

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Herbizidempfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte

Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, zu überprüfen, ob und in welchem Ausmaß Ackerpopulationen von *G. aparine* aus Europa sich hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen herbiziden Wirkstoffen unterscheiden. Bei einigen Wirkstoffen wurden zusätzlich als Vergleichsherkünfte eine Heckenpopulation von *G. aparine* (D8; Fluroxypyr und ALS-Hemmer/Versuchsprodukt; Untersuchungsjahr 1997) - die im Gegensatz zu den Ackerpopulationen in ihrer Historie generell keine Herbizidbehandlung erfuhr – sowie eine Ackerpopulation von der mit *G. aparine* nah verwandten Art *G. spurium* (R; Mecoprop-P, Cinidon-ethyl, Fluroxypyr, Quinmerac; Untersuchungsjahr 1996) mitgeführt. Des Weiteren wurde geprüft, ob möglicherweise ein Zusammenhang zwischen den ermittelten Herbizidempfindlichkeiten der Herkünfte und den im Zeitraum von ca. 1990 bis 1995 durchgeführten chemischen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf den Flächen, von denen die Herkünfte stammten, besteht. Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe eines vier Parameter umfassenden logistischen Modells zur Berechnung von Dosis-Wirkungskurven (s. Kapitel 3.3.4). Der Verlauf der Dosis-Wirkungskurven ist in den Abbildungen skizziert, während in den Tabellen die berechneten Steigungen dieser, die  $ED_{10}$ ,  $ED_{50}$  und  $ED_{90}$  sowie die relativen Empfindlichkeiten (RE) der Herkünfte aufgeführt sind.

#### 4.1.1 Mecoprop-P

Die Ergebnisse zeigen, dass die Herkünfte sich hinsichtlich ihrer Mecoprop-P-Empfindlichkeit geringfügig voneinander unterscheiden (Abb. 3, Tab. 7). Hinsichtlich der für die Bekämpfung relevanten  $ED_{90}$  variierten die *G. aparine*-Herkünfte zwischen 590 und 867 g/ha Mecoprop-P, so dass alle Herkünfte mit 49-72 % der empfohlenen Aufwandmenge (1200 g/ha) bekämpft werden konnten. F1 war auf allen Wirkungsniveaus die empfindlichste *G. aparine*-Herkunft. Sie unterschied sich signifikant von den unempfindlicheren Herkünften F4, F5, F6 sowie E2, die mit einer relativen Empfindlichkeit von 1,5 am unempfindlichsten reagierte; E2 erforderte somit die 1,5fache Menge an Mecoprop-P wie F1, um dieselbe Wirkung zu erzielen. Im Vergleich zu den *G. aparine*-Herkünften war die *G. spurium*-Herkunft R statistisch gesichert die sensitivste Herkunft. Sie wurde allerdings zur Berechnung der relativen Empfindlichkeiten nicht als empfindlichste Herkunft berücksichtigt, da der Vergleich zwischen den *G. aparine*-Herkünften erfolgen sollte. Die relative Empfindlichkeit dieser Herkunft lag somit mit einem

Wert von 0,7 unter 1,0. R benötigte somit lediglich die 0,7fache Menge an Mecoprop-P wie die empfindlichste Herkunft F1 (35 % der empfohlenen Aufwandmenge), damit dieselbe Wirkung eintrat. Da alle Dosis-Wirkungskurven parallel verlaufen, ist die Reihenfolge der Herkünfte hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit auf jedem Wirkungsniveau gleich.

Die Feldhistorie, die für die sich nicht signifikant voneinander unterscheidenden Herkünfte B1, B2, F4 und F5 vorliegt, besagt, dass eine Mecoprop(-P)-Applikation im Zeitraum von 1990 bis 1995 lediglich auf der Fläche, von der B1 stammte, und zwar im Jahr 1992, vorgenommen wurde. Offensichtlich resultierte diese einmalige Behandlung, zumindest im Zeitraum von 1990 bis 1995, nicht in einer größeren Unempfindlichkeit dieser Herkunft. Da Mecoprop(-P) sich jedoch schon vor 1990 auf dem Markt befand, könnte es jedoch auch schon vor 1990 durch den mehr oder weniger häufigen Einsatz dieses Wirkstoffes zu Selektionsprozessen auf den Flächen, von denen die Herkünfte stammten, gekommen sein. Es ist somit nicht sicher, ob die ermittelten Unterschiede auf Selektionsprozesse oder aber auf eine natürliche Variabilität zwischen den Populationen zurückzuführen sind. Die *G. spurius*-Herkunft R, die sich als signifikant am empfindlichsten von allen untersuchten Herkünften erwies, erfuhr wie B2, F4 und F5 von 1990 bis 1995 keine Mecoprop(-P)-Behandlung. Es wurde lediglich ein verwandter, ebenfalls der Gruppe der Phenoxy-carbonsäuren angehörender Wirkstoff - nämlich 2,4-D - in den Jahren 1990, 1992 und 1994 eingesetzt, der offensichtlich nicht, zumindest im Vergleich zu den *G. aparine*-Herkünften, in einer größeren Mecoprop(-P)-Unempfindlichkeit dieser Herkunft resultierte. Jedenfalls lässt sich die größere Sensitivität der *G. spurius*-Herkunft R nicht mit einem mehr oder weniger intensiven Einsatz von Mecoprop(-P) in den Jahren 1990 bis 1995 im Vergleich zu den *G. aparine*-Herkünften erklären. Vermutlich sind die Unterschiede auf zwischenartliche Variationen zurückzuführen.

