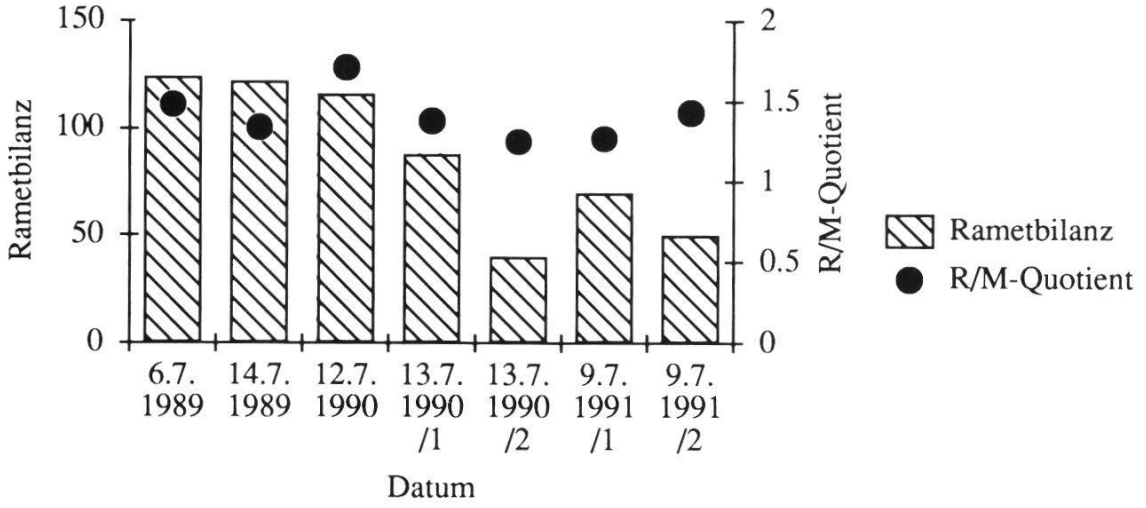

Fig. 11. *Trifolium nivale* von Silikat und Karbonat: Schwankungsbereich von Rametbilanz und R/M-Quotient nach sechs Wochen bei den Sommerversuchen.
T. nivale from silicate and carbonate: oscillation of ramet balance and r/m-quotient after six weeks (summer experiments).
/1 bzw. /2 = Serienummer bei gleichzeitig angelegten Serien - *serie number, if cloned at the same time.*

Viele Versuchsserien von *T. nivale* waren durch ein starkes Längenwachstum der Ramets und Blütenbildung gekennzeichnet. Das Längenwachstum war auf die äusseren Bedingungen in der kollinen Stufe zurückzuführen, denn auch die Horste im Garten zeigten dieses Verhalten.
Über mehr als ein Jahr in Zürich überdauernde Pflanzen waren stark etioliert und verhielten sich abweichend von den übrigen Serien (Tab. 9, graue Bereiche). Sie liessen sich sowohl im Frühjahr als auch im Sommer nur noch sehr schlecht erfolgreich klonieren und wiesen markant höhere Sterberaten auf. Auch bei diesen Versuchen war wieder das gleiche Gefälle zwischen den zwei Klonierungszeitpunkten festzustellen. Die Gruppenzugehörigkeit wie oben beschrieben galt also nur für mehr oder weniger frisch aus der alpinen Stufe stammenden Materials.
Bei ***Lotus alpinus*** (Tab. 10) war die Zugehörigkeit zu Gruppe II im Frühjahr etwas knapp abgestützt; es wurde lediglich eine einzige Serie standardmässig protokolliert. Wahrscheinlich deshalb ergab sich für die Sommerversuche eine durchschnittlich leicht bessere Reaktion, was sich allerdings nicht in einer anderen Gruppeneinteilung ausdrückte. Die typische weite Streuung der Resultate war auch hier mit Rametbilanzen zwischen 48 und 278% festzustellen. Ein parallel durchgeführter Versuch im Sommer 1989 mit Pflanzen, die von den zwei verschiedenen Substraten stammten, ergab keine Abhängigkeit von der Herkunft. Am meisten erstaunte die Reaktion auf die Herbstklonierung,

Tab. 10. *Lotus alpinus*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1990.
L. alpinus: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1990.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Si = Silikat - *silicate*, Ca = Karbonat - *carbonate*.

Art	**Datum** **n**	**Anzahl Tage/Rametbilanz** **Geburtenrate/Sterberate der Ramets**							**MZ** **R/M-Q.**
Lotus alpinus Si	6. 8. 87	7/110	14/167	21/169					93
	70	0/10	70/3	76/7					1.82
	3. 11. 87	8/84		16/75	23/68	30/63	37/43	44/34	34
	56	0/16		0/25	0/32	0/37	0/57	0/66	1
	18. 4. 88	7/81	10/66	18/59	25/69	32/71	39/59	46/58	29
	59	8/27	15/49	20/61	32/63	42/71	44/85	46/88	2
	6. 7. 89			15/116		33/171	41/247		93
	55			-		-	-		2.66
	13. 7. 90	7/84	14/80	21/88	27/88		38/136	42/128	52
	25	0/16	4/24	4/44	8/48		84/48	88/52	2.46
	13. 7. 90	7/104	14/100	21/104	27/112		38/140	42/144	72
	25	4/0	8/8	32/28	44/32		76/36	80/36	2
	13. 7. 90	7/116	14/108	21/116	27/125		38/125	42/129	54
	24	16/0	29/21	49/33	71/46		83/58	91/62	2.39
	13. 7. 90	7/84	14/60	21/32	27/32		38/40	42/48	28
	25	0/16	0/40	0/68	0/68		12/72	20/72	1.71
Lotus alpinus Ca	10. 7. 89		11/114		25/166		37/278		85
	79		-		-		-		3.27

bei der die Sterberate so hoch war, dass eine Einteilung in Gruppe IV unumgänglich wurde (Tab. 10). Damit war *L. alpinus* die einzige Art, die im Herbst Gruppe IV-Verhalten zeigte, ohne schon bei Frühjahr- und Sommer-Klonierungen dasselbe Verhalten aufzuweisen.
Auffallend war die Veränderung der Wachstumsstrategie: Während die Art in der natürlichen Umgebung ein Guerilla-Stratege ist, wandelte sich dies unter experimentellen Bedingungen in ein phalanxartiges Wachstum.
Hippocrepis comosa gehörte sowohl im Frühjahr als auch im Sommer zu Gruppe II, wobei zum früheren Zeitpunkt eher etwas bessere Resultate protokolliert wurden (Tab. 11). Entsprechend war es der grosse Rametumsatz (durchschnittlicher R/M-Quotient 1,5), der das Geschehen jeweils prägte: Einerseits starb ein beträchtlicher Teil der Module früh ab, andererseits produzierten die Überlebenden viele Tochterramets, die ihrerseits wiederum teilweise abstarben, da die Pflanzen dadurch zu stark von den Reserven gezehrt hatten. Dieser Vorgang spiegelte sich im Versuchsverlauf insofern wider, als dass sich die Rametbilanz nicht regelmässig in eine Richtung veränderte, sondern diese von Mal zu Mal ändern konnte (Fig. 12).
Ein Teil der Sommerversuche wich jedoch stark von diesem Verhalten ab, indem die Reaktion wie in Gruppe IV ausfiel: Keine Rametproduktion, grosse Mortalität (Tab. 11, graue Bereiche). Dafür war zum einen ein starker Schädlingsbefall im Jahre 1991 verantwortlich. Zum anderen wuchs die Pflanze im Versuchsgarten sehr viel üppiger als in der natürlichen Umgebung und verlor dadurch offensichtlich die Möglichkeit, auf den drastischen Eingriff der Klonierung zu reagieren. Wiederum muss also ausgesagt werden, dass die Zuordnung zu Gruppe II nur für frisches Material unter Normalbedingungen galt.
Bei ***Astragalus alpinus*** waren die Unterschiede zwischen Frühjahr und Sommer sehr gross. Dazu trug auf der einen Seite die stark abweichende Produktivität bei, die sich in R/M-Quotienten von über 2,25 (Frühjahr) bzw. unter 1,38 (Sommer) äusserte (Tab. 12). Auf der anderen Seite stieg auch die Mortalität im Sommer drastisch an. Die Art steckte offenbar zu Beginn der Vegetationsperiode viel Kraft in die Produktion von Tochterramets, die später durch andere Vorgänge wie z.B. Blütenbildung gebraucht wurde. Wiederum passierte im Herbstversuch praktisch nichts.
Sehr eindrücklich äusserte sich bei dieser Art der Klonierungsschock, indem in einer ersten dreiwöchigen Phase die Frage des Überlebens im Vordergrund stand: In dieser Zeit war der Hauptteil der Verluste zu notieren. Die zweite ebenso lange Periode stand dann ganz im Zeichen der Produktion von Tochterramets.

Tab. 11. *Hippocrepis comosa*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1991.
H. comosa: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Ca = Karbonat - *carbonate*.

Art	Datum n	Anzahl Tage/Rametbilanz Geburtenrate/Sterberate der Ramets							MZ R/M-Q.
Hippocrepis comosa Ca	6. 8. 87	7/101	14/104	21/113					96
	84	2/1	8/4	17/4					1.18
	11. 11. 87	8/100		15/100	22/100	29/98	36/98		98
	53	0/0		0/0	0/0	0/2	0/2		1
	19. 4. 88	6/129	9/134	17/133	24/138	30/125	38/132	45/149	82
	76	33/4	38/4	44/11	50/12	50/25	66/34	83/34	1.82
	10. 7. 89		11/106		25/122		37/110		50
	50		-		-		-		2.2
	24. 5. 90	8/152	14/104	21/80		35/32		43/28	20
	25	52/0	52/48	64/84		64/132		68/140	1.4
	13. 7. 90	7/132	14/100	21/96	27/96		38/104	42/100	68
	25	32/0	32/32	44/48	48/52		72/68	76/76	1.47
	13. 7. 90	7/100	14/68	21/56	27/52		38/56	42/60	44
	25	16/16	20/52	20/64	20/68		28/72	32/72	1.36
	13. 7. 90	7/88	14/36	21/0					0
	25	0/12	0/64	0/100					(1)
	13. 7. 90	7/52	14/40	21/16	27/12		38/4	42/4	4
	25	0/48	0/60	0/84	0/88		0/96	0/96	1
	1. 5. 91	7/100	14/110	21/120	28/85		36/90	42/110	70
	20	0/0	10/0	25/5	25/40		35/45	60/50	1.57
	1. 5. 91	7/110	14/95	21/75	28/40		36/30	42/20	20
	20	10/0	10/15	10/35	10/70		10/80	10/90	1
	9. 7. 91		10/100	17/80	24/65	31/55	37/35	46/20	20
	20		0/0	0/20	0/35	0/45	0/65	10/90	1
	9. 7. 91		10/30	17/55	24/30	31/5	37/5	46/0	0
	20		0/40	0/45	0/70	0/95	0/95	0/100	(1)

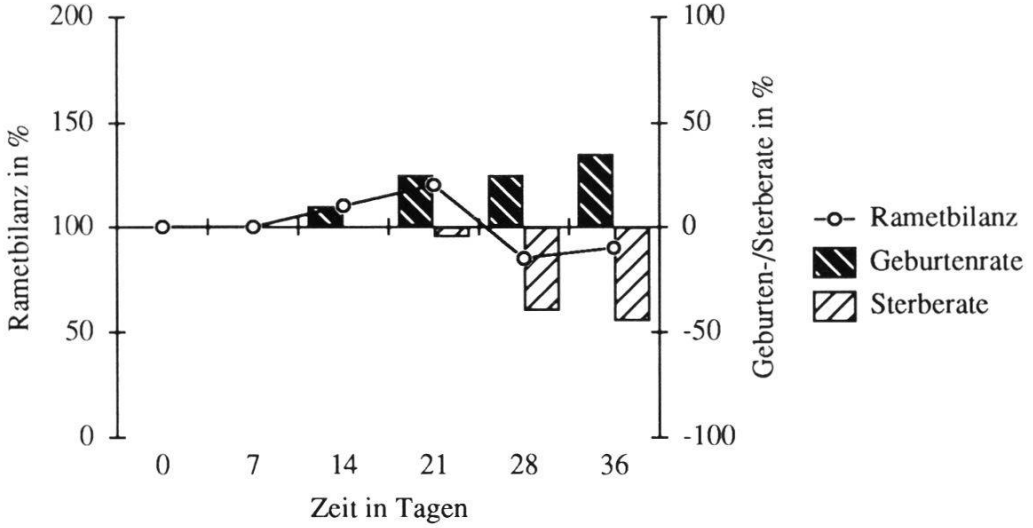

Fig. 12. *Hippocrepis comosa*: Wiederholte Richtungsänderung der Rametbilanz. Versuchsserie vom 1.5.91.
H. comosa: Up and down of the ramet balance. Experiment 1.5.91.

Tab. 12. *Astragalus alpinus*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1991.
A. alpinus: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Si = Silikat - *silicate*.

Art	Datum n	Anzahl Tage/Rametbilanz Geburtenrate/Sterberate der Ramets							MZ R/M-Q.
Astragalus alpinus Si	6. 8. 87	7/86	14/61	21/66					59
	44	0/14	2/41	7/41					1.12
	3. 11. 87	8/96		16/94	23/100	30/102	37/108	44/106	92
	50	0/4		0/6	6/6	8/6	16/8	16/10	1.15
	18. 4. 88	7/108	10/106	18/110	25/116	32/154	39/216	26/232	72
	50	20/12	22/16	38/28	52/36	90/36	154/38	172/40	3.2
	14. 7. 89	7/126		21/132		33/134		45/108	78
	50	-		-		-		-	1.38
	27. 4. 90	7/95	13/110	21/140	30/225	35/295	42/355		90
	20	0/5	15/5	50/10	135/10	210/15	270/15		3.94
	13. 7. 90	7/32	14/16	21/8	27/4		38/0		0
	25	4/72	0/88	4/96	4/100		4/104		(1)
	24. 4. 91	7/100	14/90	21/100	28/110	35/160		43/225	100
	20	0/0	0/10	10/10	20/10	70/10		135/10	2.25
	11. 7. 91	8/90	15/105	22/95	29/105	35/100		46/50	45
	20	0/10	15/10	25/20	30/25	30/30		30/80	1.11

Oxytropis campestris und ***O. jacquinii*** beantworteten die SRC in gleicher Weise: Die Module starben weitestgehend, oft sogar vollständig, ab; Tochterramets erschienen nur in Ausnahmefällen (Tab. 13). Einzig im Herbst war die Absterbegeschwindigkeit reduziert, so dass bei Versuchsende noch die Hälfte der Module lebte. Allerdings war auch in diesem Fall über den Winter hinweg betrachtet ein Totalausfall zu beklagen.

Tab. 13. *Oxytropis campestris* und *O. jacquinii*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1990.
O. campestris and O. jacquinii: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1990.
(Abkürungen s. Tab. 12 - *abbreviations see Table 12*)

Art	Datum n	Anzahl Tage/Rametbilanz Geburtenrate/Sterberate der Ramets							MZ R/M-Q.
Oxytropis campestris Si	3. 11. 87	8/98		16/94	23/86	30/84	37/68	44/54	52
	50	0/2		0/6	0/14	0/16	2/34	2/50	1.04
	18. 4. 88	7/103	10/93	18/30	25/23	32/13	39/10	46/10	10
	30	16/13	23/30	23/93	27/103	27/113	27/116	27/116	1
	10. 7. 89		11/24		25/4		37/4		4
	51		0/76		0/96		0/96		1
Oxytropis jacquinii Ca	6. 8. 87	7/59	14/3	21/0					0
	63	0/41	0/97	0/100					(1)
	18. 4. 88	7/103	10/86	18/50	25/45	32/40	39/33	46/24	21
	58	8/5	8/22	10/60	14/69	14/74	14/81	14/90	1.14
	10. 7. 89		11/52		25/12		37/10		10
	50		0/48		0/88		0/90		1
	10. 7. 89		11/56		25/8		37/0		0
	50		0/44		0/92		0/100		(1)
	24. 5. 90	8/60	14/16	21/12		35/4		43/4	4
	25	8/48	8/92	8/96		8/104		8/104	1
	13. 7. 90	8/40	14/4	21/0					0
	25	0/60	0/96	0/100					(1)

Anthyllis alpestris konnte die bei den Frühjahres-Klonierungen auftretenden beträchtlichen Verluste durch eine mittelhohe Produktivität ungefähr wettmachen (Tab. 14). Dies muss als eine Aussage betreffend des durchschnittlichen Verhaltens angeschaut werden, waren doch die einzelnen Serien sowohl zwischen verschiedenen Jahren als auch zum gleichen Zeitpunkt stark unterschiedlich. Diese Unterschiedlichkeit wurde im Sommer ausgeglichen, indem die Geburtenrate drastisch zurückging und so jeweils eine stark negative Rametbilanz resultierte. Die Serie vom 14.7.89 mit einer Rametbilanz von 123% (Tab. 14, grauer Bereich) wurde als Ausreisser taxiert. Die dafür verantwortlichen Zusammenhänge konnten nicht eruiert werden. Die Herbstversuche waren durch minimale Äusserungen geprägt.
Bei den Sommerversuchen war wiederum festzustellen, dass längere Zeit im Zürcher Garten überdauerndes Material eine Klonierung weniger gut ertrug als solches aus der alpinen Stufe. In diesem Fall waren die Unterschiede jedoch insofern weniger deutlich, als dass vor allem die Absterbegeschwindigkeit betroffen war und bei Versuchsende bei den parallel angelegten Serien fast das gleiche Resultat herauskam: Totalverlust oder eine sehr geringe Überlebensrate.

Tab. 14. *Anthyllis alpestris*: Verhalten nach der SRC, Versuchsserien 1987-1991.
A. alpestris: behaviour after SRC treatment, experiments 1987-1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, MZ = Modulzahl bei Versuchsende - *modules at the end of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei Versuchsende - *ramet/module-quotient*, Ca = Karbonat - *carbonate*.