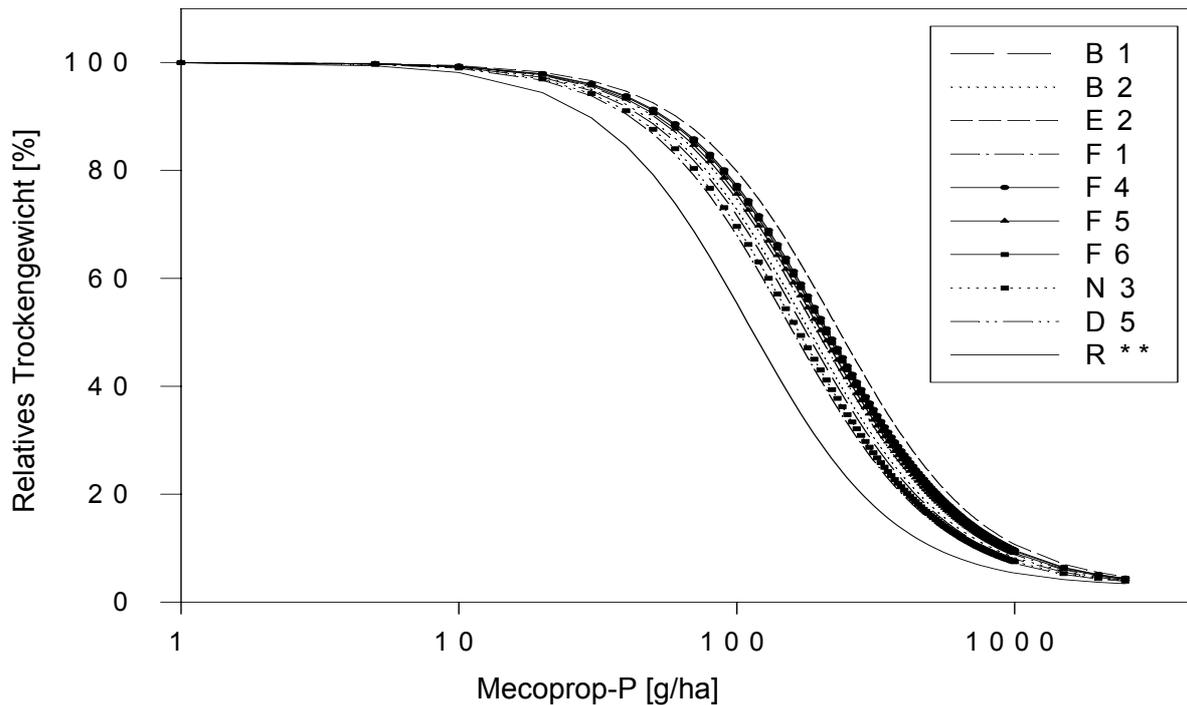


Abb. 3: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Mecoprop-P; B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*

Tab. 7: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Mecoprop-P

Herkunft	Mecoprop-P					
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	ED <sub>50</sub> [g/ha]	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	S	b
B1	45,1	172	657	1,1	bc	1,6
B2	46,6	178	679	1,2	bc	1,6
E2	59,5	227	867	<b>1,5</b>	<b>c</b>	1,6
F1*	40,5	155	590	<b>1,0</b>	<b>b</b>	1,6
F4	53,9	206	786	1,3	c	1,6
F5	51,0	195	744	1,3	c	1,6
F6	53,0	202	772	1,3	c	1,6
N3	42,4	162	618	1,0	bc	1,6
D5	49,5	189	722	1,2	bc	1,6
R**	28,9	111	422	<b>0,7</b>	<b>a</b>	1,6

B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

### 4.1.2 Cinidon-ethyl

Auch beim Wirkstoff Cinidon-ethyl konnten Unterschiede hinsichtlich der Empfindlichkeit der *G. aparine*-Herkünfte ermittelt werden, wobei diese ein wenig größer ausfielen als bei Mecoprop-P (Abb. 4, Tab. 8). B1, E2 und F5 reagierten am empfindlichsten und waren signifikant verschieden von den unempfindlichsten Herkünften B2, N3 und F4. Die Herkünfte unterschieden sich maximal um den Faktor 1,7 voneinander, was bedeutet, dass die unempfindlichste Herkunft F4 die 1,7fache Menge an Cinidon-ethyl wie die empfindlichste Herkunft F5 benötigte, damit dieselbe Wirkung eintrat. Die ED<sub>90</sub>-Werte variierten von 9,0 bis 15,5 g/ha Cinidon-ethyl, so dass die Bekämpfung aller Herkünfte mit maximal 31 % der empfohlenen Aufwandmenge (50 g/ha) erfolgte. Wie bei Mecoprop-P, war auch hier die *G. spurium*-Herkunft R empfindlicher als *G. aparine* und unterschied sich, außer von den empfindlichsten Herkünften B1 und F5, von allen Herkünften signifikant. Da der Vergleich innerhalb *G. aparine* erfolgen sollte, wurde R auch hier nicht als empfindlichste Herkunft zur Berechnung der relativen Empfindlichkeiten berücksichtigt, so dass diese unter dem Wert 1,0 bei 0,7 lag. Aufgrund des parallelen Verlaufs der Dosis-Wirkungskurven ist die Reihenfolge der Herkünfte hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit auf jedem Wirkungsniveau gleich.

Angaben der Feldhistorie zufolge, die für die empfindlichsten Herkünfte B1, F5 und die *G. spurium*-Herkunft R sowie die unempfindlichsten Herkünfte B2 und F4 vorliegen, besagen, dass in den Jahren 1990 bis 1995 weder Cinidon-ethyl noch ein verwandter Wirkstoff aus der Gruppe der Stickstoffphenylphthalimide auf den Flächen, von denen die Herkünfte stammten, angewandt wurde. Da Cinidon-ethyl erst Ende der neunziger Jahre zugelassen wurde (s. Kapitel 3.3.1), ist zudem eine Anwendung vor Beginn der Aufzeichnung der Feldhistorien unwahrscheinlich. Die ermittelten Unterschiede zwischen den Herkünften können somit nicht mit einem mehr oder weniger häufigen Einsatz von Cinidon-ethyl auf den Flächen, von denen die Herkünfte herrührten, und daraus resultierenden Selektionsprozessen in Zusammenhang stehen. Folglich muss die Ursache der unterschiedlichen Cinidon-ethyl-Empfindlichkeit der Herkünfte in einer natürlichen Variabilität begründet sein.

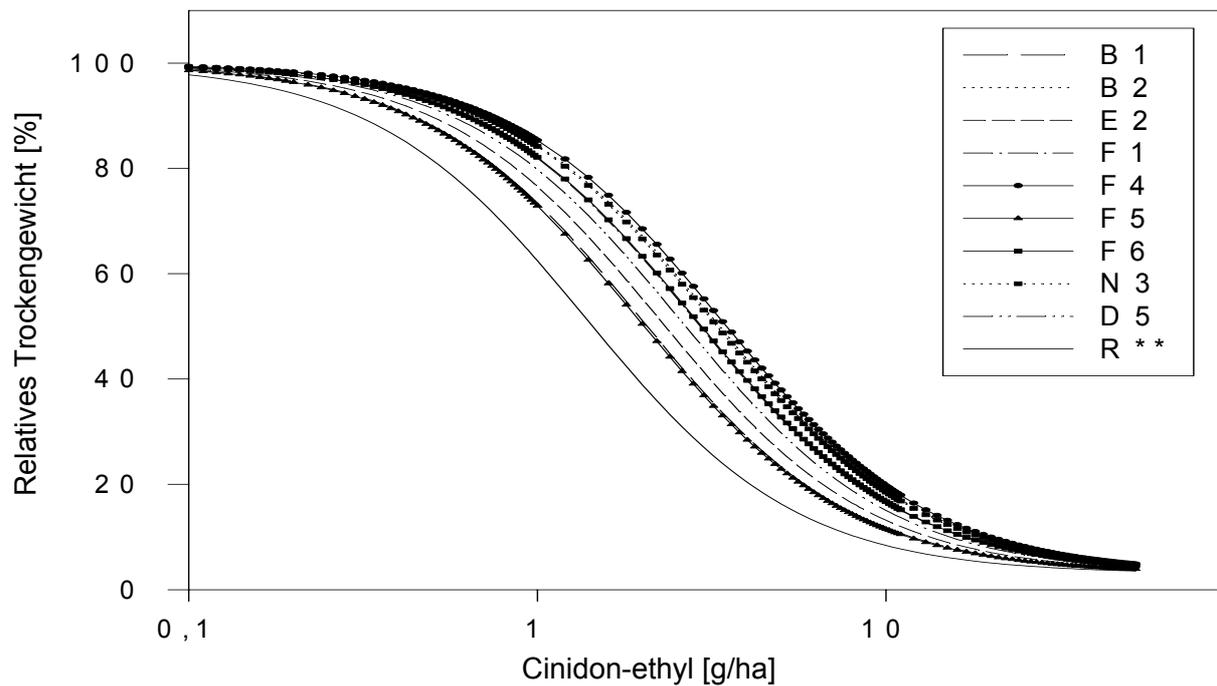


Abb. 4: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Cinidon-ethyl; B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*

Tab. 8: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Cinidon-ethyl

Herkunft	Cinidon-ethyl					
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	ED <sub>50</sub> [g/ha]	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	S	b
B1	0,42	2,0	9,2	1,0	ab	1,4
B2	0,66	3,2	14,8	1,6	d	1,4
E2	0,45	2,2	10,4	1,1	bc	1,4
F1	0,58	2,8	13,1	1,5	cd	1,4
F4	0,67	3,3	15,5	<b>1,7</b>	<b>d</b>	1,4
F5*	0,39	1,9	9,0	<b>1,0</b>	<b>ab</b>	1,4
F6	0,58	2,8	13,2	1,5	cd	1,4
N3	0,64	3,1	14,6	1,6	d	1,4
D5	0,54	2,6	11,9	1,3	bcd	1,4
R**	0,29	1,4	6,4	<b>0,7</b>	<b>a</b>	1,4

B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

### 4.1.3 Fluroxypyr

Auch hinsichtlich der Fluroxypyr-Empfindlichkeit waren im Versuchsjahr 1996 Unterschiede zwischen den Herkünften festzustellen. Aus Abb. 5 und Tab. 9 ist ersichtlich, dass nicht alle Dosis-Wirkungskurven parallel zueinander verlaufen. Es konnten drei Gruppen parallel verlaufender Kurven nachgewiesen werden: a) B1 und die *G. spurium*-Herkunft R; b) F5 und D5; c) B2, E2, F1, F4, F6 und N3. Während bei parallelem Kurvenverlauf die Reihenfolge der Populationen hinsichtlich ihrer Herbizidempfindlichkeit auf jedem Wirkungsniveau konstant bleibt, ändert sich diese bei nicht-parallelem Kurvenverlauf auf den jeweiligen Wirkungsniveaus. Aufgrund des nicht-parallelen Verlaufs der Dosis-Wirkungskurven bestand lediglich die Möglichkeit für das Niveau der ED<sub>50</sub> einen Signifikanztest vorzunehmen.