Art	**Datum** **n**	**Anzahl Tage seit Versuchsbeginn/Rametbilanz** **Geburtenrate/Sterberate der Ramets**							**MZ** **R/M-Q.**
Anthyllis alpestris Ca	12. 11. 87	8/100		15/100	22/100	29/100	36/98		98
	50	0/0		0/0	0/0	0/0	0/2		1
	18. 4. 88	7/106	10/105	18/97	25/95	32/87	39/85	46/87	77
	62	9/3	10/5	10/13	11/16	11/24	11/26	18/31	1.13
	14. 7. 89	7/98		21/95		33/98		45/123	75
		-		-		-		-	1.64
	27. 4. 90	7/90	13/50	21/40	30/20	35/20	42/20		20
	25	0/10	0/50	0/60	0/20	0/80	0/80		1
	13. 7. 90	7/60	14/40	21/20	27/15		38/10	42/5	5
	20	0/40	0/60	0/80	0/85		0/90	0/95	1
	8. 5. 91	7/110	14/90	21/65	29/70	35/65		44/80	75
	20	10/0	10/20	10/45	20/50	25/60		40/60	1.07
	8. 5. 91	7/100	14/95	21/115	29/110	35/135		44/140	60
	20	0/0	0/5	30/15	45/35	70/35		85/45	2.33
	9. 7. 91		10/100	17/90	24/80	31/75	37/50	46/25	25
	20		0/0	0/10	0/20	0/25	0/50	0/75	1
	9. 7. 91		10/60	17/30	24/25	31/25	37/5	46/0	0
	20		0/40	0/70	0/75	0/75	0/95	0/100	(1)
	9. 7. 91		10/20	17/0					0
	20		0/80	0/100					(1)
	9. 7. 91		10/15	17/0					0
	20		0/85	0/100					(1)

Die meisten Arten zeigten eine **saisonale Variabilität**, die sich zu den drei Klonierungszeitpunkten Frühjahr, Sommer und Herbst in einem recht unterschiedlichen Wachstumsverhalten widerspiegelte. Entsprechend variierte die Einteilung in die Gruppen zu den verschiedenen Jahreszeiten (Tab. 15).
Es konnten prinzipiell zwei Klassen von Pflanzen erkannt werden: Die Klasse A umfasste diejenigen Arten, die eine starke saisonale Variabilität erkennen liessen, in die Klasse B fielen Arten mit nur äusserst geringen jahreszeitlichen Unterschieden in der Reaktion auf die Klonierung.
Für die **Klasse A**, gekennzeichnet durch **starke saisonale Variabilität**, erwies sich das Frühjahr als der günstigste Zeitpunkt für eine Klonierung. Zu dieser Jahreszeit entwickelten sich am meisten Tochterramets und gleichzeitig war die Sterberate am niedrigsten.
Im Sommer war die Rametproduktion deutlich eingeschränkt; die Sterberaten waren konstant recht hoch. Insgesamt war es nicht verwunderlich, dass alle Arten bei der Sommerklonierung in die gleiche oder eine tiefere Gruppe als im Frühjahr eingeteilt wurden. Auch bei den Arten mit gleicher Gruppenzugehörigkeit zu beiden Zeitpunkten war es so, dass im Sommer leicht schlechtere Ergebnisse resultierten; die Unterschiede waren lediglich zu gering, als dass eine Deklassierung stattgefunden hätte.
Bei den Herbstversuchen lagen die Temperaturen während der ganzen Periode um 5°C. Deshalb war der Stoffwechsel der Pflanzen stark reduziert, so dass die Module bequem von ihren wenn auch geringen Reserven leben konnten. Dass "keine Reaktion" nicht arttypisch sein konnte, zeigte sich dadurch,

Tab. 15. Muster der saisonalen Variabilität im Wachstumsverhalten der untersuchten Pflanzen. I - IV = Verhaltensgruppen.
Pattern of seasonal variability of growth behaviour. I-IV = behaviour groups.

Art	**Frühjahr**				**Sommer**				**Herbst**			
Trifolium badium				IV				IV			III	
Trifolium alpinum				IV				IV				IV
Trifolium repens	I				I							
Trifolium thalii		II						IV			III	
Trifolium nivale	I					II					III	
Lotus alpinus		II				II						IV
Hippocrepis comosa		II				II					III	
Astragalus alpinus	I					II					III	
Oxytropis campestris				IV				IV				IV
Oxytropis jacquinii				IV				IV				
Anthyllis alpestris		II						IV			III	
Total Sippen	3	4	0	4	1	4	0	6	0	0	6	3

dass weder im Frühjahr noch Sommer auch nur eine Serie in diese Gruppe eingeteilt werden konnte.
Die Klasse A bestand aus *Trifolium repens*, *T. thalii*, *T. nivale*, *Lotus alpinus*, *Hippocrepis comosa*, *Astragalus alpinus* und *Anthyllis alpestris*.
Die **Klasse B**, in der nur eine **minimale saisonale Variabilität** auftrat, wurde durch *T. badium*, *T. alpinum*, *Oxytropis campestris* und *O. jacquinii* gebildet. Alle diese Arten reagierten bereits im Frühjahr mit sehr hohen Verlusten, die bis Totalausfall der ganzen Serie reichen konnten, auf die Klonierung. Zu den ungünstigeren Zeitpunkten Sommer und Herbst waren dann schlechtere Resultate schlicht nicht mehr möglich, so dass die Serien nahezu identisch aussahen.
Es konnte keine Abhängigkeit von der Herkunft von einem der beiden Substrate Silikat oder Karbonat nachgewiesen werden. Hingegen war das Verhalten mit der Wuchsform sowie der Wachstumsstrategie gekoppelt: C3a- und C3b-Pflanzen reagierten durchschnittlich deutlich schlechter als die A1/A2a- und B2a/B2b-Arten; Phalanx-Strategen erzielten weniger gute Resultate als Guerillas.

4.1.2. Versuch "Zeit"

Aufgrund des vorhergehenden Versuches konnte zwar eine saisonale Variabilität erkannt werden, jedoch war noch unklar, a) wann genau die Umstellung der Perioden erfolgte und b) ob der Wechsel plötzlich passierte oder kontinuierlich stattfand und welche Vorgänge dafür verantwortlich waren. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden bei zwei Arten, *Trifolium repens* und *Astragalus alpinus* über längere Zeit Klonierungsserien der gleichen Art angelegt.
Für ***Trifolium repens*** (Tab. 16, Fig. 13) ergab sich das folgende Bild der zeitlichen Veränderungen:
In einer ersten Phase im April/Mai waren die Serien einzig von einer extrem grossen Rametproduktion gekennzeichnet, welche Mitte Mai ein Maximum von 980 % erreichte (Tab. 16). Interessant war eine Serie mit deutlich weniger Rametzuwachs, die in beiden Versuchsjahren genau zum gleichen Zeitpunkt nach der Maximalproduktion auftrat, die nicht genauer erklärt werden konnte. Insgesamt entsprach das Verhalten jedoch demjenigen der Versuchsgartenpopulation, die in dieser Zeit ebenfalls stark zulegte.
Der Juni war geprägt durch etwas höhere Verluste bei kontinuierlich abnehmender Geburtenrate. Eine Betrachtung der Pflanzen im Versuchsgarten gab Aufschluss über die Gründe dafür: Im Juni besassen die Pflanzen sehr

lange Ausläuferstränge mit lebenden Ramets an jedem Knoten. In einer kurzen Zeit Anfang Juli starben die Ramets dann, wie es der Biologie von *Trifolium repens* entsprach, ebenso wie die Verbindungsstücke von hinten her ab. Gleichzeitig erschien ein Vielzahl von Blüten.
Darauf folgte eine kurze Periode um Anfang Juli, in der die Verluste wieder zurückgingen und die Produktivität - gemessen am Ramet/Modul-Quotienten - nochmals anstieg, aber mit Werten zwischen 6 und 7 nicht mehr das Niveau vom Mai erreichte (Tab. 16). Ersteres lag daran, dass die hintersten abgestorbenen Ramets nicht mehr für die Klonierung verwendet werden konnten; letzteres wurde damit begründet, dass der Kraftverbrauch für den Unterhalt der Blüten kleiner war als zuvor für die Blütenbildung. Insgesamt verbesserten

Tab. 16. *Trifolium repens*: Veränderung des Verhaltens nach SRC im Jahresverlauf, Versuchsserien 1990 und 1991.
T. repens: Variation of the behaviour after SRC treatment throughout the year, experiments 1990 and 1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient - *ramet/module-quotient.*

Zeit in Wochen:		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	
Datum	**n**	**Rametbilanz/Modulzahl**						**R/M-Q.**
27. 4. 90	20	100/100	95/95	150/90	225/90	385/90	460/90	5.11
14. 5. 90	20	145/100	170/100	150/95	300/100		575/95	6.05
24. 5. 90	20	95/90	125/90	120/85		145/80	295/80	3.69
31. 5. 90	20	120/95	135/90		295/85	570/85		6.71
7. 6. 90	20	80/80		60/55	95/50			(1,9)
14. 6. 90	20		95/95	115/95				(1,21)
12. 7. 90	20	55/55	70/65	75/65	95/75	250/75	340/75	4.53
23. 7. 90	20	100/100	105/100	125/95	210/90	235/90		(2,61)
27. 7. 90	20	105/100	115/100	190/95	245/95			(2,58)
3. 8. 90	20	100/100	110/95	115/95				(1,21)
9. 8. 90	20	90/90	60/55					(1,09)
24. 4. 91	20	100/100	110/100	135/100	180/100	310/100	640/100	6.4
1. 5. 91	20	95/95	95/95	140/95	210/90	495/95	610/95	6.42
1. 5. 91	20	100/100	110/100	125/100	135/95	380/100	560/100	5.6
8. 5. 91	20	100/100	125/100	230/100	450/100	670/100	1080/100	10.8
15. 5. 91	20	110/100	150/100	285/100	415/100	680/100	975/100	9.75
24. 5. 91	20	105/100	110/100	130/100	155/100	220/95	285/95	3
29. 5. 91	20	105/100	145/100	305/100	580/100	670/100	940/100	9.4
6. 6. 91	20	95/95	110/95	180/100	315/100	555/100	740/100	7.4
12. 6. 91	20	95/95	90/80	100/80	185/80	350/75	510/75	6.8
21. 6. 91	20	100/95	105/95	195/95	335/90	345/80	375/85	4.41
1. 7. 91	20	100/100	110/95	135/95	255/95	365/95	605/100	6.05
4. 7. 91	20	100/100	125/100		325/100	520/95	640/95	6.74
11. 7. 91	20	85/85	85/15	140/80	305/80	445/80	465/80	5.81
19. 7. 91	20	85/85	105/90	155/90	210/85	235/90	265/90	2.94
26. 7. 91	12	83/83	100/83	108/75	117/75	142/75	317/75	4.23
2. 8. 91	14	100/100	100/100	107/93	107/86	200/86	229/86	2.66
9. 8. 91	16	94/94	94/87	113/87	131/87	194/87	250/87	2.87
15. 8. 91	10	80/80	80/80	70/70	60/60	60/60	60/60	1
5. 9. 91	20	100/100	90/90	40/35	40/35	30/30	35/20	1.75
13. 9. 91	20	100/100	100/100	100/100	120/100	155/100	170/100	1.7
20. 9. 91	20	100/100	100/100	100/100	100/100	95/95	105/95	1.11
3. 10. 91	20	70/70	65/65	70/70		70/70		(1)
18. 10. 91	20	100/100	95/95				95/95	1
25. 10. 91	20	85/85					100/100	1

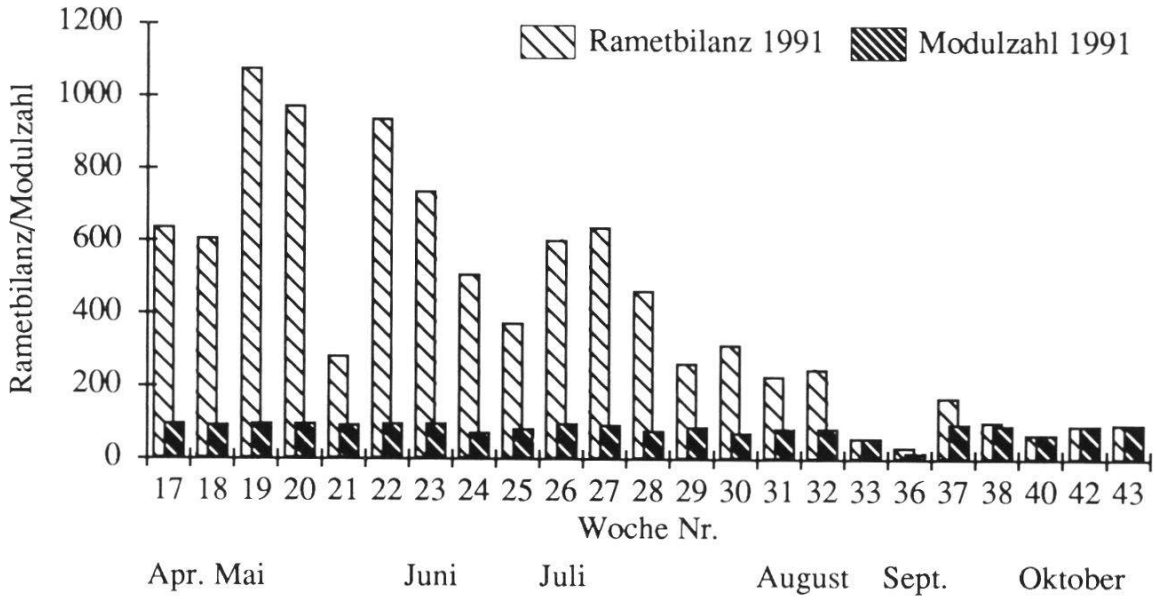

Fig. 13. *Trifolium repens*: Klonierungsserien vom 24.4. bis 25.10.91 für den Versuch "Zeit". Resultate nach 6 Wochen Versuchsdauer.
T. repens: Experiment "time", series from 24.4. to 25.10.91. Results after six weeks.

sich also die Resultate, woran beide Parameter - Geburten- und Sterberate - beteiligt waren.

In der nachfolgenden Sommerzeit waren die Ausfälle konstant erhöht und die Geburtenrate nahm laufend ab. Bis Anfang September hatte sich diese Tendenz derart akzentuiert, dass dannzumal eine negative Rametbilanz von 60 bzw. 35 % resultierte (Fig. 13). Die Versuchsgartenpopulation verhielt sich parallel dazu und erreichte ebenfalls zu Beginn des Septembers den Minimalbestand im Jahresverlauf. Nach der Hauptblühperiode im Juli begann die Pflanze zunächst in geringem Mass, später immer stärker, in der Wurzel Reserven anzulegen. Die Kräfte wurden also just an diesen Orten gesammelt, die bei einer Klonierung zu einem grossen Teil entfernt wurden, was die erhöhten Ausfälle bewirkte.

Ab Mitte September schliesslich hatten sich die Pflanzen offensichtlich bereits für den Winter vorbereitet; jedenfalls zeigten die Serien nur noch sehr geringe Reaktionen auf die Klonierung.

Die Versuche mit ***Astragalus alpinus*** (Tab. 17, Fig. 14) brachten vergleichbare Resultate. Da sich die beiden Arten die Vegetationsperiode unterschiedlich einteilten, waren auch die Reaktionen auf die SRC nicht synchron zueinander. Zudem befanden sich Rametbilanz und Modulzahl arttypisch generell auf einem anderen Niveau.

Tab. 17. *Astragalus alpinus*: Veränderung des Verhaltens im Jahresverlauf nach SRC, Versuchsserien 1990 und 1991.
A. alpinus: Variation of the behaviour after SRC treatment throughout the year, experiments 1990 and 1991.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*, R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient - *ramet/module-quotient.*

Zeit in Wochen:		1	2	3	4	5	6	
Datum	n	Rametbilanz/Modulzahl						R/M-Q.
27. 4. 90	20	95/95	110/90	140/90	225/90	295/90	295/90	3.28
14. 5. 90	20	100/95	125/85	155/90	180/85		315/85	3.71
24. 5. 90	20	105/100	135/100	150/100		195/95	230/95	2.42
31. 5. 90	20	110/90	135/90		230/80	360/80		4.5
7. 6. 90	20	80/75		35/30	40/30			(1,33)
14. 6. 90	20		45/35	45/30				(1,5)
12. 7. 90	20	30/30	10/10	10/10	5/5		0/0	(1)
23. 7. 90	20	100/100	95/95	100/95	110/70	110/65		(1,69)
27. 7. 90	20	90/90	85/85	90/80	90/75			(1,2)
3. 8. 90	19	95/5	26/26	26/21				(1,24)
9. 8. 90	20	65/65	55/55					(1)
24. 4. 91	20	100/100	90/90	100/100	110/100	160/100	225/100	2.25
1. 5. 91	20	100/100	95/95	95/95	95/90	225/90	200/90	2.22
8. 5. 91	20	100/100	100/100	100/100	150/100	135/100	190/100	1.9
15. 5. 91	20	100/100	105/95	120/100	110/95	155/90	160/90	1.78
24. 5. 91	20	100/100	105/90	95/90	110/85	140/85	135/90	1.5
29. 5. 91	20	105/100	105/100	110/100	115/95	105/95	120/95	1.26
6. 6. 91	20	100/100	115/100	150/100	150/100	150/100	185/100	1.85
12. 6. 91	20		100/95	100/95	90/85	105/75	80/60	1.33
21. 6. 91	20	100/100	126/100	137/100	189/100	189/89	184/79	2.33
1. 7. 90	20	100/100	115/95	145/95	140/75	150/75	145/80	1.81
4. 7. 91	20	100/100	110/95	65/50	50/30	55/25	40/20	2
11. 7. 91	20	90/90	105/90	95/85	105/85	100/80	50/45	1.11
19. 7. 91	20	100/100	100/95	100/90	95/90	60/60	45/45	1
26. 7. 91	20	100/100	100/95		35/35	25/25	15/15	1
2. 8. 91	20	95/95	95/95	55/55	50/50	20/20	5/5	1
9. 8. 91	18	100/100	28/28	11/11	6/6	6/6	6/6	1
15. 8. 91	20	100/100	100/100	80/80	80/80	70/70	65/65	1
30. 8. 91	20	105/100	105/95	105/85	115/85	95/80	90/75	1.2
5. 9. 91	18	100/94	94/94	111/83	117/83	117/83	111/78	1.42
13. 9. 91	20	120/100	100/95	95/90	90/85	80/75	75/70	1.07
20. 9. 91	20	100/100	80/80	80/80	50/50	50/45	30/30	1
3. 10. 91	20	85/85	75/75	75/75		75/75		1
18. 10. 91	20	100/100		65/65			50/50	1
25. 10. 91	20		90/90				40/40	1

Der Versuchsverlauf von *A. alpinus* kann wie folgt kurz zusammengefasst werden:

Zeit der höchsten Rametproduktion war wiederum im April und Mai, wobei sich das Maximum von 125 % ganz zu Beginn der Vegetationsperiode befand und sich danach ein kontinuierlicher Rückgang einstellte (Tab. 17). Die Zeit der Blütenanlage fand verkürzt nur in der ersten Hälfte des Juni statt und die folgende Phase guter Resultate war entsprechend Ende des Monats auch bereits abgeschlossen. Das "Sommerverhalten" begann also Anfang Juli: Die extremen Verluste bei äusserst wenigen Geburten kontrastierten mit dem Verhalten im Frühjahr deutlich; die Rametbilanzen erreichten nur noch Werte

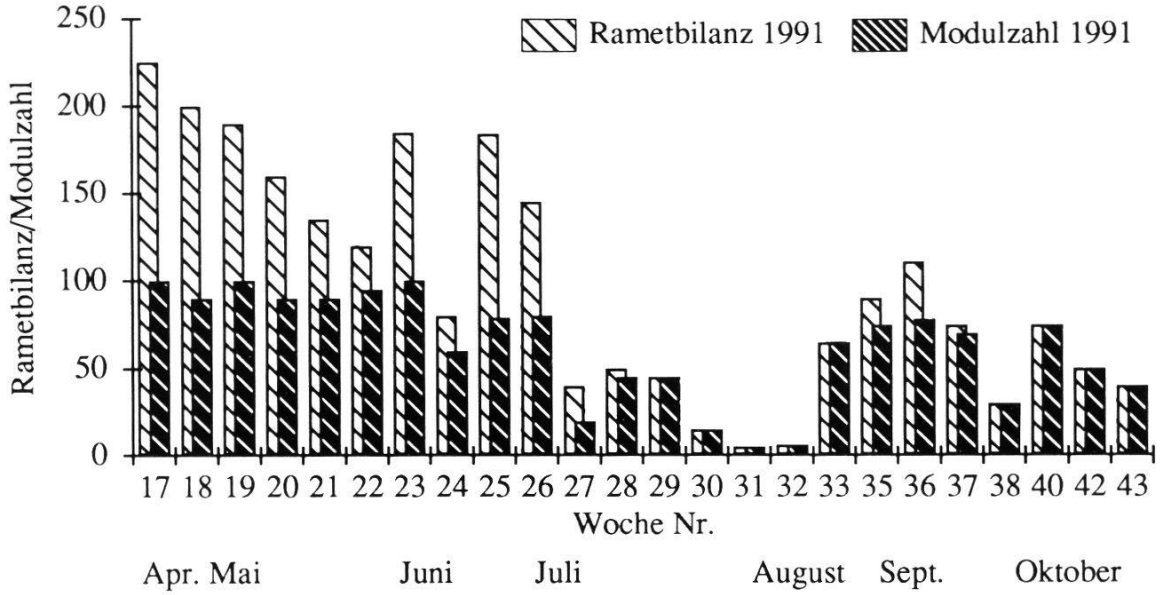

Fig. 14. *Astragalus alpinus*: Klonierungsserien vom 24.4. bis 25.10.91 für den Versuch "Zeit". Resultate nach 6 Wochen Versuchsdauer.
A. alpinus: Experiment "time", series from 24.4. to 25.10.91. Results after six weeks.

zwischen 5 und 65 %. Diese Periode endete Mitte August, wiederum zwei Wochen früher als bei *T. repens*. Darauf folgte bis Oktober eine deutliche Beruhigung der Reaktion; teilweise konnte hier noch eine Produktivität protokolliert werden. Als qualitativer Unterschied zu *T. repens* verschlechterte sich der Zustand des Gartenmaterials ab Oktober oberirdisch betrachtet deutlich, was sich sofort in entsprechenden Klonierungsresultaten niederschlug.
Am Resultat der Klonierung wurden die pflanzeninternen Vorgänge deutlich. Die Annahme, dass die Klonierbarkeit einer Pflanze eng mit der Phase im Jahreszyklus, in der sie sich zur Zeit des Eingriffes befindet, zusammenhängt, konnte also eindrücklich bestätigt werden. Dieser Befund wird in der Diskussion noch näher erörtert.

4.1.3. Versuch "Hormone"

Die ab Sommer 1989 zu fünf Zeitpunkten durchgeführten Versuche konnten nicht alle miteinander verglichen werden. Das in Serie Sommer 1989 verwendete Neudofix war in seiner exakten Zusammensetzung unbestimmt und wird deshalb im folgenden separat behandelt. Bei den Versuchen 1991 herrschten nicht vergleichbare Versuchsbedingungen. Sie werden darum nicht berücksichtigt und das Gesagte stützt sich lediglich auf die Resultate der zwei 1990-

er Serien. Wegen dieser Knappheit an Daten und weil die Reaktion der getesteten Arten kaum divergierte, wird auf eine Einzelbesprechung der Resultate verzichtet, sondern nur die generellen Züge erläutert.
Die Versuche mit **Neudofix** verliefen allesamt ausgesprochen ähnlich wie die Kontrollversuche (Tab. 18). Dies gilt im speziellen für die Modulzahl, die bei den beiden Serien oft beinahe Deckungsgleichheit erreichte. Aber auch die Rametbilanz lag in einem engeren Schwankungsbereich, wie er auch bei identisch angelegten Parallelversuchen auftritt. Das Präparat zeigte also überhaupt keine Wirkung, weder im positiven noch im negativen Sinn.

Tab. 18. Verhalten nach SRC, Vergleich unbehandelter und mit Neudofix behandelter Serien im Sommer 1989.
Behaviour after SRC treatment, comparison of series without and with Neudofix treatment, respectively. Experiments summer 1989.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment.*

Art	**Datum**	**n**	**Tage: Rametbilanz/Modulzahl**					
			Kontrolle			**Neudofix**		
Trifolium alpinum Si	6. Juli	54/50	15:74/26	33:20/80	41:19/81	15:60/40	24:24/76	41:26/74
Trifolium thalii Si	6. Juli	100/99	15:100/2	33:100/13	41:87/19	15:95/5	33:112/16	41:130/16
Trifolium thalii Ca	14. Juli	50/50	7:96/4	21:96/12	45:102/22	7:98/6	21:102/8	45:84/24
Hippocrepis comosa Ca	10. Juli	50/50	11:106/20	25:122/36	37:110/50	11:88/30	25:82/46	37:76/54
Oxytropis campestris Si	10. Juli	51/49	11:24/76	25:4/96	37:4/96	11:59/41	25:24/76	37:20/80
Oxytropis jacquinii Ca	10. Juli	50/50	11:52/48	25:12/88	37:10/90	11:46/54	25:14/86	37:8/92

Aufgrund der Versuche des Jahres 1990 (Tab. 19) mit reinen **Pflanzenhormonen** konnten zwei prinzipielle Reaktionsmuster festgelegt werden:
Auf der einen Seite standen die Arten, die in der Kontrollserie eine positive Rametbilanz aufwiesen (Fig. 15). Dabei handelte es sich um *Trifolium repens*, *T. thalii* und *T. nivale*. Hier zeigte sich, dass die Indolessigsäure (IAA) zwar keinen positiven Einfluss auf das Verhalten brachte, aber auch keinen deutlich negativen: Die Resultate lagen in der gleichen Grössenordnung wie die der Kontrollserie; mit zunehmender Konzentration von IAA war die Rametproduktion allerdings etwas reduziert. Ganz anders die Reaktion auf die Gabe von Benzyladenin (BAP) bzw. Furfurylaminopurin (KIN): gleichzeitig tiefere Geburten- und höhere Sterberaten führten zu markant schlechteren Ergebnissen.
Auf der anderen Seite wiesen die Kontrollserien von *Trifolium badium*, *Astragalus alpinus* und *Oxytropis jacquinii* eine deutlich negative Rametbilanz auf. In diesen Fällen konnten kaum Unterschiede zwischen unbehandel-

Tab. 19. Verhalten nach SRC, Vergleich unbehandelter und mit Hormonen behandelter Serien. Oben 24./25. Mai 1990, unten 12. Juli 1990. Versuchsumfang 25 Module.
Behaviour after SRC treatment, comparison of series without and with hormone treatment, respectively. Above 24./25. May 1990, below 12. July 1990. Size of series 25 modules.
n = Anzahl Module bzw. Ramets bei Versuchsbeginn - *number of modules/ramets at the beginning of the experiment*; IAA, KIN, BAP = Pflanzenhormone, vgl. Text - *plant hormones*. Si = Silikat - *silicate*, Ca = Karbonat - *carbonate*. Notation: Rametbilanz/Sterberate der Ramets - *notation: ramet balance/death rate of the ramets.*

Art	Tage	Kontrolle	5e-4 µM IAA	5e-2 µM IAA	5 µM IAA	0,5 µM KIN	5 µM KIN	0,5 µM BAP	5 µM BAP
Trifolium badium Si	8	44/56	52/48	36/64	24/76	32/68	16/84	56/44	12/88
	14	20/80	12/88	12/88	4/96	4/96	0/100	16/84	4/96
	21	12/88	8/92	12/88	4/96	8/96		16/84	0/100
	35	4/96	4/96	8/92	4/96	0/100		0/100	
	43	4/96	4/96	8/92	4/96				
Trifolium thalii Si	8	96/16	104/12	116/8	104/4	80/20	84/16	80/24	88/12
	14	88/20	80/20	92/24	96/12	60/40	45/44	68/36	72/28
	21	92/20	88/20	84/36	84/28	24/76	36/64	36/64	52/64
	35	148/28	104/32	96/48	120/40	8/92	16/84	16/84	20/92
	43	212/28	168/28	148/48	132/40	4/96	16/84	24/88	24/96
Hippocrepis comosa Ca	8	152/0	124/8	120/0	96/12	96/8	84/16	112/0	92/16
	14	104/8	96/32	84/24	48/56	52/48	64/36	88/20	56/48
	21	80/44	100/44	76/36	52/64	44/56	56/48	56/56	52/56
	35	32/76		28/84	8/92	0/100	4/96	28/92	20/88
	43	28/80	112/68	36/92	4/96		12/96	28/92	20/88
Oxytropis jacquinii Ca	8	60/48	44/59	56/44	60/44	40/60	48/52	52/48	36/64
	14	16/84	28/72	40/60	16/84	8/92	12/88	20/84	20/80
	21	12/88	16/84	28/72	16/84	0/100	4/96	4/96	8/92
	35	4/96	4/96	0/100	0/100		0/100	0/100	0/100
	43	4/96	4/96						

Art	Tage	Kontrolle	5e-4 µM IAA	5e-2 µM IAA	5 µM IAA	5e-4 µM KIN	5e-2 µM KIN	5 µM KIN
Trifolium repens Si	8	84/36	72/28	52/48	64/44	54/48	64/36	84/16
	15	76/28	80/20	68/32	72/28	64/36	52/48	76/24
	22	84/28	104/24	108/16	84/24	72/36	52/48	88/24
	28	108/20	108/32	100/20	112/24	68/44	56/48	68/36
	39	328/20	324/28	300/20	260/20	80/48	68/52	88/36
	43	404/20	348/32	296/24	308/20	108/48	100/52	140/36
Trifolium nivale Ca	8	104/0	100/0	104/0	92/8	80/20	96/4	96/4
	15	96/12	100/4	88/12	88/12	104/0	52/48	92/8
	22	88/20	100/16	84/20	88/16	104/12	48/52	96/20
	28	100/20	100/20	92/28	96/16	108/12	40/60	88/24
	39	120/28	112/20	116/28	108/16	112/16	40/60	84/32
	43	116/32	124/20	116/28	116/16	104/16	44/60	84/28
Astragalus alpinus Si	8	32/72	52/48	68/32	56/44	28/72	48/52	56/44
	15	16/88	48/52	32/68	36/64	12/88	12/88	48/76
	22	8/92	40/60	12/88	20/80	4/96	8/92	24/84
	28	4/96	28/76	8/92	20/80	0/100	8/92	20/88
	39	0/100	88/12	4/96	12/88		4/96	4/96
	43		88/12	4/96	4/96		4/96	4/96
Oxytropis jacquinii Ca	8	40/60	48/52	48/52	24/76	32/68	68/32	36/64
	15	4/96	16/84	8/92	16/84	8/92	4/96	8/92
	22	0/100	0/100	12/88	8/92	4/96	0/100	0/100
	28			0/100	0/100	4/96		
	39					4/96		
	43					4/96		

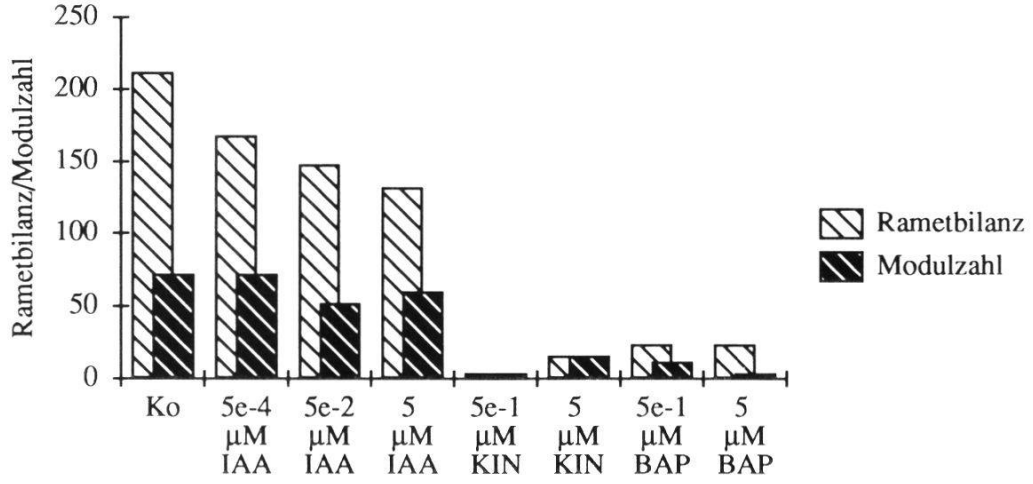

Fig. 15. *Trifolium thalii* von Silikat: Resultate nach sechs Wochen Versuchsdauer im Frühjahr 1990 bei Gabe verschiedener Hormone.
T. thalii from silicate: Results after six weeks with different hormone treatments in spring.
Ko - Kontrollserie - *control serie*; IAA, KIN, BAP - Pflanzenhormone (siehe Text) - *plant hormones (see text).*

ten und behandelten Serien, egal mit welchem Hormon und in welcher Konzentration, herauskristallisiert werden (Fig. 16).
Im Gesamtbild ergab sich also, dass IAA in sehr kleinen Konzentrationen (0,5 nM) offenbar keinen Einfluss auf die Verhaltensweise hatte. Bei höheren Konzentrationen war die Rametbilanz aufgrund einer reduzierten Geburtenrate etwas geringer. Da IAA insbesondere Adventivwurzelbildung und Sprossneubildung fördern sollte, darf angenommen werden, dass sich alpine Pflanzen diesbezüglich arttypisch genetisch fixiert verhalten und keine Verbesse-

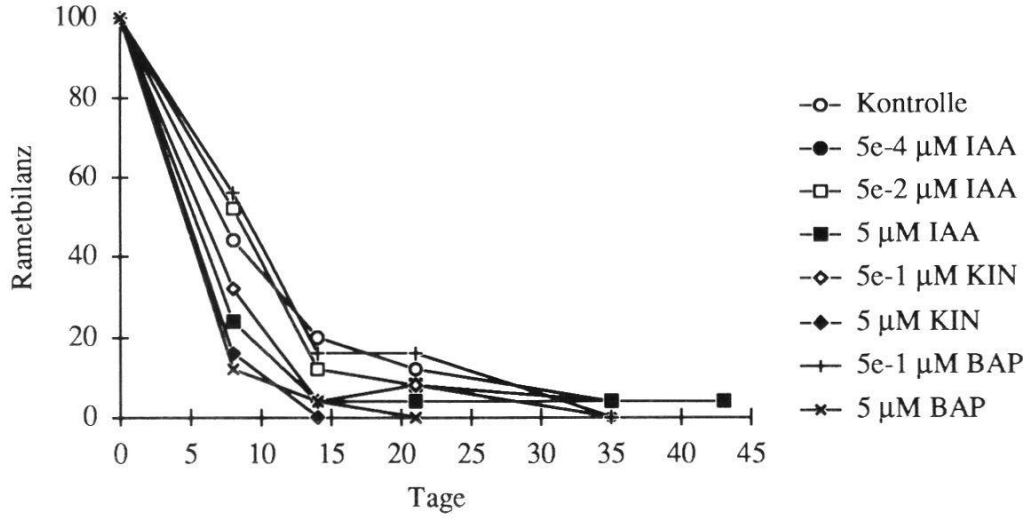

Fig. 16. *Trifolium badium*: Versuchsverlauf vom 24. Mai 1990 bei Gabe verschiedener Hormone.
T. badium: Experiment course with different hormone treatments (24.5.90).
IAA, KIN, BAP - Pflanzenhormone (siehe Text) - *plant hormones (see text).*

rung möglich ist. Die schlechteren Resultate bei höheren Konzentrationen dürften auf Wachstumshemmreaktionen zurückzuführen sein.
Die Reaktionen auf KIN- und BAP-Gaben waren unabhängig von der verabreichten Menge deutlich negativ. Dafür waren sowohl eine tiefere Rametproduktion als auch höhere Ausfälle verantwortlich, indessen die Module deutlich höher wuchsen als die Vergleichsserie. Die beiden Hormone hatten das Längenwachstum der Pflanzen dermassen angeregt, dass die minimalen unterirdischen Strukturen mit der Nachlieferung von Nährstoffen und Wasser überfordert waren: Der Organismus als Ganzes starb ab.
Mit den verwendeten Methoden der Hormongabe konnte also keine Wachstumsverbesserung schlecht reagierender Pflanzen erzielt werden.

4.1.4. Versuch "Jungpflanzen"

Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf den Etablierungserfolg zuvor in der Klimakammer gekeimter Samen (Tab. 20). Er wurde anhand der Modulzahl ermittelt.
Gesamthaft gesehen wiesen am Ende des siebenwöchigen Versuchs 71% (32 von 45) der Populationen eine Überlebensrate von 80 oder mehr Prozent auf, wobei bei 28% davon überhaupt keine Ausfälle zu beklagen waren. Bei genau einem Fünftel der Populationen lag das Ergebnis zwischen 60 und 80%; 9% lagen noch darunter. Die Reaktionen der verschiedenen Serien der gleichen Art waren in der Regel ausgesprochen ähnlich. Es durfte deshalb davon ausgegangen werden, dass diese arttypisch waren und Herkunftsunterschiede - im speziellen von unterschiedlichen Substraten - in den Hintergrund traten.
Bezüglich des Etablierungserfolgs ergaben sich zwei Tendenzen:
Der **ersten Tendenz** folgten *Trifolium badium*, *T. alpinum*, *T. repens*, *T. thalii*, *T. nivale*, *Lotus alpinus* und *Anthyllis alpestris*. Alle diese Arten wiesen eine **hohe oder sehr hohe Überlebensrate** auf (Fig. 17). Sie betrug mindestens 69%, in aller Regel jedoch über 90%. Diverse Serien musste sogar überhaupt keine Verluste hinnehmen. Lediglich bei *L. alpinus* und *A. alpestris* erlitt je eine von sieben Serien deutlich höhere Verluste. *T. badium* verhielt sich in den drei Versuchen mit Modulzahlen von 100, 86 und 69% bei Versuchsende recht unterschiedlich.
Unterschiede bestanden in der Zeitdauer bis zur Etablierung: Für *T. badium* und *A. alpestris* genügten zwei Wochen, drei bis vier Wochen benötigten *T. repens, T. thalii, T. nivale* und *L. alpinus*, und bei *T. alpinum* betrug die Frist sieben Wochen.