Innerhalb der Art *G. aparine* erwiesen sich im Bereich der ED<sub>10</sub> D5 und F5 als am empfindlichsten und B1, B2, F4 sowie N3 mit einer maximalen relativen Empfindlichkeit von 3,0 als am unempfindlichsten. Im Bereich der ED<sub>50</sub> waren B1, F1 und D5 die Empfindlichsten und unterschieden sich signifikant von den unsensitivsten Populationen B2, F4 und N3, wobei Letztere über eine maximale relative Empfindlichkeit von 1,9 verfügte. Auf dem für eine erfolgreiche Bekämpfung relevanten Wirkungsniveau der ED<sub>90</sub> waren wiederum größere Unterschiede zu verzeichnen; B1 und F1 waren hier die sensitivsten und B2, F5, N3 sowie D5 mit relativen Empfindlichkeiten bis maximal 2,6 die unsensitivsten Herkünfte. Die Variabilität innerhalb *G. aparine* war hier also größer als bei Mecoprop-P und Cinidon-ethyl, wo die Populationen sich auf allen Wirkungsniveaus maximal um den Faktor 1,5 bzw. 1,7 voneinander unterschieden. Hinsichtlich der ED<sub>90</sub> variierten die Populationen zwischen 16,8 und 43 g/ha Fluroxypyr, so dass lediglich maximal 24 % der empfohlenen Aufwandmenge (180 g/ha) für die Bekämpfung aller Herkünfte ausreichend war – weniger als bei Mecoprop-P und Cinidon-ethyl. Die *G. spurium*-Herkunft R lag hier, im Gegensatz zu den beiden vorangegangenen Wirkstoffen, hinsichtlich der ED<sub>50</sub> und ED<sub>90</sub> im Rahmen der *G. aparine*-Populationen. Lediglich hinsichtlich der ED<sub>10</sub> war sie mit einer relativen Empfindlichkeit von 3,2 ein wenig unsensitiver als die unempfindlichste *G. aparine*-Herkunft N3.

Aus der Feldhistorie, die für B1, B2, F4, F5 sowie R von 1990 bis 1995 vorliegt, geht hervor, dass Fluroxypyr-Anwendungen lediglich auf den Flächen, von denen B1 und B2 stammten, erfolgten: Bei der empfindlichen Herkunft B1 wurden im Zeitraum von 1990 bis 1995 insgesamt drei Behandlungen (1991, 1992 und 1995), bei der zu den unempfindlicheren zählenden Population B2 im gleichen Zeitraum zwei Behandlungen (1993 und 1995) durchgeführt. Im Gegensatz zu B1 und B2 erfuhren F4 und F5 im Zeitraum von 1990 bis 1995 keine Fluroxypyr-Behandlungen. F5 war jedoch auf dem für die Bekämpfung relevanten Niveau der

ED<sub>90</sub> die unempfindlichste Herkunft von allen, während F4 eine Mittelstellung einnahm. Es konnte somit auch hier kein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Anwendung von Fluroxypyr auf den Flächen, von denen die Populationen herrührten, und der Fluroxypyr-Empfindlichkeit der Herkünfte, zumindest im Zeitraum von etwa 1990 bis 1995, ermittelt werden. Anwendungen mit weiteren Wirkstoffen aus der Gruppe der Pyridincarbonsäuren, die die Empfindlichkeit der Herkünfte gegenüber Fluroxypyr evtl. hätten beeinflussen können, erfolgten bei keiner Herkunft. Da Fluroxypyr sich, im Gegensatz zu Cinidon-ethyl, bereits vor der Aufzeichnung der Feldhistorien auf dem Markt befand, besteht die Möglichkeit, dass es schon, z. B. bei der unempfindlichsten Herkunft F5, vor 1990 durch häufigen Einsatz dieses Wirkstoffes zu einer Selektion unempfindlicherer Herkünfte gekommen ist. Es besteht jedoch ebenso die Möglichkeit, dass es sich bei den in diesem Rahmen ermittelten Unterschieden um eine natürliche Variabilität zwischen den Populationen handelt, die nicht mit dem Einsatz von Fluroxypyr in Zusammenhang steht.