Tab. 20. Verhalten eingepflanzter Jungpflanzen, Versuchsserien vom 17.-21.4.89 bzw. 17.4.90.
Behaviour of the planted young plants, experiments 17.-21.4.89 and 17.4.90.
n = Anzahl Keimlinge bzw. Module bei Versuchsbeginn - *number of seedlings/modules at the beginning of the experiment*; Zahlen = Modulzahl - *numbers = number of modules.*

Art	Herkunft	Jahr	n	Zeit in Wochen nach Versuchsbeginn						
				1	2	3	4	5	6	7
Trifolium badium	Silikat	1989	2x35	84	80	77	77	77	77	77
	Silikat	1990	50	100	100	100	100		100	100
Trifolium alpinum	Silikat	1989	4x35	100	100	99	99	99	96	96
	Silikat	1990	50	100	100	100	98		97	96
Trifolium pallescens	Silikat	1989	2x35	63	56	54	51	50	49	43
Trifolium repens	Silikat	1989	35	100	94	91	89	89	89	89
Trifolium thalii	Silikat	1989	2x35	86	80	79	77	77	77	77
	Silikat	1990	50	100	98	98	96		98	98
	Karbonat	1990	50	100	100	98	98		98	98
Trifolium nivale	Silikat	1989	35	100	100	100	100	100	100	100
	Silikat	1990	50	98	94	88	88		88	88
	Karbonat	1990	50	100	94	92	92		92	90
Lotus alpinus	Silikat	1989	5x35	97	92	89	87	87	87	87
	Karbonat	1989	2x35	99	99	97	97	97	97	97
Astragalus frigidus	Silikat	1989	35	100	100	97	91	91	86	69
	Karbonat	1989	3x35	99	96	95	91	90	85	81
Astragalus alpinus	Silikat	1989	35	100	100	100	100	100	97	94
	Karbonat	1989	35	91	83	83	77	66	57	49
Oxytropis campestris	Silikat	1989	10	70	70	70	60	60	60	50
	Karbonat	1989	35	97	91	83	80	83	80	77
Oxytropis jacquinii	Silikat	1989	25+35	85	73	72	72	68	68	68
Anthyllis alpestris	Silikat	1989	35	100	100	100	100	100	100	100
	Karbonat	1989	4x35	100	98	98	98	98	98	98
	Karbonat	1990	40	33	10	5	5		5	5
Hedysarum obscurum	Silikat	1989	35	100	100	100	100	100	100	100
	Karbonat	1989	2x35	89	86	86	86	86	86	86

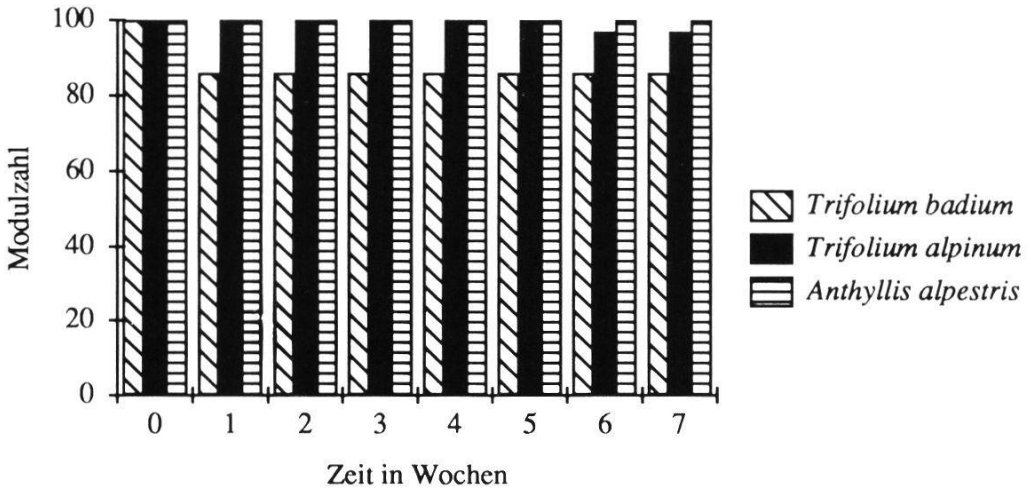

Fig. 17. Typisches Verhalten eingepflanzter Jungpflanzen mit hoher Überlebensrate: *Trifolium badium, T. alpinum* und *Anthyllis alpestris*, alle vom 17. April 1990.
Typical behaviour of young plants with high survival: T. badium, T. alpinum and A. alpestris (17.4.90).

Als weitere Art dürfte auch *Hedysarum obscurum* hierhin gehören, welches eine hohe Überlebensrate aufwies und bereits nach zwei Wochen keine Ausfälle mehr erlitt. Für eine definitive Zuteilung war der Versuchsumfang jedoch etwas knapp.

Trifolium pallescens, *Astragalus frigidus* und *Oxytropis campestris* folgten der **zweiten Tendenz**, die durch eine **tiefe Überlebensrate** geprägt war (Fig. 18). Typischerweise starben während der gesamten Kontrollphase Individuen ab, so dass die Überlebenden innerhalb der Versuchsdauer nicht als voll etabliert angesehen werden konnten. Insbesondere bei den letzten zwei Arten gab es zwar bei Versuchsende Populationen mit einer recht hohen Modulzahl. Diese glichen sich aber bis zehn Wochen nach Versuchsbeginn dem tiefen Niveau der anderen Populationen an.

Astragalus alpinus und *Oxytropis jacquinii* schliesslich, die nur in zwei Populationen getestet wurden, verhielten sich nicht eindeutig gemäss einer Tendenz. Ersterer gehörte eher in die Gruppe mit hohen Überlebensraten, letztere tendierte mehr Richtung tiefe Überlebensrate.

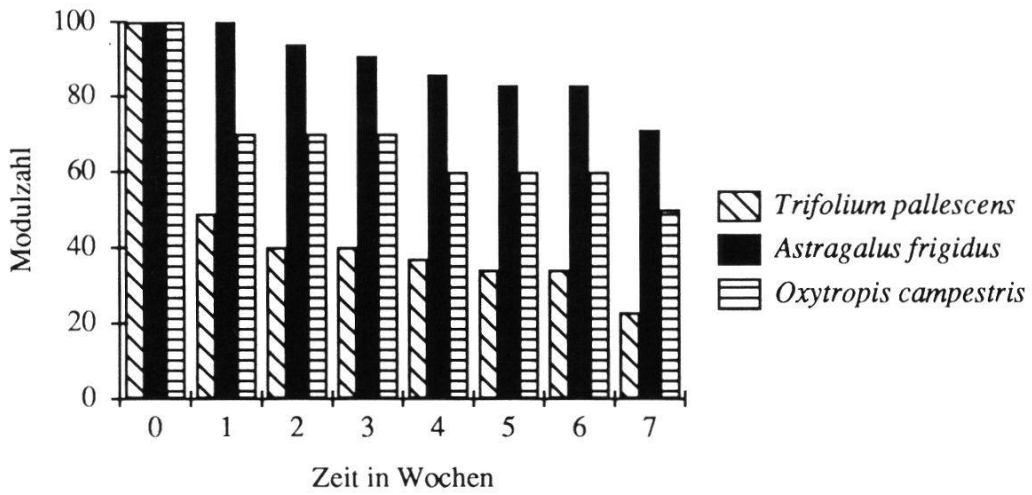

Fig. 18. Typisches Verhalten eingepflanzter Jungpflanzen mit tiefer Überlebensrate: *Trifolium pallescens, Astragalus frigidus* und *Oxytropis campestris*, alle vom April 1989.
Typical behaviour of young plants with low survival: T. pallescens, A. frigidus and O. campestris (April 1989).

4.2. FELDVERSUCHE

In diesem Kapitel werden zunächst die demographischen Untersuchungen an ausgewählten Arten näher beschrieben und danach die Populationsentwicklung der restlichen getesteten Sippen allgemein charakterisiert. Darin eingeschlossen sind auch die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen. Anschliessend erfolgt ein zusammenfassender Überblick über das Verhalten der ausgepflanzten Module. Im letzten Teil wird die Selbstsaat in den bepflanzten Flächen kurz erörtert.

4.2.1. Demographische Untersuchungen

Von den fünf untersuchten Arten wurden je 6 bis 10 experimentelle Populationen angelegt. Das Verhalten der Pflanzen in der Planie wird für jede Art einzeln beschrieben und mit demjenigen am natürlichen Standort wachsender Individuen verglichen.

Trifolium badium

Trifolium badium von Silikat (Tab. 21) wies in der Zeit bis zum erstmaligen Blühen in der zweiten Vegetationsperiode nach der Auspflanzung eine zunächst steigende, danach eine ausgeglichene oder leicht positive Rametbilanz aus. In dieser Periode betrugen die Rametumsätze rund 40%. Entsprechend der Auspflanzung im Früh- oder Spätsommer war der Blühbeginn im August oder September des Folgejahres zu beobachten. Die Blühintensität war sehr stark; sie erstreckte sich manchmal bis auf sämtliche Module, und es wurde fast immer mehr als ein Blütenkopf pro Modul registriert. Nach der Blüte starben bis Ende Jahr vor allem die reproduzierenden Ramets grösstenteils ab. Diverse Module überlebten den Winter nicht.

In der dritten Vegetationsperiode war ein deutlicher Vitalitätsverlust zu beobachten. Dies äusserte sich einerseits dadurch, dass die Sterberaten der Ramets fast durchwegs höhere Werte annahmen als ihre Geburtenraten, so dass der Ramet/Modul-Quotient Ende Saison tiefer als noch im Jahr zuvor lag. Andererseits nahmen auch Blühdauer und -intensität von durchschnittlich 76% im Vorjahr auf nur noch 6% drastisch ab, wobei mehr als die Hälfte der Populationen keine Blüten mehr produzierten. Eine Ausnahme stellte die Serie vom Spätsommer 1989 dar, die in der zweiten Vegetationsperiode am wenigsten geblüht hatte: Sie konnte im dritten Jahr grössenmässig nochmals zulegen und erreichte immerhin beinahe einen Viertel des vorherigen Blüherfolgs.

Den folgenden Winter überlebten dann nur noch ganz vereinzelte Module, die nur noch wenige Ramets aufwiesen.
Zwei Versuche mit Pflanzen, die aus Samen grossgezogen wurden, wiesen Verhaltensunterschiede auf (Tab. 21). Bei einer Serie ergaben sich die gleichen Resultate wie bei den Standardversuchen mit kloniertem Material. Bei der anderen nutzten die experimentellen Module die Zeit bis zum Erscheinen

Tab. 21. *Trifolium badium*: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
T. badium: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*, * = Kontrollbereich nach dem ersten Jahr geändert - *control area changed after one year*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets (in %)	August		September	Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
4. 9. 87	1989	9/34				9/37	4.11	
20		-				(15/6)	0/100	
KM	1990	0						
		-						
19. 7. 88	1989	20/204	20/207			18/129	7.16	70
20		-	13/12			16/53	0/98	4.3
KM	1990	1/3	1/2	0			(1)	
		-	0/33	0/100				
30. 8. 88	1989	23/99	23/122			22/129	5.86	100
25		-	27/4			43/13	4/63	1.7
KM	1990	13/53	13/45	12/40		11/30	2.73	17
		-	11/26	15/40		19/62	0/97	1
	1991	1/1	0				(1)	
		-	0/100					
30. 8. 88	1989	10/63	10/75			10/68	6.8	90
10		-	19/0			29/21	0/53	2
KM	1990	7/32	6/31	6/36		5/25	5	
		-	9/13	25/13		28/50	0/100	
	1991	0	0	1/3	2/4	2/4	2	
		-	-	(300/0)	(400/0)	(400/0)		
18. 7. 89	1989	25/75			25/127	25/161	6.44	
25/19*	25	-			69/0	116/1	(+25%)	
JP	1990	16/95	14/90	13/93		12/93	7.75	64
	19	-	7/13	16/18		23/25	9/51	3.2
	1991	6/54	6/51	5/44	5/47	5/40	8	100
	19	-	4/9	4/22	9/22	9/35		2.2
30. 8. 89	1989			20/40			2	
20				-			48/43	
KM	1990	9/42		9/46		9/47	5.22	44
		-		12/2		26/14	11/32	1.3
	1991	9/37	9/48	9/52	9/51	9/50	5.56	11
		-	30/0	41/0	46/8	49/14		1
17. 7. 90	1990			14/62			4.43	
15				-			26/44	
JP	1991	10/51	10/60	10/63	10/65	9/61	6.78	60
		-	18/0	24/0	35/8	35/16		1.8

der ersten Blüten für ein starkes expansives Wachstum. Der Winter brachte die übliche grosse Modulsterblichkeit, und auch der Rametumsatz im dritten Jahr war durchschnittlich. Hingegen produzierten nochmals sämtliche Module Blüten.
Im Verhalten von *T. badium* konnte also eine deutliche Periodizität festgestellt werden: Nachdem die erste Saison offenbar noch der Bewältigung des Einpflanzungsschocks gedient hatte, setzte eine Phase voller Vitalität mit leichtem expansivem Wachstum und üppiger Blühtätigkeit ein. Danach folgte eine Seneszenzphase, bei der die Module ein weiteres Jahr überlebten, ohne aber nochmals in grösserem Ausmass durch intensive Blüten- und Samenproduktion für eigenen Nachwuchs sorgen zu können. Schliesslich starben die ursprünglich eingepflanzten Module fast vollständig ab.
In der unterirdischen Entwicklung wurde dagegen keine Periodizität festgestellt. Die Module waren bereits bei der Auspflanzung recht stark bewurzelt. Sie bauten die Wurzeln rasch erheblich aus, indem sie den gesamten Bereich der Gartenerde intensiv besetzten. Hier machte die Entwicklung halt; nur wenige Feinwurzeln drangen auf kurzer Distanz in den nährstoffärmeren umgebenden Boden vor.
Bei den Individuen, die in der natürlichen Umgebung wuchsen, wurde ein alternierendes Verhalten protokolliert: Auf ein Jahr mit intensiver Blüten- und Samenproduktion, in deren Anschluss die fertilen Triebe abstarben, folgte ein Jahr mit nur geringem generativen Aufwand. Im Unterschied zu den experimentellen Populationen überlebten die Individuen in natürlichen Populationen hingegen dieses Zwischenjahr mit dem anschliessenden Winter. Allerdings starben in der Untersuchungsperiode auch einige Individuen ab, so dass davon ausgegangen werden muss, dass Individuen dieser Art relativ kurzlebig sind.

Trifolium alpinum

Trifolium alpinum von Silikat (Tab. 22) entwickelte sich während der ganzen Untersuchungszeit langsam, aber kontinuierlich. Wachstumsschübe erfolgten ausschliesslich unmittelbar nach der Schneeschmelze, und zwar im zweiten Jahr in geringem, im dritten in vermehrtem Ausmass (durchschnittlich 41%). In der vierten und fünften Vegetationsperiode ging der Jahresanfangszuwachs wieder auf 15-30% zurück. Die Winterausfälle waren gering, mit Ausnahme einer im Spätsommer ausgepflanzten Serie, in welcher die Sterblichkeit nach dem ersten Jahr hoch war.
Nach dieser anfänglich belebten Zeit waren im weiteren Jahresverlauf Ramet-

produktion und -tod reduziert, so dass der Rametumsatz oft nicht über 20% erreichte. Vor allem Rametgeburten waren selten, wohingegen die Ausfälle zwar auch gering, aber in den ersten drei Jahren häufig etwas grösser waren. Meist betrafen sie ganze Module und betrugen zwischen 10 und 40%. Ein

Tab. 22. *Trifolium alpinum*: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
T. alpinum: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets	August			September		Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
4. 9. 87	1989	9/15						9/16	1.78	
10		-						(13/7)	119/0	
KM	1990	9/35	9/36	9/36			9/29		3.22	
		-	3/0	3/0			6/23		31/0	
	1991	9/38	9/42	9/42		9/41	9/41		4.56	11
		-	11/0	11/0		11/3	11/3			2
19. 7. 88	1989	4/9	4/9					5/10	2	
5		-	0/0					11/0	50/20	
KM	1990	3/13	3/13	3/13			3/13		4.33	
		-	0/0	0/0			0/0		15/0	
	1991	3/15	3/16	3/16		3/16	3/15		5	33
		-	7/0	7/0		7/0	7/7			1
30. 8. 88	1989	20/20	20/20					20/20	1	
20		-	0/0					0/0	25/0	
KM	1990	20/25	19/25	18/25			16/22		1.38	
		-	4/4	8/8			8/20		27/5	
	1991	18/27	18/28	18/29		18/31	18/29		1.61	
		-	4/0	7/0		15/0	15/7			
18. 7. 89	1989	20/20	20/20			20/20		17/17	1	
20		-	0/0			0/0		0/15	24/6	
JP	1990	18/20	17/18	17/18			16/16		1	
		-	0/10	0/10			0/20		63/25	
	1991	12/22	12/22	12/22		11/23	11/23		2.09	
		-	0/0	0/0		9/5	9/5			
18. 7. 89	1989	20/20	20/20			20/20		9/9	1	
20		-	0/0			0/0		0/55	56/0	
JP, oB	1990	14/14		11/11			8/9		1.13	
		-		0/21			7/43		22/89	
	1991	1/3	1/3	1/3		1/3	1/3		3	
		-	0/0	0/0		0/0	0/0			
30. 8. 89	1989				15/15				1	
15					-				0/27	
KM	1990	11/11		11/11			11/11		1	
		-		0/0			0/0		27/0	
	1991	11/14	11/14	11/14		11/15	11/15		1.36	
		-	0/0	0/0		7/0	7/0			
17. 7. 90	1990	20/20		19/20					1.05	
20		-		5/5					0/60	
JP	1991	8/8	8/8	8/8		7/7	6/6		1	
		-	33/0	33/0		33/17	33/33			

kleinerer Teil der Module zog sich auf den Winter hin unterirdisch zurück, um im nächsten Frühjahr oberirdisch wieder zu erscheinen. Dieses Verhaltensmuster war unabhängig vom Alter der experimentellen Population.
Der Ramet/Modul-Quotient zeigte eine steigende Tendenz (Tab. 22). Nachdem er im ersten Jahr noch bei 1 lag, war er im zweiten Jahr durchschnittlich bereits etwas darüber und vergrösserte sich in den darauf folgenden Jahren auf 2,2 bzw. 3,3 bzw. 4,6.
Die Blütenproduktion in den untersuchten Flächen war äusserst gering: Sie trat überhaupt nur zweimal in geringem Masse in vier- bzw. fünfjährigen Flächen auf. Die blühenden Module hatten eine Mindestgrösse von sechs Ramets.
Als grosser Unterschied zu den Standardversuchen mit klonierten Modulen mussten die aus Samen aufgezogenen Individuen und die unbedeckten Pflanzen weitaus grössere Verluste von 80% nach zwei bzw. 95% nach drei Jahren erdulden.
Die unterirdische Entwicklung verlief genauso langsam wie die oberirdische. Die Pflanzen wurzelten von Beginn weg sehr deutlich in die Tiefe, mit einer Geschwindigkeit von 5 cm pro Jahr. Die so entstehende Pfahlwurzel besass relativ wenig Seiten- bzw. Feinwurzeln, die zudem nur eine geringe Länge erreichten.
In natürlichen Populationen wachsende Individuen waren durchwegs sehr gross. Nahe beieinander liegende, aber oberirdisch deutlich getrennte Rametbestände führten oft in 30 bis 40 cm Tiefe in die gleiche mächtige Pfahlwurzel und waren so nicht unabhängig voneinander. Der Rametumsatz lag im Bereich von 10%, sowohl innerhalb der Vegetationsperiode als auch über den Winter. Die auffallenden Blüten liessen den Eindruck umfassenderer Blüte entstehen als dies numerisch der Fall war.
Die grossen Veränderungen der experimentellen Populationen von *T. alpinum* über den Winter und zu Jahresbeginn entsprachen somit nicht dem natürlichen Verhalten, wie es ältere etablierte Individuen zeigen, die geringen Zuwachs- und Sterberaten während der Vegetationsperiode dagegen schon.