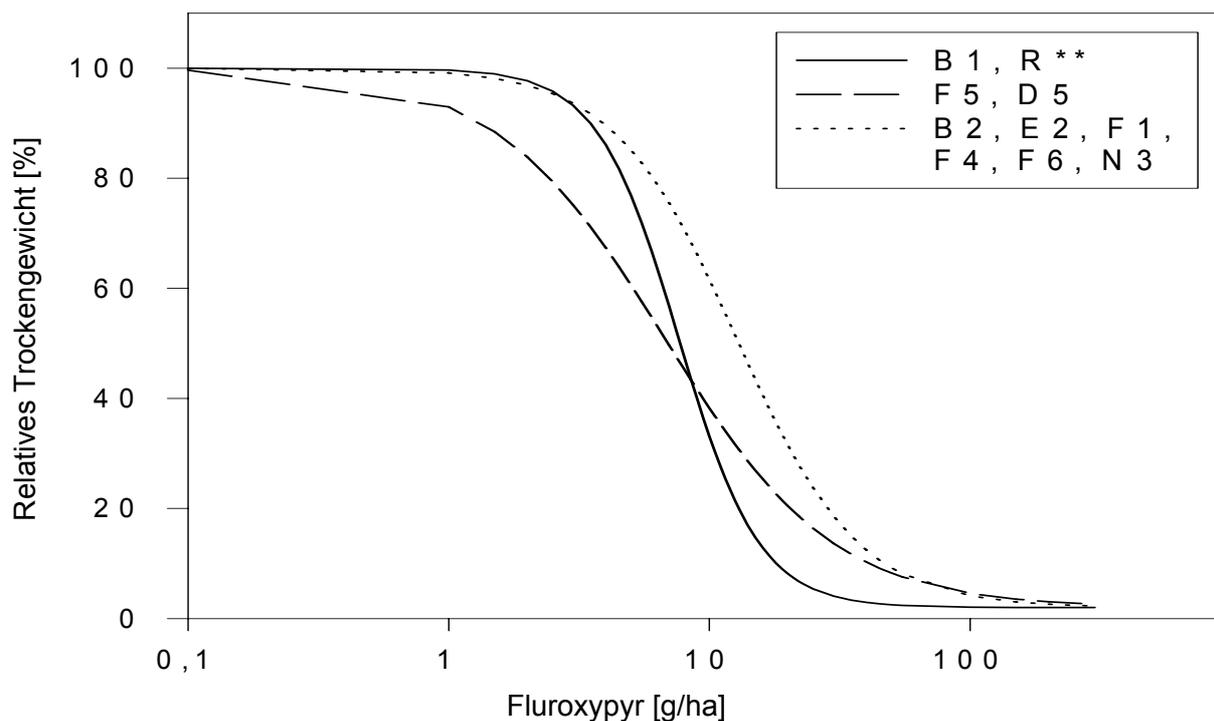


Abb. 5: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Fluroxypyr; B1 bis N3=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*; 1996

Tab. 9: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Fluroxypyr; 1996

Herkunft	Fluroxypyr							
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	RE	ED <sub>50</sub> [g/ha]	RE	S	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	b
B1	3,4	2,6	7,6	1,1	a	16,8	<b>1,0*</b>	2,8
B2	3,6	2,8	11,8	1,8	cd	38,8	2,3	1,9
E2	2,7	2,1	8,7	1,3	ab	28,5	1,7	1,9
F1	2,1	1,6	6,8	1,0	a	22,2	1,3	1,9
F4	3,1	2,3	9,9	1,5	bc	32,3	1,9	1,9
F5	1,6	1,2	8,4	1,2	ab	43,0	<b>2,6</b>	1,3
F6	2,5	1,9	8,2	1,2	ab	27,0	1,6	1,9
N3	3,9	<b>3,0</b>	12,7	<b>1,9</b>	<b>d</b>	41,6	2,5	1,9
D5	1,3	<b>1,0*</b>	6,7	<b>1,0*</b>	<b>a</b>	34,7	2,1	1,3
R**	4,3	<b>3,2</b>	9,4	1,4	ab	20,8	1,2	2,8

B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

Im darauf folgenden Jahr 1997 wurden weitere Herkünfte, einschließlich der bereits im vorangegangenen Jahr untersuchten Herkünfte B1 und E2 als Vergleichsherkünfte (die Ergebnisse dazu sind weiter unten aufgeführt), auf ihre Fluroxypyr-Empfindlichkeit getestet. Die Behandlung resultierte wiederum in nicht-parallelen Kurvenverläufen (Abb. 6, Tab. 10). Es wurden zwei Gruppen parallel verlaufender Dosis-Wirkungskurven ermittelt: a) B1, E1, E2, F2, F3, N1, N2, DK1, DK2, DK3, D2, D3, D4, D6 und D7; b) K und die Heckenpopulation D8.

Auf dem Niveau der ED<sub>10</sub> zählten B1, F3, N2 und DK1 zu den empfindlichsten und K sowie die Heckenpopulation D8 mit einer relativen Empfindlichkeit von jeweils 5,3 zu den unempfindlichsten Herkünften. Hinsichtlich der ED<sub>50</sub> waren B1, F3, N2, DK1, D4 und D7 die Empfindlichsten und signifikant verschieden von den unempfindlichsten über eine relative Empfindlichkeit von 2,3 verfügenden Herkünften K und der Heckenpopulation D8. Im für die Bekämpfung relevanten Bereich der ED<sub>90</sub> reagierten B1, K und die Heckenpopulation D8 am sensitivsten, während E1, E2, DK3, D3 und D6 bis um den Faktor 2,2 weniger sensitiv waren. Die ED<sub>90</sub>-Werte lagen zwischen 18,2 und 40 g/ha Fluroxypyr, so dass mit maximal 22 % der empfohlenen Aufwandmenge (180 g/ha), ähnlich wie im Vorjahr, alle Herkünfte erfolgreich bekämpft werden konnten.

Die Feldhistorie liegt für B1, E1, F2, DK1, DK2, DK3 sowie K vor, allerdings ab verschiedenen Zeitpunkten. Vergleicht man die Feldhistorien der Herkünfte DK1, DK2 und DK3, die ab 1992 bekannt sind, zeigt sich, dass auf der Fläche der sensitiven Herkunft DK1 lediglich im Jahr 1995 eine Fluroxypyr-Behandlung und auf der der weniger sensitiven Herkunft DK3 drei Behandlungen und zwar 1992, 1994 und 1995 erfolgten. DK2, die hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit zwischen den beiden Herkünften lag, erfuhr zwei Fluroxypyr-Behandlungen, und zwar 1993 und 1995. Möglicherweise besteht hier hinsichtlich der Empfindlichkeit der Herkünfte und der Häufigkeit der Fluroxypyr-Anwendungen ein Zusammenhang. Bei einem Vergleich der Feldhistorien der auf dem Wirkungsniveau der ED<sub>90</sub> sensitivsten Herkünfte B1 und K, die beide ab 1990 vorliegen, fällt jedoch auf, dass auf der Fläche von B1 drei Fluroxypyr-Behandlungen vorgenommen wurden, und zwar in den Jahren 1991, 1992 und 1995, während K und die ebenfalls auf dem Niveau der ED<sub>90</sub> sensitive Heckenpopulation D8 keine Fluroxypyr-Behandlungen erfuhren. Auch hier ist somit keine eindeutige Korrelation zwischen der Fluroxypyr-Empfindlichkeit der Herkünfte und der Häufigkeit der in der Vergangenheit durchgeführten Fluroxypyr-Anwendungen zu ermitteln. Weitere Wirkstoffe aus der Gruppe der Pyridincarbonsäuren kamen bei keiner Herkunft in größerem Umfang zur Anwendung. Lediglich bei DK2 erfolgte im Jahr 1992 eine Applikation von Clopyralid. Wie bei den im Jahr 1996 durchgeführten Untersuchungen mit Fluroxypyr ist nicht eindeutig nachweisbar, ob die ermittelten Unterschiede zwischen den Herkünften auf eine natürliche Variabilität oder aber auf Selektionsprozesse - beruhend auf den mehr oder weniger häufigen Einsatz von Fluroxypyr auch vor Aufzeichnung der Feldhistorie - zurückzuführen sind. Die Heckenpopulation D8 lag jedoch auf jedem Wirkungsniveau im Rahmen der Ackerherkünfte. Diese Herkunft erfuhr in ihrer langjährigen Historie keine Fluroxypyr- und generell keine Herbizidbehandlung, so dass die Unterschiede zwischen den Herkünften eher auf einer natürlichen Variabilität beruhen sollten.

Von den sowohl 1996 als auch 1997 getesteten Herkünften B1 und E2 erwies sich in beiden Jahren Herkunft E2 als unempfindlicher, wobei die Unterschiede zwischen den beiden Herkünften im Jahr 1997 deutlicher ausgeprägt waren. Es konnte somit nachgewiesen werden, dass die erzielten Ergebnisse weitgehend wiederholbar sind. Die ED-Werte der beiden Herkünfte differierten jedoch in den beiden Jahren. So erforderte im Jahr 1997 B1 13 % und E2 40 % mehr Wirkstoff als 1996, um eine 90%ige Wirkung zu erzielen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Herkünfte sich zu den jeweiligen Applikationsterminen in, zumindest leicht, voneinander abweichenden Entwicklungsstadien befanden, was u. a. die Ursache dafür sein könnte, dass hinsichtlich der relativen Empfindlichkeit nicht genau die gleichen Ergebnisse erzielt werden konnten. Die Herkünfte wurden schließlich im Gewächshaus angezogen und waren somit in den beiden Jahren unterschiedlichen Anzucht-

bedingungen ausgesetzt. Des Weiteren können unterschiedliche Witterungsbedingungen zum Applikationstermin die Ursache dafür sein.

Beim Vergleich der im Jahr 1996 und 1997 erzielten Ergebnisse zeigte sich, dass die Unterschiede zwischen den untersuchten Herkünften in beiden Jahren in ähnlicher Größenordnung lagen; im Jahr 1996 unterschieden sich die Herkünfte bezüglich der für die Bekämpfung relevanten ED<sub>90</sub> maximal um den Faktor 2,6, im Jahr 1997 mit anderen Herkünften maximal um den Faktor 2,2 voneinander.

Tab. 10: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Fluroxypyr; 1997

Herkunft	Fluroxypyr							
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	RE	ED <sub>50</sub> [g/ha]	RE	S	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	b
B1	1,2	<b>1,0**</b>	4,7	<b>1,0**</b>	<b>a</b>	18,9	1,0	1,6
E1	2,2	1,9	8,9	1,9	bc	35,9	2,0	1,6
E2	2,4	2,1	9,9	2,1	bc	40,1	<b>2,2</b>	1,6
F2	1,9	1,6	7,6	1,6	abc	30,7	1,7	1,6
F3	1,5	1,3	6,2	1,3	ab	25,1	1,4	1,6
N1	2,1	1,8	8,2	1,8	bc	33,2	1,8	1,6
N2	1,5	1,3	6,0	1,3	ab	24,5	1,3	1,6
DK1	1,5	1,3	6,2	1,3	ab	25,2	1,4	1,6
DK2	1,9	1,6	7,6	1,6	abc	30,8	1,7	1,6
DK3	2,1	1,8	8,4	1,8	bc	34,2	1,9	1,6
K	6,1	<b>5,3</b>	10,5	<b>2,3</b>	<b>c</b>	18,2	<b>1,0**</b>	4
D2	1,9	1,6	7,6	1,6	abc	30,9	1,7	1,6
D3	2,4	2,1	9,6	2,0	bc	38,8	2,1	1,6
D4	1,8	1,5	7,2	1,5	ab	29,1	1,6	1,6
D6	2,1	1,9	8,6	1,8	bc	35,1	1,9	1,6
D7	1,7	1,5	6,8	1,4	ab	27,4	1,5	1,6
D8*	6,1	<b>5,3</b>	10,5	<b>2,3</b>	<b>c</b>	18,2	<b>1,0**</b>	4