Trifolium thalii

Bei *Trifolium thalii* wurde Material von Silikat und Karbonat getestet. Das Verhalten der Silikat-Sippen (Tab. 23) war im ersten Jahr durch eine starke Zunahme der totalen Rametanzahl geprägt. Das war sowohl auf eine sehr hohe Ramet-Geburtenrate als auch auf ihre minimale Sterberate, die oft sogar null betrug, zurückzuführen. Innerhalb dieser kurzen Zeit resultierte ein Ra-

Tab. 23. *Trifolium thalii* von Silikat: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
T. thalii from silicate: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*, * = Kontrollbereich nach dem ersten Jahr geändert- *control area changed after one year*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli	August		September	Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
		Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets						
19. 7. 88	1989	19/289	19/267			19/217	11.42	89
19		-	3/10			4/29	5/65	4.4
KM	1990	10/87	9/78	9/71		9/56	6.22	30
		-	3/14	5/23		5/40	0/100	1
	1991	0					(1)	
		-						
30. 8. 88	1989	20/70	20/82			19/93	4.89	5
20/20*		-	17/0			40/7	(-10%)	1
KM	1990	18/71	18/72	17/72		17/84	4.94	72
		-	8/7	14/13		35/17	15/10	1.5
	1991	16/89	16/90	16/90	16/82	16/86	5.38	44
		-	3/2	7/6	8/16	17/20		1.6
18. 7. 89	1989	23/72			22/163	22/175	7.95	
23/16*	23	-			131/7	161/21	(+10%)	
KM	1990	14/115		12/107		12/111	9.25	
	16	-		4/11		14/17	75/0	
	1991	12/194	12/199	12/173	12/171	12/168	14	67
	16	-	5/3	8/19	13/24	16/28		2.4
18. 7. 89	1989	25/62			25/127	25/148	5.92	78
25/18*	25	-			105/0	144/5	(+35%)	3.3
JP	1990	18/171	18/187	18/203		18/187	10.39	67
	18	-	15/5	25/6		31/22	40/1	1.4
	1991	18/259	18/284	18/292	18/274	18/264	14.67	
	18	-	10/1	15/3	19/13	23/21		
18. 7. 89	1989	10/14			10/33	10/30	3	40
10		-			136/0	150/36	60/23	1
KM, oB	1990	8/41		8/40		8/39	4.88	50
		-		5/7		7/12	28/36	1.3
	1991	5/36	5/38	5/38	5/37	6/38	6.33	100
		-	6/0	6/0	6/3	11/6		1.4
17. 7. 90	1990		10/48	10/50			5	
10			-	4/0			180/0	
KM	1991	10/140	10/159	10/164	10/176	10/178	17.8	50
		-	14/0	19/1	30/4	34/6		3
17. 7. 90	1990		9/42	9/46			5.11	
9			-	10/0			159/0	
KM	1991	9/119	9/136	9/145	9/144	9/144	16	67
		-	14/0	22/0	26/5	31/10		2.2
17. 7. 90	1990			17/92			5.41	
17				-			62/16	
JP	1991	15/134	14/159	14/166	14/170	14/178	12.71	36
		-	20/1	28/4	41/14	48/15		1.2

met/Modul-Quotient von 6 oder mehr.
Über den Winter starben nur ganz wenige Ramets ab, und die Zeit von der Schneeschmelze bis zur ersten Kontrolle im zweiten Jahr wurde bereits wieder zu neuer Rametproduktion ausgenützt. Der weitere Jahresverlauf war gekennzeichnet durch eine sehr stark verringerte Geburtenrate, während gleichzeitig regelmässig Ausfälle entstanden. Die beiden Parameter bewegten sich in der gleichen Grössenordnung zwischen rund 5 und 35%, wobei die Geburtenrate meist noch etwas grösser war. Vor allem dank des Zuwachses ganz zu Beginn der Saison wurde der R/M-Quotient um durchschnittlich 240% gesteigert und erreichte Spitzenwerte von 17,8. Mit einer Ausnahme produzierten in diesem zweiten Jahr alle Populationen Blüten, allerdings in sehr unterschiedlichem Ausmass: Zwischen 5 und 89% der Module blühten während drei bis sieben Wochen mit einer Intensität von 1 bis 4.4 Blüten pro blühendem Modul. Im weiteren Jahresverlauf wurden nur geringe Auswirkungen der Blütenbildung auf den Rametumsatz festgestellt.
Ab dem folgenden Winter trat eine Differenzierung im Versuchsverlauf ein. Die Population, die nicht geblüht hatte, erlitt über den Winter keine Ausfälle und begann sofort nach der Schneeschmelze mit einer regen Rametproduktion. Dagegen erging es der am intensivsten blühenden Population am schlechtesten, indem die Überwinterung mit grossen Verlusten verbunden war, die sowohl die Ramets als auch beinahe die Hälfte der Module betrafen. Zudem lief die Rametproduktion nur sehr zögerlich an. Eine weitere Population lag in ihrem Ergebnis zwischen diesen beiden Extremen.
In dieser dritten Vegetationsperiode war der Rametumsatz gegenüber dem Vorjahr durchwegs leicht erhöht. Die Vorzeichen änderten sich nicht, d. h. die einzelnen Sippen hatten entweder in beiden Jahren eine positive oder eine negative Rametbilanz. Wiederum wurden Blüten produziert, und zwar bezüglich Intensität genau umgekehrt als vorher: Die im zweiten Jahr mit 89% der Module sehr stark blühende Population erreichte im dritten Jahr nur noch 30%; in den zuvor nicht oder wenig blühenden Populationen brachten dafür 67 bzw. 72% der Module Blüten hervor.
Ganz uneinheitlich präsentierte sich das Bild der zwei während vier Jahren kontrollierten Flächen (Tab. 23). Auf einer überlebte kein einziges Modul den dritten Winter, auf der anderen resultierte von der letzten Kontrolle des dritten bis zur ersten des vierten Jahres die ungefähr gleiche Geburten- wie Sterberate der Ramets (15 bzw. 10%). Innerhalb der Vegetationsperiode war der Rametumsatz gegenüber den vorherigen Jahren reduziert; die Rametbilanz veränderte sich von positiven in negative Werte.

Die aus Samen grossgezogenen Pflanzen verhielten sich qualitativ sowohl bezüglich Rametumsatz als auch Blütenproduktion gleich wie die aus der SRC erhaltenen biologischen Individuen. Es bestanden jedoch quantitative Unterschiede, indem in der ersten Saison der Rametumsatz geringer, in der zweiten dafür höher war.
Die experimentelle Population, die nicht mit der Curlex-Matte geschützt worden war, blühte als einzige schon im ersten Jahr, und auch im zweiten und dritten Jahr konnten Blüten erkannt werden. Interessanterweise war die Blütenproduktion von Jahr zu Jahr grösser und erreichte schliesslich 100%. Die Geburtenrate der Ramets war gering, ihre Sterberate insbesondere im ersten Jahr erhöht, und auch die Ausfälle über den Winter waren eher grösser. Dagegen war der Rametumsatz innerhalb der Vegetationsperiode konstant geringer. Der Ramet/Modul-Quotient vergrösserte sich nicht so schnell wie bei den abgedeckten Flächen.
Äusserst rasch, d. h. oft noch innerhalb der ersten Feldsaison, war die Gartenerde sehr dicht durchwurzelt, vorderhand noch ohne grosse Differenzierung in Wurzeltypen. Dies geschah in einer bis Ende der zweiten Vegetationsperiode dauernden Phase, in der sich einige wenige Hauptwurzelstränge etablierten. Diese begannen anschliessend, sich in die Tiefe vorzutasten, allerdings nur mit einer geringen Ausbreitungsgeschwindigkeit. So war das Wurzelbild auch nach vier Jahren noch durch die Ausdehnung der Gartenerde geprägt.
In der natürlichen Population lebende Pflanzen von *T. thalii* hatten Rametumsätze zwischen 40 und 50%. Ein knapper Fünftel der Ramets trug Blüten. Bei den experimentellen Populationen waren die extremen Wachstumsraten des ersten Jahres also aussergewöhnlich; bereits ab der zweiten Saison lagen die Umsätze in einem normalen Rahmen. Die Blütenproduktion lag in derselben Grössenordnung von rund 20%.
Für die Versuche von *Trifolium thalii* auf Karbonat (Tab. 24) galten ähnliche Verhaltensmuster wie für die Silikat-Versuche. Das erste Jahr war geprägt durch hohe Rametproduktion bis 150%, im zweiten Jahr setzte in der Regel die erste Blüte ein und es fand bereits ein eigentlicher Rametumsatz mit Geburten und Todesfällen von insgesamt rund 50% statt. Der R/M-Quotient erreichte maximal 9,12, was deutlich weniger als bei den Silikat-Sippen war. Nach dieser Zeit begann das Verhalten der einzelnen Serien auseinanderzudriften. Allgemein wurde der Rametumsatz von Jahr zu Jahr etwas reduziert und näherte sich demjenigen an, wie ihn die Individuen auf dem nahegelegenen Strelaberg (ca. 25%) hatten. Auch die Wurzel-Entwicklung glich derjenigen der Silikat-Sippen. Die Unterschiede waren quantitativer Art, indem eher

Tab. 24. *Trifolium thalii* von Karbonat: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
T. thalii from Carbonate: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
(Abkürungen s. S. 63 - *abbreviations see page 63*)

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli		August			September			Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
		Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets										
3. 9. 87	1989	12/54								11/57	5.18	8
20		-								(22/17)	21/12	1
KM	1990	11/62	11/70	10/65		10/61		10/63			6.3	55
		-	18/5	21/16		24/26		37/35			30/56	1.7
	1991	6/47		6/43	6/43		6/43		6/43		7.16	33
		-		0/9	2/11		4/13		4/13			1.5
18. 7. 88	1989	19/181		19/182						19/141	7.42	58
19		-		10/9						12/34	4/61	2.8
KM	1990	10/60		10/62		10/62		10/66			6.6	40
		-		10/7		17/13		25/15			3/39	2
	1991	8/42		8/37	8/35		8/33		8/32		4	
		-		0/12	0/17		5/26		7/31			
18. 7. 88	1989	17/153		17/183						17/155	9.12	12
17		-		22/2						24/22	16/10	1
KM	1990	17/164		16/167		16/155		16/144			9	81
		-		9/7		10/15		12/24			8/8	2.2
	1991	16/144		15/14	15/148		15/152		15/158		10.53	33
		-		5/4	8/5		13/8		19/9			1.2
31. 8. 88	1989	20/148		20/162						20/121	6.05	95
20		-		14/4						16/34	28/12	2.8
KM	1990	18/141		12/85		12/79		12/68			5.67	17
		-		4/44		5/49		6/58			0/74	1
	1991	4/18		4/16	4/14		3/13		3/13		4.33	25
		-		0/11	0/22		6/33		6/33			1
17. 7. 89	1989	25/55		25/83			25/121			24/134	5.58	32
25/20*	25	-		51/0			120/0			155/11	(+45%)	1.1
KM	1990	18/129		17/121		17/117		17/103			6.06	39
	20	-		3/9		5/14		8/28			7/24	1.3
	1991	13/85		13/87	13/90		13/88		13/93		7.15	46
	20	-		5/2	9/4		16/13		24/14			1.2
17. 7. 89	1989	20/70		20/88			20/119			20/128	6.4	90
20		-		26/0			70/0			90/7	51/0	1.2
KM, oB	1990	20/193	20/203	20/193		20/147		20/113			5.65	80
		-	12/2	16/16		16/40		16/59			5/45	1.3
	1991	14/68		12/61	12/58		12/57		12/54		4.5	8
		-		1/12	1/16		1/18		1/22			1
31. 8. 89	1989					10/11					1.1	
10						-					236/0	
KM	1990	10/37		10/43		10/60		10/59			5.9	
		-		16/0		62/0		65/3			49/0	
	1991	10/88		10/98	0/100		10/106		10/108		10.8	50
		-		12/1	16/2		25/5		30/7			2.6
31. 8. 89	1989					10/13					1.3	
10						-					262/0	
KM	1990	10/47		10/48		10/57		10/62			6.2	30
		-		2/0		21/0		34/2			42/2	2
	1991	10/87		10/96	10/97		10/95		10/93		9.3	80
		-		13/2	16/5		18/9		24/17			3
16. 7. 90	1990			15/52		13/39		13/29			2.23	
25				-		0/25		0/44			0/48	
KM	1991	5/15		5/17	5/18		5/21		5/22		4.4	
		-		13/0	20/0		40/0		47/0			
16. 7. 90	1990			14/51		14/39		13/23			1.77	7
20				-		4/28		6/61			0/78	1
JP	1991	2/5		keine weitere Kontrolle								

etwas weniger Wurzeln gebildet wurde, die Hauptwurzelstränge dafür vermehrt in die Tiefe wuchsen.
Als Spezialversuch wurden wiederum aus Samen grossgezogene Pflanzen ausgepflanzt. Sie wiesen auf diesem Substrat von Beginn weg grosse Verluste auf: Lediglich zwei Module waren zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode noch lebendig (Tab. 24). Da keine repräsentativen Ergebnisse mehr zu erhalten waren, wurden die Kontrollen auf dieser Fläche eingestellt.
Auch der Versuch ohne Bedeckung wurde parallel zu demjenigen auf dem Jakobshorn angelegt. Diese Population blühte in allen drei Versuchsjahren, jedoch war die Intensität gegenüber dem Silikat-Standort invers: 90% im ersten Jahr, darauf sinkend bis 8%.
Die Ergebnisse von Pflanzen auf einem natürlichen Karbonat-Standort waren vergleichbar mit denjenigen der Individuen vom Silikat-Standort. Der Ramet-Umsatz war allerdings etwas geringer und betrug lediglich etwa 25%.
Der Ramet-Umsatz der experimentellen Populationen näherte sich somit mit zunehmender Versuchsdauer mehr und mehr den natürlichen Verhältnissen an.

Trifolium nivale

Von *Trifolium nivale* wurden Pflanzen von Silikat und Karbonat geprüft. Die vier Serien von Silikat, die standardmässig mit klonierten Modulen angepflanzt wurden, verhielten sich im ersten Jahr einigermassen einheitlich (Tab. 25). Charakteristisch waren sehr hohe Ramet-Geburtenraten im Bereich von 100% und kleine Sterberaten um 10%. Zur Blüte gelangte nur eine Serie in geringem Ausmass während lediglich zwei Wochen.
Bereits der folgende Winter wurde unterschiedlich beantwortet: Drei von vier Populationen wiesen geringe Verluste zwischen 10 und 20% auf. Gerade nach der Schneeschmelze folgte ein grosser Wachstumsschub. Die vierte Population dagegen musste bei der Überwinterung mit 82% sehr hohe Verluste hinnehmen: Bei ihr war im Frühjahr nur noch ein einziges Modul zu finden.

Tab. 24 (S. 62).
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Das weitere Verhalten der untersuchten Pflanzen gestaltete sich folgendermassen:
Die zwei im Sommer bepflanzten Flächen blühten Ende Juli und im August. Bis dahin erschienen anteilmässig die meisten Tochterramets; der Hauptteil der Verluste trat danach auf, da viele blütentragende Ramets abstarben. Insge-

Tab. 25. *Trifolium nivale* von Silikat: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
T. nivale from silicate: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*, * = Kontrollbereich nach dem ersten Jahr geändert- *control area changed after one year*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets	August			September		Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
19. 7. 88	1989	18/99	18/101					18/95	5.28	6
18/20*	18	-	7/5					14/18	(-35%)	2
KM	1990	16/54	14/55	14/52			14/49		3.5	29
	20	-	11/9	13/17			20/30		0/57	1
	1991	10/21	10/22	10/21		10/21	10/22		2.2	
	20	-	5/0	5/5		5/5	10/5			
18. 7. 89	1989	25/50				25/87		24/104	4.33	16
25/20*	25	-				58/4		100/12	(+15%)	1
KM	1990	17/76		18/62			14/41		2.93	33
	20	-		9/28			13/59		2/66	1.7
	1991	7/15		9/22		9/23	9/24		2.67	
	20	-		47/0		73/20	80/27			
18. 7. 89	1989	15/33				15/62		15/80	5.33	
13		-				94/6		152/9	44/10	
JP	1990	12/107	12/109	12/105			12/86		7.17	25
		-	12/10	18/20			19/38		3/29	2.7
	1991	11/64	11/77	11/74		11/71	11/69		6.27	82
		-	20/0	30/14		34/23	41/33			4.2
18. 7. 89	1989	25/43				18/51		18/58	3.22	
25		-				60/42		77/42	3/71	
KM, oB	1990	2/9		1/2			1/1		1	100
		-		0/78			0/89		0/100	1
	1991	0							(1)	
30. 8. 89	1989				10/11				1.1	
10					-				118/18	
KM	1990	8/22		7/23			8/31		3.88	
		-		9/5			55/14		39/35	
	1991	5/32	5/36	5/36		5/32	5/31		6.2	40
		-	13/0	19/6		19/19	19/22			2.5
17. 7. 90	1990		8/20	8/22					2.75	
20			-	15/5					0/82	
KM	1991	1/4	1/4	1/5		1/5	1/5		5	100
		-	0/0	25/0		25/0	25/0			1
17. 7. 90	1990			16/31					1.94	
20				-					48/45	
JP	1991	9/32	9/40	9/38		9/38	9/37		4.11	56
		-	25/0	28/9		38/19	38/22			2

samt ergab sich ein negativer Rametumsatz; der R/M-Quotient sank. Der Negativtrend setzte sich insbesondere über die Winterzeit fort, in der grosse Verluste zu beklagen waren.
Ab der dritten Saison verhielten sich die Pflanzen der beiden Serien unterschiedlich: Die einen produzierten im Jahresverlauf annähernd gleich viele Ramets wie verloren gingen; zudem blühten sie. Die anderen hatten nochmals einen grossen Schub des expansiven Wachstums, entwickelten aber keine Blüten mehr.
In der im Herbst angepflanzten Population zeigten die Pflanzen während des ganzen Jahres vegetatives Wachstum, in der zweiten Hälfte sogar mehr als in der ersten. Es wurden keine Blüten produziert. Der R/M-Quotient erfuhr eine Steigerung. Die Bilanz der nächsten Überwinterung inklusive der Zeit unmittelbar nach der Ausaperung war bei einem recht hohen Rametumsatz von 75% und mässiger Modulsterblichkeit ausgeglichen. Dasselbe galt für das folgende Jahr, wobei der Umsatz nur noch 40% betrug. Mit einer Verzögerung von einer Saison wurden auch in dieser Population Blüten festgestellt, mit 40% der Module und 2,5 Blütenköpfen pro Modul in durchschnittlichem Ausmass.
Die Population aus Pflanzen, die von Samen grossgezogen wurden, entwickelte sich parallel zum letzten erwähnten Standardversuch (Tab. 25). Somit konnte angenommen werden, dass in dieser Beziehung keine ins Gewicht fallenden Unterschiede bestanden.
Anders der Befund bei der im Frühsommer 1989 bepflanzten Fläche ohne Bedeckung: Hier war im Vergleich zum Standard-Versuch im ersten Jahr die Ausfallrate erhöht, und bis zur dritten Feldsaison waren sämtliche Module abgestorben. Die Curlex-Matte hatte also einen deutlich positiven Einfluss.
Unterirdische Veränderungen konnten innerhalb der Versuchsperiode nur wenige erkannt werden. Die Module besetzten schon bei der Auspflanzung einen Grossteil des Rootrainer-Kompartiments mit einem dichten Wurzelgeflecht. Nach vier Jahren war dieses noch verdichtet, doch es erstreckten sich nur in sehr beschränktem Umfang Wurzeln über diesen Bereich hinaus. Es fiel auf, dass der Anteil grober Wurzeln nach dieser Zeit erhöht war.
An der natürlichen Population von *Trifolium nivale* war ganz auffallend, wie stark unterschiedlich sich die einzelnen Individuen verhielten. Blüten wurden zwar ausnahmslos gebildet, doch war das Schicksal der reproduzierenden Ramets nach der Blüte verschieden. Die einen Module unterhielten diese, meist durch einen langen Stengel und relativ wenig Blattfläche gekennzeichneten Ramets weiter und es erschienen im nächsten Jahr sogar wiederum Blüten

daran. Andere Module liessen diese Ramets über den Winter absterben, und dritte stiessen sie sofort nach der Blüte ab, worauf die Produktion von Tochterramets einsetzte. Entsprechend ergab sich ein minimaler bis sehr hoher Rametumsatz von 0 bis 100%.

Wegen der unterschiedlichen Reaktionen sowohl der einzelnen experimentellen Populationen als auch der natürlichen Individuen war ein umfassender Vergleich kaum anzustellen. Es konnte lediglich festgestellt werden, dass a) der grosse Zuwachs im ersten Jahr nach der Auspflanzung nicht dem natürli-

Tab. 26. *Trifolium nivale* von Karbonat: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
T. nivale from carbonate: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli	August		September		Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
		Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets							
17. 7. 89	1989	20/27	20/30		20/39		20/37	1.85	20
20		-	11/0		48/4		70/33	35/3	1
KM	1990	19/49	18/40	18/40		18/23		1.28	33
		-	6/24	8/27		8/63		22/35	1.5
	1991	12/20	12/19	11/17	11/15	9/12		1.33	
		-	5/10	5/20	5/30	5/45			
17. 7. 89	1989	24/43	21/41		21/58		21/55	2.62	46
24		-	19/23		63/28		31/19	18/29	1.4
KM, oB	1990	16/49 15/49	14/44	14/32		14/19		1.36	21
		- 2/2	4/14	4/38		4/65		0/84	1
	1991	2/3	2/2	1/1	0			(1)	
		-	0/33	0/67	0/100				
31. 8. 89	1989				20/28			1.4	
20					-			232/4	
KM	1990	20/92	20/97	20/94		20/84		4.2	90
		-	9/3	11/9		12/21		19/7	2.1
	1991	20/94	20/98	20/100	20/63	20/42		2.1	95
		-	6/2	11/4	14/47	14/69			2.2
16. 7. 90	1990		20/43	20/42		19/41		2.18	
20			-	5/7		12/16		5/12	
KM	1991	19/38	19/40	19/42	19/39	19/38		2	6
		-	5/0	11/0	11/8	18/18			1
16. 7. 90	1990		20/40	20/52		20/66		3.3	
20			-	33/3		68/3		58/0	
JP	1991	20/104	20/101	20/101	20/82	20/47		2.35	85
		-	2/5	4/7	8/29	10/55			2.7
29. 8. 90	1991	8/17	7/16	7/19	7/19	7/22		3.14	29
KM		-	6/12	24/12	29/18	47/18			2
3 x 10	1991	9/32	9/33	9/34	9/46	9/45		5	33
		-	3/0	6/0	44/0	44/3			2
	1991	10/19	10/22	10/23	10/28	10/27		2.7	30
		-	16/0	21/0	47/0	47/5			1.7

chen Verhalten entsprach, b) die experimentellen Populationen fast immer in geringerem Mass Blüten produzierten und c) es kaum experimentelle Individuen gab, die noch in der gleichen Saison die abgestorbenen blütentragenden Ramets durch eine neue Generation ersetzten.
Für *Trifolium nivale* von Karbonat (Tab. 26) konnte ebenso wenig ein allgemein gültiges Verhaltensmuster gefunden werden wie für die Pflanzen von Silikat. Die Reaktionen waren von Beginn weg unterschiedlich, und zwar auch bei gleichzeitig angelegten Serien. So betrug beispielsweise der R/M-Quotient der drei im Spätsommer 1990 begonnenen Versuche Ende 1991 2,7 bzw. 3,1 bzw. 5, was insbesondere auf verschiedene Wachstumsraten unmittelbar nach der Einpflanzung zurückzuführen war. Auch Parallelversuche mit klonierten Modulen bzw. aus Samen gezogenen Pflanzen - bei anderen Arten sowie den Silikat-Sippen dieser Art durchwegs ähnlich reagierend - zeigten ein entgegengesetztes Bild (Tab. 26). In dieser Hinsicht ist die Tatsache, dass der Versuch ohne Abdeckung im Vergleich zum Standard-Versuch wiederum deutlich schlechter abschnitt, mit Vorbehalt zu geniessen. Andererseits war der Unterschied doch beträchtlich, starb doch die unbedeckte Population im dritten Feldjahr vollständig aus.
Die Blütenproduktion war wiederum recht unterschiedlich, allerdings etwas weniger variabel als die Wachstumsreaktionen (vgl. Fig. 19, S. 72).
Die Beobachtung der unterirdischen Entwicklung auf der Strela erbrachte ebenfalls das gleiche Bild wie bei den experimentellen Populationen auf dem Jakobshorn: Praktisch von Beginn weg nahezu vollständige Durchwurzelung des Gartenerde-Substrates sowie nur geringe Tendenz, diesen Bereich zu verlassen.
Pflanzen aus natürlichen Populationen von Karbonat-Standorten verhielten sich unterschiedlich. Grosse Unterschiede bestanden insbesondere im Ausmass der Blütenbildung: Gar keine bis zwei Drittel der Ramets pro Pflanze produzierten Blüten.
Unterschiedliches Verhalten, das bei den Pflanzen aus experimentellen wie aus natürlichen Populationen gefunden wurde, war also offenbar charakteristisch für diese Art.

Anthyllis alpestris

In den *Anthyllis alpestris*-Bepflanzungsflächen auf Karbonat war die erste Vegetationsperiode durch eine sehr hohe Rametproduktion von 100% und mehr geprägt. Die Populationen wirkten zu jeder Zeit sehr vital. Eine Serie bildete sogar Blüten, allerdings nur in geringem Ausmass und im Vergleich

zur normalen Blütezeit stark verspätet. Die grosse Lebenskraft der Module zeigte sich auch darin, dass im ersten Winter praktisch keine Module abstarben und bereits die ersten Tage nach der Ausaperung zu erneuter starker Rametproduktion ausgenützt werden konnten. Nach diesem anfänglichen Schub erfolgte noch im Juli der Beginn der Blütezeit. Diese war äusserst intensiv, rund zwei Drittel der Individuen blühte mit durchschnittlich zwei Blütenköpfen pro Modul. Danach ging die Populationsgrösse durch das Absterben der reproduzierenden Ramets zurück. Der Rametumsatz erreichte so normalerweise 60 bis 70% (Tab. 27).
Bedeutendere Ausfälle als über den ersten Winter wurden im zweiten registriert, als Sterberaten von 15 bis 50% auftraten und regelmässig ganze Module ausfielen. Der Wachstumsschub nach der Schneeschmelze war gering, der Rametumsatz bis Ende Jahr nur noch 50 bis 60%, die Populationsgrösse leicht abnehmend. Der Blüherfolg ging drastisch zurück.
Auch der folgenden Winter forderte wieder einige Module als Opfer, allerdings deutlich weniger als im Jahr zuvor. Im Jahresverlauf überwogen die Ramet-Ausfälle gegenüber den Geburten leicht, Hauptmerkmal war aber der nochmalige Rückgang des Rametumsatzes auf durchschnittlich 35%. Andererseits blühten wieder markant mehr Module als im Vorjahr (Tab. 27).
Kurz zusammengefasst lässt sich das Verhalten mit *Anthyllis alpestris* wie folgt beschreiben: Im ersten und zu Beginn des zweiten Jahres liess starkes expansives Wachstum die Rametzahlen ansteigen, danach sanken diese stetig langsam. Der Rametumsatz nahm kontinuierlich ab. In der Blütenproduktion wurde ein zweijähriger Rhythmus mit Spitzen im zweiten und vierten Jahr erkannt.
Eine in Kuppenlage gepflanzte Serie verhielt sich gleich wie die anderen, mit Ausnahme der ersten Saison, in der sie eine erheblich geringere Rametproduktion hatte. Zudem war der kleinere Wuchs der Module auffällig.
Vollständig in das typische Verhaltensmuster passte eine Serie, die aus von Samen gezogenen Pflanzen bestand.
Auch eine unbedeckte Fläche entwickelte sich analog. Offenbar war für *Anthyllis alpestris* eine schützende Curlex-Bedeckung nicht von entscheidendem Einfluss (Tab. 27).
Die im Frühsommer 1990 angelegte Population zeigte ein vom üblichen Verlauf abweichendes Verhalten: Die erste Feldsaison entsprach dem dritten "Normaljahr", die zweite dem vierten. Die Module dieser Serie waren zuvor, anders als alle anderen Versuchspflanzen, während mehr als eines Jahres in den Plastik-Kistchen unterhalb der alpinen Stufe aufbewahrt worden. Die

Grösse bei der Anpflanzung liess darauf schliessen, dass die Entwicklung, die die anderen im ersten Feldjahr durchgemacht hatten, in diesen Kistchen absolviert wurde.

Die Wurzeln von *A. alpestris* besiedelten die nährstoffreiche Gartenerde relativ locker. Sie konnten ihr Areal auch nach längerer Zeit kaum darüber hinaus vergrössern. So war es denn nicht verwunderlich, dass selbst ein vierjähriges Modul, das vermutlich durch ein Schaf beweidet wurde, dadurch vollumfänglich ausgerissen wurde. Bei einigen Modulen konnte bei der Kontrolle nur

Tab. 27. *Anthyllis alpestris*: Rametumsatz und Blühverhalten der eingepflanzten Module.
A. alpestris: Ramet flux and flowering behaviour of the planted modules.
n = Anzahl Module bei Versuchsbeginn - *number of modules at the beginning of the experiment*; Vers. = Versuch - *experiment*: KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; R/M-Q. = Ramet/Modul-Quotient bei der letzten Kontrolle im Jahr - *ramet/module-quotient at the end of a year*; Bl-P = Blütenproduktion - *production of flowers*: % M = Anzahl blühender Module pro Gesamtzahl Module (in %) - *flowering modules in proportion to total number of modules*, Bl/M = Anzahl Blütenköpfe pro Modul - *flower heads per module*; grau unterlegt = Blütezeit - *screened = flowering period.*

Datum n Vers.	Zeit: Jahr	Juli Anzahl Module/Anzahl Ramets Geburten-/Sterberate der Ramets	August		September		Oktober	R/M-Q.	Bl-P: % M Bl/M
18. 7. 88	1989	19/71	19/92				18/71	3.94	37
19		-	31/1				32/32	13/45	1
KM	1990	11/49	11/56	11/62	11/72			6.55	
		-	14/0	29/2	55/8			21/36	
	1991	8/61	8/58	7/53	7/56	7/54		7.71	75
		-	7/11	10/23	16/25	23/34			1.3
18. 7. 88	1989	19/193	19/259				19/211	11.11	68
19		-	35/21				39/30	15/50	1.8
KM	1990	12/137	10/136	10/134	10/135			13.5	40
		-	4/5	14/16	24/25			9/1	1.5
	1991	10/146	9/156	9/157	9/155	9/146		16.22	78
		-	9/2	10/3	14/8	16/16			2.1
31. 8. 88	1989	20/103	20/110				20/77	3.85	80
20		-	22/8				17/42	16/22	2.5
KM	1990	17/72 15/74	14/63	13/67	14/63			4.5	
		- 15/12	17/29	25/32	18/40			0/43	
	1991	12/36	12/35	12/37	12/36	12/36		3	8
		-	3/6	8/6	8/8	8/8			2
17. 7. 89	1989	19/61	19/80		19/112		19/132	6.95	21
19		-	33/2		87/3		123/7	39/0	1
JP	1990	19/183 19/158	6/54	6/52	6/47			7.83	96
		- 4/18	9/80	12/84	12/86			2/15	2.6
	1991	6/41	5/33	5/33	5/35	5/35		7	20
		-	0/17	0/17	6/19	9/21			1
17. 7. 89	1989	20/67	20/78		20/114		20/126	6.33	
20		-	18/1		72/1		101/13	41/1	
JP, oB	1990	19/177 19/174	18/152	18/139	18/127			7.06	63
		- 1/2	5/19	5/26	5/33			3/20	1.8
	1991	18/106	18/107	8/101	18/103	18/101		5.61	
		-	3/2	4/8	8/10	8/12			
16. 7. 90	1990		18/106	18/108	18/101		—	5.61	
18			-	7/5	8/13			6/41	
KM	1991	12/66	12/72	12/81	12/82	12/86		7.17	37
		-	14/5	30/8	35/11	44/14			2.1

wenig Substrat gefunden werden. Entweder wurde der Rest mit Wasser abgeschwemmt oder diese hatten bei der Pflanzung nur wenig davon erhalten. Diese Pflanzen bildeten jedenfalls zwar etwas weniger Wurzeln, besetzten dafür aber ein bedeutend grösseres unterirdisches Areal und waren deshalb viel besser verankert als die anderen Module.
Zum Verhalten natürlicher Individuen liegen keine exakten Daten bezüglich des Ramet-Umsatzes vor, da die Ramets teilweise sehr klein waren und aufgrund der ausgeprägten Phalanx-Strategie dieser Art übersehen wurden. Deshalb waren die erhaltenen Resultate in dieser Hinsicht zum Teil zu ungenau. Es wurde aber festgestellt, dass der Ramet-Umsatz seine Dynamik durch äussere Ereignisse erhielt. Insbesondere waren dies Besonnung nach langer Bedeckung durch Schnee sowie Blütenbildung, in deren Anschluss absterbende Ramets ersetzt werden mussten. Ein solches Ereignis konnte aber auch Verbiss sein, indem innert kürzester Zeit anstelle der abgefressenen Ramets neue traten.
Kein Individuum starb während der Versuchsphase ab, so dass von einer Langlebigkeit der Pflanzen ausgegangen werden durfte.

4.2.2. Wachstumsverhalten

Im folgenden werden sechs Arten in ihrem Wachstumsverhalten beschrieben: Das vegetative Wachstum wurde sowohl oberirdisch als unterirdisch betrachtet. Ebenfalls zu Protokoll gelangte das Blühverhalten.
Von *Trifolium repens* liegen keine numerischen Angaben vor, da das arttypische Wachstumsverhalten genaue Kontrollen verunmöglichte. *Oxytropis jacquinii* und *Hedysarum obscurum* wurden nur in ein bzw. zwei Serien getestet; deren Ergebnisse sind deshalb nur beschränkt aussagekräftig.
Bei ***Trifolium repens*** von Silikat entwickelten sich die Module das erste Jahr nach der Auspflanzung sehr gut. Mit ihren Ausläufern besiedelten sie ein grosses Areal, und schon bald waren die Abgrenzungen zwischen den Individuen verwischt. Es wurden wenige Blüten produziert.
Darauf folgend starben entlang den Ausläufern von hinten her die Ramets und Verbindungsstücke ab, so dass nur noch die terminalen Tochter-Ramets überlebten. Diese besassen viel kleinere Blätter als die Mutter-Ramets. Es war offensichtlich, dass die vegetative Fortpflanzung durch Selbstklonierung erfolgreicher war als die generative Fortpflanzung.
Lotus alpinus wurde in sechs Serien von Silikat und fünf von Karbonat getestet (Tab. 28). Die einzelnen Serien verhielten sich sehr unterschiedlich. Es

konnte deshalb kein allgemeingültiges Verhaltensschema erkannt werden, weder von der Versuchsanlage (Standard- bzw. Spezialversuche, Pflanzzeitpunkt) noch von der Herkunft bzw. geologischen Unterlage her. Nicht einmal im ersten Jahr, in dem die Versuchsbedingungen durch die noch frische Curlex-Bedeckung und das unverbrauchte Gartensubstrat zueinander am ähnlichsten waren, ergab sich eine einheitliche Entwicklung. Bei Versuchsende lag dann die Populationsgrösse zwischen 16 und 202% des Bestandes bei der ersten Kontrolle.

Eine Konstante war, dass während der ganzen Kontrollperiode Module abstarben, teilweise hauptsächlich über den Winter, teilweise vorwiegend während der Saison. Das Ausmass war allerdings wieder sehr unterschiedlich; nach drei Jahren lebten noch zwischen 10 und 79% der Module.