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanz ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*\*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

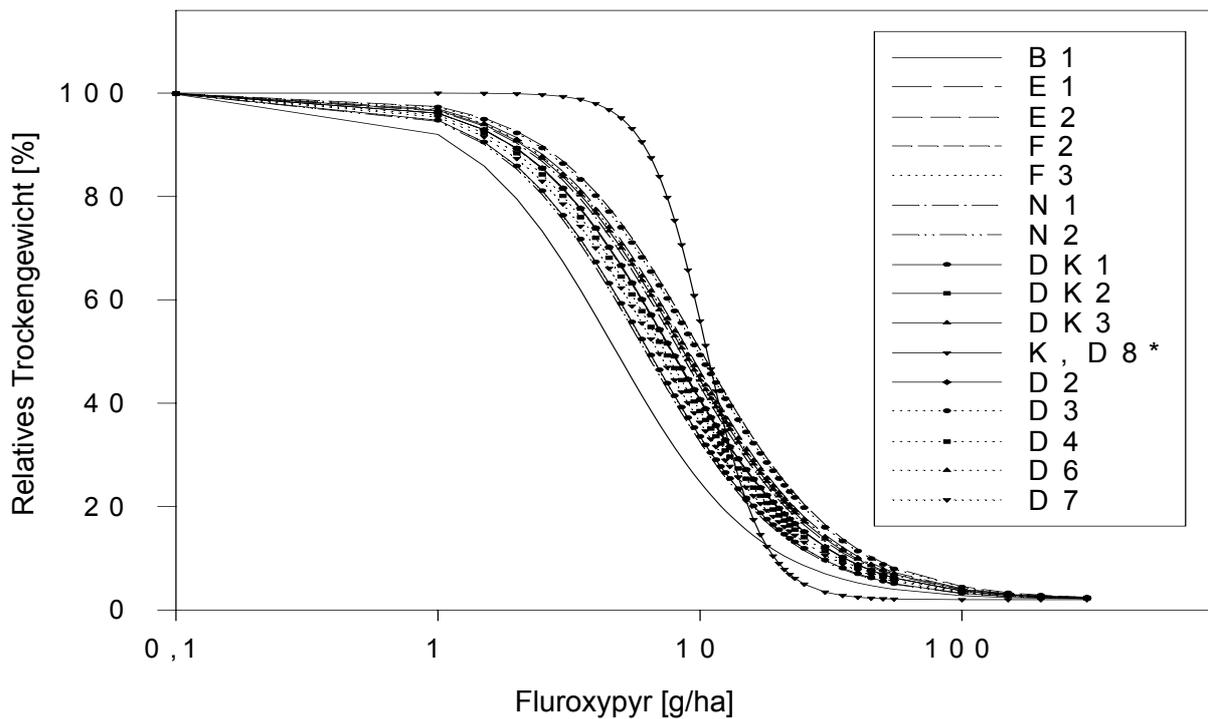


Abb. 6: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Fluroxypyr; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation; 1997

#### 4.1.4 Quinmerac

Die Applikation von Quinmerac resultierte in parallelen Dosis-Wirkungskurven (Abb. 7, Tab. 11). Die Herkünfte unterschieden sich maximal um das 1,6fache voneinander, wobei B1 die Empfindlichste und E2 die Unempfindlichste war. Die Unterschiede ließen sich jedoch statistisch nicht absichern. Die Populationen variierten hinsichtlich der  $ED_{90}$  zwischen 320 und 521 g/ha Quinmerac, so dass hier die empfohlene Aufwandmenge von 500 g/ha gerade ausreichte, um alle Herkünfte sicher zu bekämpfen.

Die Feldhistorie, die für B1, B2, F4, F5 und R bekannt ist, besagt, dass eine Quinmerac-Anwendung in den letzten Jahren lediglich auf den Flächen der belgischen Herkünfte - und zwar bei B1 im Jahr 1993 sowie bei B2 im Jahr 1992 - erfolgte. Weitere Wirkstoffe aus der Gruppe der Chinolincarbonsäuren kamen nicht zum Einsatz. Offensichtlich hat die einmalige Anwendung von Quinmerac, zumindest im Zeitraum von 1990 bis 1995, nicht zu einer Selektion signifikant unempfindlicherer Herkünfte geführt.