Lotus alpinus, am natürlichen Standort als Guerilla-Stratege bekannt, wählte auf den Skipistenplanierungen zunächst die Phalanx-Strategie und wechselte erst nach erfolgreicher Etablierung und zwei bis drei Jahren des Wachstums auf Guerilla um.

Das Hauptblühjahr war die dritte Saison; acht von elf Serien erzeugten hier ihre maximale Blütenproduktion, die mit einer Spanne zwischen 14 und 77% wiederum recht unterschiedlich ausfiel. Auf zwei Versuchsflächen wurden im zweiten Jahr am meisten Blüten gezählt, eine Population produzierte keine Infloreszenzen.

Tab. 28. *Lotus alpinus*: Wachstumsverhalten der eingepflanzten Module. Oben von Silikat, unten von Karbonat.
L. alpinus: Growth behaviour of the planted modules. Above from silicate, below from carbonate.
M = Module (fettgedruckt) - *modules*, R = Ramets - *ramets*, M->R = für die Bestimmung der Rametzahl ausgezählte Module - *exactly counted (ramet number) modules*; KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; grau unterlegt = Jahre mit Blütenproduktion - *screened = years with production of flowers.*

Datum	Versuch	M	M->R	M	M	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
				1988		1989				1990				1991			
				Anfang	Ende	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Anfang		Ende	
4. 9. 87	KM	45	20	**27**	**28**	**26**	98	**26**	-	**26**	225	**24**	133	**16**	67	**16**	88
19. 7. 88	KM	15	15	**15**	**9**	**13**	67	**12**	92	**7**	77	**7**	69	**1**	30	**2**	38
30. 8. 88	KM	105	20			**89**	69	**89**	72	**64**	51	**57**	53	**49**	24	**53**	32
18. 7. 89	JP	60	10			**60**	55	**60**	-	**59**	88	**59**	-	**36**	106	**35**	111
18. 7. 89	JP, oB	80	25			**80**	158	**76**	-	**56**	250	**52**	-	**7**	28	**10**	40
30. 8. 89	KM	40	40					**40**	91	**17**	-	**12**	19	**5**	6	**8**	18
17. 7. 89	KM	40	10			**40**	51	**40**	-	**40**	76	**32**	104	**25**	61	**31**	70
17. 7. 89	KM, oB	40	20			**40**	70	**38**	-	**39**	115	**38**	102	**31**	97	**29**	77
17. 7. 89	JP	40	20			**40**	150	**40**	-	**37**	135	**3**	21	**4**	20	**4**	24
17. 7. 89	JP, oB	20	20			**20**	141	**20**	-	**13**	73	**10**	65	**6**	34	**8**	43
31. 8. 89	KM	39	10					**39**	35	**39**	44	**33**	56	**31**	63	**31**	59

Fig. 19. *Trifolium nivale*, experimentelle Population vom Herbst 1989 auf der Strela: Üppige Blütenbildung knapp zwei Jahre nach der Auspflanzung.
T. nivale, experimental population autumn 1989 on Strela: High production of flowers nearly two years after planting.

Fig. 20. *Astragalus alpinus* am Jakobshorn: Infolge starken expansiven Wachstums verschwimmen die Arealgrenzen der einzelnen Individuen im dritten Jahr nach der Auspflanzung.
A. alpinus on Jakobshorn: Partly overlapping areas of the individuals as the result of expansive growth. Third year after planting.

Die Wurzelbildung verlief parallel zur oberirdischen Entwicklung: Module mit vielen Ramets hatten ein grosses Wurzelwerk, solche mit wenigen Ramets ein spärliches. Auch umfangreichere Wurzelsysteme reichten kaum je in die Tiefe; sie breiteten sich viel mehr knapp unter der Oberfläche aus. In einem Fall konnte ein Wurzelstrang bis zum nächsten Modul verfolgt werden, wo er von den dort vorhandenen Nährstoffen profitierte und diverse Feinwurzeln bildete.

Hippocrepis comosa: Die im Frühsommer gepflanzten Einheiten von Karbonat legten im ersten Jahr an Grösse leicht zu. Die zweite Vegetationsperiode war insgesamt gekennzeichnet durch leichte Einbussen an Ramets. In der dritten Saison resultierte wiederum eine Vergrösserung der Module, welche oft auf einen anfänglichen Wachstumsschub zurückzuführen war. Ein Teil der Versuche wurde während vier Jahren kontrolliert. Bei diesen ergab sich für diese letzte Periode nochmals eine negative Ramet-Bilanz. Blüten wurden erstmals im zweiten Jahr produziert. Mit durchschnittlich rund 50% war es das Jahr mit der grössten Produktion während der Untersuchungsphase. In der nächsten Saison blühten nur noch knapp 10% der Module und in der vierten waren es etwa 20% (Tab. 29).

Eine ebenfalls im Frühsommer angepflanzte, aber nicht abgedeckte Fläche hatte ihr Blühmaximum mit 30% erst im dritten Jahr. Ebenso verzögert erfolgte der Rückschlag der Populationsgrösse auch zu dieser Zeit.

Dieser Effekt - Populationsrückgang und Blühmaximum im gleichen Jahr -

Tab. 29. *Hippocrepis comosa*: Wachstumsverhalten der eingepflanzten Module. Oben von Karbonat, unten von Silikat.
H. comosa: Growth behaviour of the planted modules. Above from carbonate, below from silicate.
M = Module (fettgedruckt) - *modules*, R = Ramets - *ramets*, M->R = für die Bestimmung der Rametzahl ausgezählte Module - *exactly counted (ramet number) modules*; KM = klonierte Module - *cloned modules*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; grau unterlegt = Jahre mit Blütenproduktion - *screened = years with production of flowers.*

Datum	Versuch	M	M->R	M	M	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
				1988		1989				1990				1991			
				Anfang	Ende	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Anfang		Ende	
3. 9. 87	KM	15	15	**2**	**5**	**5**	13	**5**	27	**5**	41	**3**	33	**3**	44	**3**	56
18. 7. 88	KM	20	5	**20**	**20**	**20**	50	**20**	47	**20**	63	**20**	70	**20**	71	**20**	64
18. 7. 88	KM	19	5	**19**	**19**	**19**	51	**19**	50	**17**	61	**15**	64	**12**	44	**12**	44
31. 8. 88	KM	70	20			**69**	84	**68**	101	**65**	122	**60**	152	**58**	164	**55**	157
17. 7. 89	KM	40	10			**40**	40	**39**	52	**38**	53	**34**	50	**32**	52	**33**	62
17. 7. 89	KM, oB	39	15			**39**	43	**33**	52	**30**	80	**28**	98	**28**	70	**29**	69
31. 8. 89	KM	20	10					**20**	17	**17**	25	**14**	38	**14**	64	**14**	70
31. 8. 89	KM	19	10					**19**	15	**15**	23	**15**	46	**14**	65	**14**	89
29. 8. 90	KM	20	20											**8**	14	**8**	11
18. 7. 89	JP	20	20			**20**	35	**1**	1	**7**	11	**10**	16	**8**	16	**7**	13

trat bei den im Spätsommer gepflanzten Modulen sogar erst im vierten Jahr auf, dafür dauerte die vorgängige Wachstumsphase entsprechend länger.
Somit waren bei *Hippocrepis comosa* vegetatives Wachstum und Blütenbildung offenbar bis zu einem gewissen Grad alternative Prozesse, indem alle Serien in ihrem Hauptblühjahr eine leichte Verkleinerung der Module hinnehmen mussten.
Die Module bildeten von Beginn an Sprossverbandsrosetten, die zum Teil relativ stark gestreckt waren. Dieses Verhalten, das dem natürlichen entsprach, führte zu eher kleinen Arealen. Die Modulsterblichkeit lag bei Versuchsende normalerweise zwischen 20 und 30%, mit Maximalwerten zwischen 0 und 80%.
H. comosa bildete ein nicht sehr dichtes Wurzelwerk. Dafür wuchs dieses auch bei sehr ungünstigen Bedingungen insbesondere in die Tiefe, aber auch seitlich erheblich über den Bereich der nährstoffreichen Erde hinaus. Es war typisch, dass nach zwei bis drei Jahren nur noch ein Teil des mit der Pflanzung eingebrachten Substrates zu finden war.
Die einzige Silikat-Serie verhielt sich im Vergleich zu Material von Karbonat ganz anders (Tab. 29): Fast alle Module zogen sich auf den ersten Winter unterirdisch zurück, und nur etwa die Hälfte erschien im nächsten Jahr wieder. Die meisten dieser Überlebenden konnten bis Versuchsende weiterbestehen; jedoch produzierten sie kaum Tochterramets und überhaupt keine Blüten.
Astragalus alpinus von Silikat zeigte typischerweise häufig längere Perioden mit nur geringen Veränderungen in der Rametzahl der Module (Tab. 30). Dies betraf sowohl die eigentliche Produktionszeit im Sommer als auch die Ruhepause im Winter. Teilweise wurde zu Saisonbeginn ein grosser Wachs-

Tab. 30. *Astragalus alpinus*: Wachstumsverhalten der eingepflanzten Module.
A. alpinus: Growth behaviour of the planted modules.
M = Module (fettgedruckt) - *modules*, R = Ramets - *ramets*, M->R = für die Bestimmung der Rametzahl ausgezählte Module - *exactly counted (ramet number) modules*; KM = klonierte Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*; grau unterlegt = Jahre mit Blütenproduktion - *screened = years with production of flowers.*

Datum	Versuch	M	M->R	M	M	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
				1988		1989				1990				1991			
				Anfang	Ende	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Anfang		Ende	
4. 9. 87	KM	15	10	**15**	**13**	**13**	41	**13**	58	**13**	109	**11**	45	**11**	30	**11**	39
19. 7. 88	KM	65	10	**65**	**61**	**63**	76	**63**	91	**62**	73	**59**	27	**59**	25	**55**	32
30. 8. 88	KM	110	10			**109**	42	**110**	45	**108**	70	**99**	34	**99**	22	**98**	45
18. 7. 89	KM	40	15			**40**	55	**39**	60	**39**	56	**37**	58	**38**	75	**38**	76
18. 7. 89	KM, oB	30	10			**30**	32	**22**	23	**22**	59	**15**	50	**14**	56	**14**	58
18. 7. 89	JP	19	10			**19**	-	**17**	48	**15**	97	**11**	80	**15**	118	**14**	122
30. 8. 89	KM	31	31					**31**	48	**18**	28	**11**	23	**11**	39	**10**	43

tumsschub beobachtet - pro Versuchsserie aber höchstens einmal. Durch eine entsprechend erhöhte Sterberate im nachfolgenden Jahresverlauf erzielten die Population in der Jahresschlussbilanz jedoch trotzdem nur mehr oder weniger ausgeglichene Werte. Solche Schwankungen konnten ab der zweiten Saison jederzeit ohne von aussen erkennbaren Grund auftreten. Die im Spätsommer 1987 gepflanzte Serie beispielsweise schnellte bezüglich Rametzahl anfangs 1990 beinahe auf den doppelten Wert; danach folgten überkompensatorische Einbussen, so dass insgesamt für dieses Jahr eine leichte Verminderung resultierte. Über die ganze Versuchsperiode hinweg ergab sich oft ein leichtes Gesamtwachstum, wobei dieses Resultat durch zeitlich nicht genau festgelegte Phasen zunehmender und abnehmender Grösse der Module zustande kam. Die Pflanzen, die von grossgezogenen Samen stammten, vergrösserten sich stark, eine Standardserie wurde bedeutend kleiner. Die unbedeckte Fläche wies bei Versuchsende eine überdurchschnittliche Rametzahl von 180% auf.
Die Modulsterblichkeit lag in der Regel zwischen 5 und 25%. Eine Ausnahme bildete in dieser Beziehung die Serie, die ohne schützende Abdeckung belassen wurde. Bei ihr erreichte die Mortalität 53% (Tab. 30).
Die Blütenbildung war allgemein sehr gering und überstieg nie 30% der Population. Frühsommer-Bepflanzungen produzierten bereits in der zweiten Saison erstmals einige Blüten, solche vom Spätsommer brauchten dafür ein Jahr länger. Anders verhielten sich die Fläche vom Spätsommer 1989 sowie die unbedeckte Sippe, denen es nicht zur Entwicklung von Blüten reichte.
Astragalus alpinus durchwurzelte das Gartensubstrat schon früh recht dicht. Nach ungefähr zwei Jahren begannen die experimentellen Module, dieses zu verlassen, indem sie ihrer Art entsprechend unterirdische Ausläufer bildeten, aus denen Tochterramets hervorgingen und die auch bewurzelt waren. So besiedelten sie ein ziemlich grosses Areal. Auf älteren Flächen konnte bei Nachbarschaft zweier erfolgreich expandierender Module keine eindeutige Grenze mehr dazwischen gezogen werden (Fig. 20, S. 72).
Oxytropis jacquinii wurde in einer einzigen Frühsommer-Serie getestet. Diese büsste schon in der ersten Vegetationsperiode drei Viertel aller Module ein, und die Überlebenden bestanden durchwegs nur aus einem einzelnen Ramet. Im nächsten Jahr konnte sich die Population einigermassen halten, ohne Tochter-Ramets zu produzieren. Dies geschah auf die dritte Saison hin und während dieser, so dass die verbliebenen Module schliesslich durchschnittlich aus vier Ramets bestanden (Tab. 31). Die Module waren dannzumal immer noch sehr klein und besetzten nur ein minimales Areal. Zu keiner Zeit wurden Blüten gesichtet.

Tab. 31. *Oxytropis jacquinii* (oben) und *Hedysarum obscurum* (unten): Wachstumsverhalten der eingepflanzten Module.
O. jacquinii (above) and H. obscurum (below): Growth behaviour of the planted modules.
M = Module (fettgedruckt) - *modules*, R = Ramets - *ramets*, M->R = für die Bestimmung der Rametzahl ausgezählte Module - *exactly counted (ramet number) modules*; KM = klonierter Module - *cloned modules*, JP = grossgezogene Jungpflanzen - *cultivated young plants*.

Datum	Versuch	M	M->R	M	M	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
				1988		1989				1990				1991			
				Anfang	Ende	Anfang		Ende		Anfang		Ende		Anfang		Ende	
18. 7. 89	JP	40	40			**40**	48	**10**	10	**11**	13	**8**	-	**11**	33	**11**	45
31. 8. 88	KM	15	15			**12**	-	**10**	-	**14**	34	**12**	20	**13**	38	**15**	21
17. 7. 89	JP	20	20			**19**	26	**9**	9	**3**	3	**1**	1	**0**	0	**1**	1

Bei ***Hedysarum obscurum*** war der Versuchsumfang mit zwei Serien ebenfalls sehr klein. Beim im Spätsommer 1988 angelegten Versuch waren Ende der Untersuchungsphase noch alle Module vorhanden, obwohl sie zwischendurch oberirdisch nicht mehr zu sehen gewesen waren. Sie besassen immer zu Saisonbeginn zwei bis drei Ramets und am Ende jeweilen noch eins bis zwei. Insgesamt blieb die Population stabil. Bei der anderen Fläche starben die Individuen bis auf ein einziges aus, das zudem äusserst schlecht entwickelt war (Tab. 31). Beiden Serien war die vollständige Absenz von Blüten sowie die geringe Arealbesiedlung gemeinsam.

4.2.3. Verhaltenstendenzen in den experimentellen Populationen

Die einzelnen Module innerhalb einer Serie wurden in keiner Weise von den Nachbarindividuen beeinflusst, auch bei älteren Versuchen nicht. Trotzdem verhielten sie sich grossmehrheitlich parallel, wobei der Streuungsbereich mit zunehmendem Alter der Versuche leicht grösser wurde. Interessanterweise gab es aber fast durchwegs einige wenige Module pro Serie, die Ausnahmen bildeten: Diese entwickelten sich entweder gegenteilig oder zwar in gleicher Richtung, aber in ganz anderem Ausmass.
Die Reaktionen verschiedener Serien der gleichen Art waren dagegen divergierend. Bei fast allen kontrollierten Taxa gab es eine oder mehrere Serien, die sich abweichend von der durch die Mehrheit der Serien festgelegten arttypischen Normalreaktion verhielten.
Die in Fig. 21 dargestellten Wachstumskurven bestehen sowohl bezüglich vegetativer Entwicklung als auch Blütenbildung aus gewichteten Durchschnittswerten. Sie entsprechen also nicht den Werten einer beispielhaft dargestellten

Versuchsserie, sondern stellen einen qualitativen Verlauf dar. Bei der Betrachtung der dargelegten Graphiken fallen folgende Sachverhalte auf:
Für gewisse Arten (*Astragalus alpinus*) wurden gar keine, für andere (z. B. *Trifolium thalii, T. nivale*) nur unvollständige Kurven erstellt. Dies war auf die individuellen Reaktionen der einzelnen Versuchsserien zurückzuführen. Im ersten Fall konnte von Beginn an keine Konstante erkannt werden, im zweiten war die Postulierung eines Normverhaltens aufgrund zu grosser Abweichungen nach ein bzw. zwei Jahren nicht möglich. Allgemein verstärkte sich die Tendenz zu unterschiedlichen Reaktionen mit zunehmender Versuchsdauer.
Die Wachstumskurven wiesen über die ganze Versuchsdauer hinweg betrachtet von Art zu Art einen anderen Verlauf auf. Eine Anordnung in eigentliche Verhaltensgruppen fiel schwer. Immerhin waren zu Versuchsbeginn bei einigen Arten ähnliche Lebensäusserungen zu verzeichnen: *Trifolium badium, T. repens, T. thalii, T. nivale* und *Anthyllis alpestris* zeigten im ersten Jahr eine starke Rametproduktion (Fig. 21). Sie profitierten offensichtlich von den anfänglich insbesondere hinsichtlich Nährstoffen günstigen Bedingungen. Diese nicht auszunützen vermochten hingegen *Trifolium alpinum, Lotus alpinus, Hippocrepis comosa, Astragalus alpinus, Oxytropis jacquinii* und *Hedysarum obscurum*. Bei diesen Arten fehlte der anfängliche Wachstumsschub.
Die Pflanzen mit Anfangszunahme mussten im Anschluss daran eine Grössenverminderung hinnehmen. Dieser setzte allerdings zu verschiedenen Zeitpunkten ein, und zudem war das Ausmass komplett verschieden. So nahm beispielsweise die Rametzahl bei *A. alpestris* schon nach dem ersten Jahr wieder ab, aber die Population war bei der letzten Kontrolle immer noch grösser als zu Beginn. Bei *T. badium* setzte der Rückgang erst nach zwei Saisons ein, dafür starb die Art nach vier Jahren praktisch vollständig aus.
Der fehlende Wachstumsschub blieb die einzige Gemeinsamkeit für die anderen Arten. Ansonsten verhielten sie sich sehr unterschiedlich.
Das Blühverhalten innerhalb der Arten war in der Regel konstanter als das Wachstums-Geschehen. So konnte bei einigen Arten eine mittlere Blühintensität angegeben werden (Fig. 21), auch wenn die Wachstumskurven sehr divers waren und keine graphische Darstellung zuliessen (z.B. *Lotus alpinus*).
Es wurden drei Typen unterschieden:
Als starke Blüher wurden diejenigen Pflanzen bezeichnet, bei denen in mehreren Jahren mindestens 20% der Module Blüten produzierten (Fig. 21). Innerhalb dieses Typs gab es Arten, bei denen mit zunehmendem Alter die Blühintensität stieg: *T. thalii, T. nivale* und *L. alpinus*. Gerade die beiden erstge-

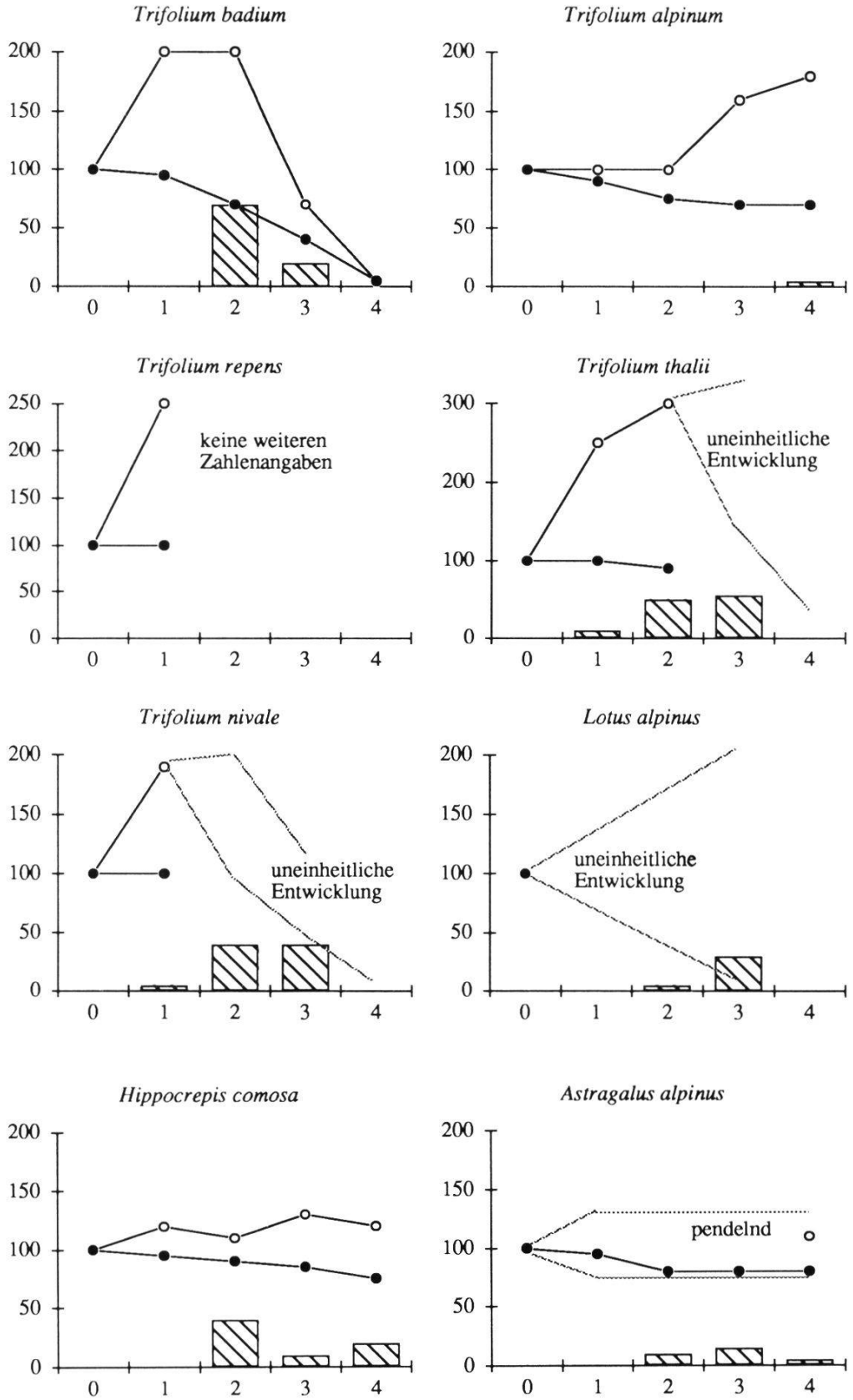

Fig. 21. Mittlere Wachstumskurven und Blühintensität bei alpinen Leguminosen.
Average growth course and flowering intensity of alpine legumes.
Abszisse: Saison nach Auspflanzung - *season after planting*, Ordinate: Ramets/Module/Blühintensität in % - *ramets/modules/flowering intensity in %.*

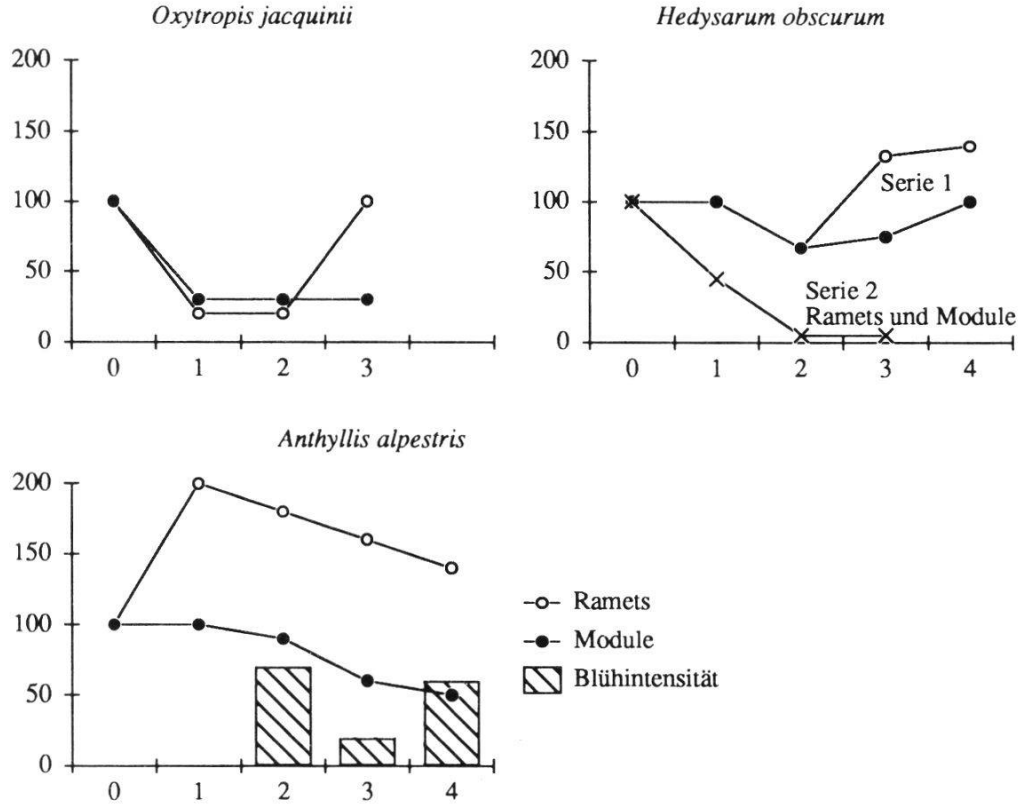

Fig. 21 (Forts. - *continued*)

nannten Taxa legten in ihrem Blüherfolg auch dann noch zu, als die Populationen in Abnahme begriffen waren. Das zeigte, dass die überlebenden Module gut etabliert waren. Gegenteilig, nämlich zunächst stark und später nachlassend blühend, verhielt sich nur *T. badium*. Darin spiegelte sich die Wachstumskurve und damit das allgemeine Befinden der Art wider: Zuerst rege Wachstumstätigkeit, danach fast vollständiges Absterben noch während der Untersuchungszeit. Schwankende Blütenzahlen waren bei *A. alpestris* und *H. comosa* zu beobachten. Offenbar war nach einem Jahr des Blühefforts jeweils eine Verschnaufpause nötig.

Der Typ der schwachen Blüher wurde durch *T. alpinum* und *A. alpinus* repräsentiert. Geringe Blühtätigkeit liess aber nicht unbedingt auf einen schlechten Zustand der Sippen schliessen. *T. alpinum* beispielsweise hatte einfach eine sehr langsame Entwicklung und benötigte zum Blühen eine Modul-Mindestgrösse von ungefähr sechs Ramets. Solche Ramets entstanden erst nach vier oder mehr Jahren.

O. jacquinii und *H. obscurum* schliesslich blühten gar nicht. Dies durfte als

Fig. 22. Versuchsfläche am Jakobshorn: Abgestorbene Mutterpflanze von *Trifolium badium*, deren Nachkommen in Kohorten (Keimlinge und Jungpflanzen) auftreten und mit eingewanderten *Chrysanthemum alpinum*-Jungpflanzen vermischt sind.
Plot on Jakobshorn: dead mother plant of T. badium, offspring (seedlings and young plants) in cohorts mingled with young plants of C. alpinum.

Fig. 23. *Trifolium thalii*, Versuch Herbst 1988 am Jakobshorn: Durch das abgestorbene Gewebe der mütterlichen Blütenköpfe geschützte Keimlinge.
T. thalii, experiment autumn 1988 on Jakobshorn: seedlings protected by the dead material of the maternal flower heads.

Hinweis auf den Zustand der Pflanzen gesehen werden. Beide Arten bekundeten grosse Mühe, das Überleben sicherzustellen. Wenn auch teilweise diverse Tochter-Ramets produziert werden konnten, so waren die Module als ganzes doch sehr kümmerlich ausgebildet und in einem schlechten Zustand. Für einen generativen Aufwand blieb offensichtlich keine Kraft mehr übrig.
Die Wachstums-Strategie konnte nicht als trennendes Element bezüglich Verhalten zwischen den Arten herangezogen werden. Immerhin war auffällig, dass bei allen vier getesteten Guerillas keine mittlere Wachstumskurve gezeichnet werden konnte. Phalanx-Strategen waren auf der ganzen Bandbreite der möglichen Reaktionen zu finden. So gehörte beispielsweise *T. thalii* auf der einen Seite zu den Arten mit starkem anfänglichen Rametzuwachs, auf der anderen Seite war bei *O. jacquinii* die Sterblichkeit zu Beginn sehr hoch, und die Population erholte sich erst in der dritten Saison wieder. Die feinere Unterscheidung der Pflanzen nach Wuchsform hatte ebenfalls keinen Zusammenhang mit der gezeigten Reaktion im Feld.
Arten, die auf Silikat und Karbonat getestet wurden, verhielten sich an den beiden Standorten in der Regel mehr oder weniger gleich. Eine Ausnahme bildete *Hippocrepis comosa*, deren Silikat-Serie bedeutend schlechtere Resultate als die Serien von Karbonat brachte.
Der Bepflanzungszeitpunkt hatte keinen Einfluss auf die Sterberate der Module. Hingegen blühten die im Spätsommer gepflanzten Module oft später als die Individuen von den Frühsommer-Serien.
Der Ramet-Umsatz erreichte normalerweise im ersten Jahr die grössten Werte und sank danach langsam. Dadurch näherte er sich mehr und mehr den Umsatzraten, wie sie in natürlichen Populationen gemessen wurden, an.
Weder auf Individuum- noch auf Populationsebene traten signifikante Unterschiede zwischen Serien mit klonierten Modulen bzw. aus Samen grossgezogenen Pflanzen auf. Dagegen erwies sich die Curlex-Decke eindeutig als Vorteil, indem die Mortalität auf bedeckten Flächen viel kleiner war.

4.2.4. Selbstsaat

Die Beobachtungen bezüglich Selbstsaat wurden unterschiedlich durchgeführt: Von den stark blühenden Pflanzen wurden *Trifolium badium, T. thalii, T. nivale* und *A. alpestris* detailliert überprüft. Nur vom letzten Feldjahr liegen Ergebnisse von *L. alpinus* und *H. comosa* sowie den beiden Arten mit schwacher Blütenproduktion vor. Bei den Nicht-Blühern erübrigte sich eine Kontrolle.

In diversen Fällen wurden in einem Jahr mehr Jungpflanzen als Keimlinge protokolliert. Dies war einerseits darauf zurückzuführen, dass die eigentliche Keimlingsphase relativ kurz dauerte und so aus zeitlichen Gründen ein Teil der Keimlinge nicht erfasst werden konnte. Andererseits dürfte ihre geringe Grösse auch dazu geführt haben, dass sie teilweise übersehen wurden. Die ermittelte Keimlingszahl war insgesamt also mit Sicherheit etwas zu tief und ist deshalb als Minimalzahl zu betrachten.
Die in Tab. 32 angegebenen Zahlen sind Jahresmaximalwerte. Insbesondere Keimlinge waren gegen Ende Saison hin immer weniger bis gar keine mehr zu finden, da sich ein Teil zu Jungpflanzen entwickelte und ein Teil abstarb.
Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Allgemein war die Selbstsaatrate gering. Nur bei den vier oben ersterwähnten Arten konnten überhaupt Nachkommen gefunden werden, und auch bei diesen wurden in der Mehrzahl der Flächen keine Keimlinge oder Jungpflanzen erkannt.
In den ersten zwei Jahren nach der Auspflanzung konnten nur ganz vereinzelt Keimlinge oder Jungpflanzen beobachtet werden. Dies erstaunte nicht, wurden doch erstmals in der zweiten Saison in grösserem Umfang Blüten produziert. Die reifen Samen überwinterten dann nochmals und keimten erst im

Tab. 32. Keimlinge und Jungpflanzen in den Versuchsflächen.
Seedlings and young plants in the plots.
K = Keimlinge - *seedlings*, JP = Jungpflanzen - *young plants*; FrS = Früsommer - *early summer*, n = Anzahl Module - *number of modules*, SpS = Spätsommer - *late summer*; KM = klonierte Module - *cloned modules*, oB = ohne Bedeckung - *without blanket*.

	Jahr nach der Auspflanzung			1		2		3		4		5	
Art	**Datum**	**Versuch**	**n M**	**K**	JP	**K**	JP	**K**	JP	**K**	JP	**K**	JP
Trifolium badium	SpS 87	KM	25	-	-	-	-	**0**	0	**3**	1	**1**	2
	FrS 88	KM	20	-	-	**0**	1	**0**	7	**10**	36		
	SpS 88/1	KM	25	-	-	**0**	0	**10**	7	**17**	2		
	SpS 88/2	KM	34	-	-	**0**	0	**1**	2	**0**	8		
	restliche Serien (3)			keine Nachkommen									
Trifolium thalii Si	FrS 88	KM	20	-	-	**0**	2	**0**	4	**0**	0		
	restliche Serien (6)			keine Nachkommen									
Trifolium thalii Ca	SpS 87	KM	20	-	-	-	-	**0**	0	**0**	0	**1**	1
	FrS 88	KM	20	-	-	**0**	7	**2**	10	**44**	35		
	FrS 89	KM	40	**0**	0	**0**	2	**0**	0				
	FrS 89	KM, oB	40	**0**	0	**0**	4	**31**	59				
	restliche Serien (5)			keine Nachkommen									
Trifolium nivale Si	FrS 89	KM	40	**0**	0	**0**	1	**0**	0				
	SpS 89	KM	40	**0**	0	**0**	0	**0**	1				
	restliche Serien (5)			keine Nachkommen									
Trifolium nivale Ca	FrS 89	KM, oB	24	**0**	0	**0**	4	**10**	11				
	restliche Serien (4)			keine Nachkommen									
Anthyllis alpestris	FrS 88/1	KM	20	-	-	**0**	0	**0**	0	**2**	0		
	FrS 88/2	KM	20	-	-	**0**	0	**0**	1	**0**	0		
	restliche Serien (5)			keine Nachkommen									
Trifolium alpinum, Lotus alpinus, Hippocrepis comosa, Astragalus alpinus: keine Nachkommen													

dritten Jahr und nur zu einem gewissen Teil aus.
In verschiedenen Serien der gleichen Art ergaben sich stark unterschiedliche Keimlings- bzw. Jungpflanzen-Zahlen. Neben vielen Flächen ohne Spuren von Selbstsaat gab es einige wenige, auf denen viele Nachkommen erkannt wurden. Insbesondere einige Flächen von *T. badium* und *T. thalii* auf Karbonat fielen durch hohe Nachkommen-Zahlen auf (Tab. 32).
Keimlinge und Jungpflanzen waren innerhalb der Flächen sehr unregelmässig verteilt: Sie waren dort zu finden, wo der verblühte Blütenkopf zu liegen kam. Da diese zufällig verteilt wurden und für die Etablierung vorteilhafte Mikrostandorte (Schutzstellen) selten waren, wuchsen meist keine Tochterpflanzen auf. Traf andererseits ein Blütenkopf einmal auf günstige Bedingungen, konnten daraus bis zu Dutzenden von Samen auskeimen. Diese Beobachtungen zeigten die Gruppenausbreitung der Diasporen, wobei Halb- bzw. Vollgeschwister jeweils Keimlings-Kohorten bildeten (Fig. 22, S. 80). Das abgestorbene Gewebe der Blüten bildete bis zu einem gewissen Grad einen Schutz für die auskeimenden Samen und verbesserte so die eigentlichen Standortbedingungen (Fig. 23, S. 80).
Sowohl bei *T. thalii* als auch bei *T. nivale,* die auf beiden Substraten getestet wurden, erzielten die Karbonat-Versuche insgesamt das bessere Ergebnis (Tab. 32). Allerdings war dieser Befund statistisch nicht signifikant, denn die Gesamtzahl der Keimlinge bewegte sich in einer Grössenordnung, in der der Zufall eine wichtige Rolle spielte. Es handelte sich also nur um eine Tendenz in diese Richtung.
Keimung und Keimungsphase wurden durch die Curlex-Decke nicht positiv beeinflusst. Dieser Schluss kam aufgrund der Tatsache zustande, dass bei den beiden Karbonat-Sippen von *T. thalii* und *T. nivale* die höchsten Zahlen auf den unbedeckten Flächen gezählt wurden. Vergleichsserien anderer Arten verhielten sich in dieser Hinsicht indifferent (meist überhaupt keine Keimlinge).
Die Überlebensrate der Tochterpflanzen konnte nicht definitiv abgeschätzt werden, da der Prozess der generativen Nachkommensrekrutierung erst im letzten Feldjahr in grösserem Masse anlief. Es musste aber von einer geringen Rate ausgegangen werden: Zum einen starben diverse Keimlinge schon im Jahresverlauf ab. Zum anderen waren auch die Einbussen der Jungpflanzen aus dem Vorjahr bei der ersten Überwinterung gross.