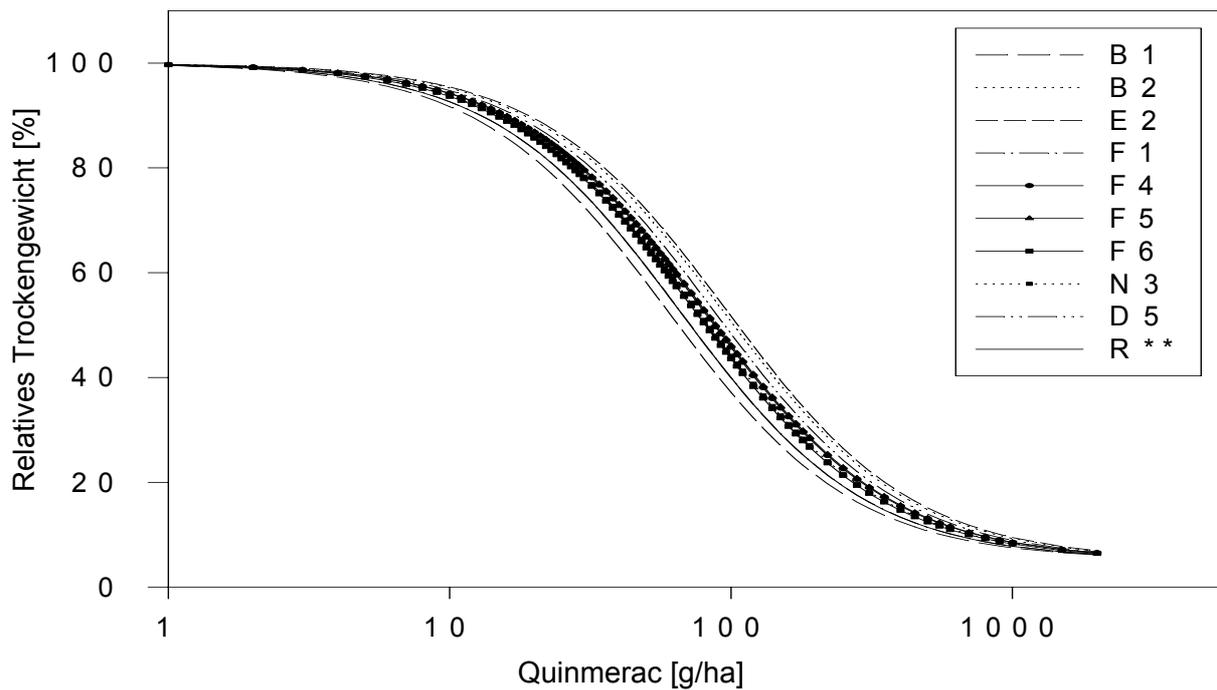


Abb. 7: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Quinmerac; B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*

Tab. 11: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Quinmerac

Herkunft	Quinmerac					
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	ED <sub>50</sub> [g/ha]	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	S	b
B1*	11,2	59,8	320	<b>1,0</b>	<b>a</b>	1,3
B2	17,6	94,1	504	1,6	a	1,3
E2	18,2	97,3	521	<b>1,6</b>	<b>a</b>	1,3
F1	12,3	66,0	353	1,1	a	1,3
F4	14,8	80,1	429	1,3	a	1,3
F5	15,2	81,2	435	1,4	a	1,3
F6	13,9	74,6	399	1,2	a	1,3
N3	14,2	76,0	407	1,3	a	1,3
D5	16,3	87,3	467	1,5	a	1,3
R**	12,3	65,9	353	1,1	a	1,3

B1 bis D5=Ackerpopulationen, \*\*=*G. spurium*; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

#### 4.1.5 Amidosulfuron

Wie Abb. 8 und Tab. 12 demonstrieren, verlaufen auch bei Amidosulfuron die Dosis-Wirkungskurven parallel. B2 war hier die Empfindlichste und F5 mit einer relativen Empfindlichkeit von 1,7 die Unempfindlichste, allerdings nicht signifikant. Die  $ED_{90}$  variierte zwischen 36 bis 61,6 g/ha Wirkstoff, so dass hier 120 bis 205 % der empfohlenen Aufwandmenge (30 g/ha) für eine erfolgreiche Bekämpfung der Herkünfte im Gewächshaus erforderlich war.

Wie die Feldhistorie, die für B1, B2, F4, F5 und DK3 vorliegt, zeigt, wurden - außer von F5 - alle Flächen in den vergangenen Jahren mit Wirkstoffen aus der Gruppe der Sulfonylharnstoffe behandelt. Bei B1 erfolgte im Jahr 1995 eine Applikation von Thifensulfuron-methyl. Bei B2 kam im Jahr 1993 Thifensulfuron-methyl in Kombination mit Metsulfuron-methyl und im Jahr 1995 Metsulfuron-methyl zur Anwendung. Bei DK3, wo die Feldhistorie allerdings erst ab 1992 vorliegt, erfolgte im selben Jahr eine Behandlung mit Tribenuron-methyl. Der Wirkstoff Amidosulfuron jedoch wurde lediglich bei F4, und zwar im Jahr 1995, angewandt. Da Amidosulfuron erst Ende der 80er-Jahre in den europäischen Markt eingeführt wurde, ist davon auszugehen, dass eine Selektion weniger Amidosulfuron-empfindlicher Herkünfte durch Einsatz dieses Wirkstoffes bis zum Zeitpunkt der Entnahme der Herkünfte von den Flächen nicht stattgefunden haben kann. Offensichtlich hat auch der Einsatz anderer Sulfonylharnstoffe nicht zu einer Selektion weniger empfindlicher Herkünfte gegenüber Amidosulfuron geführt.

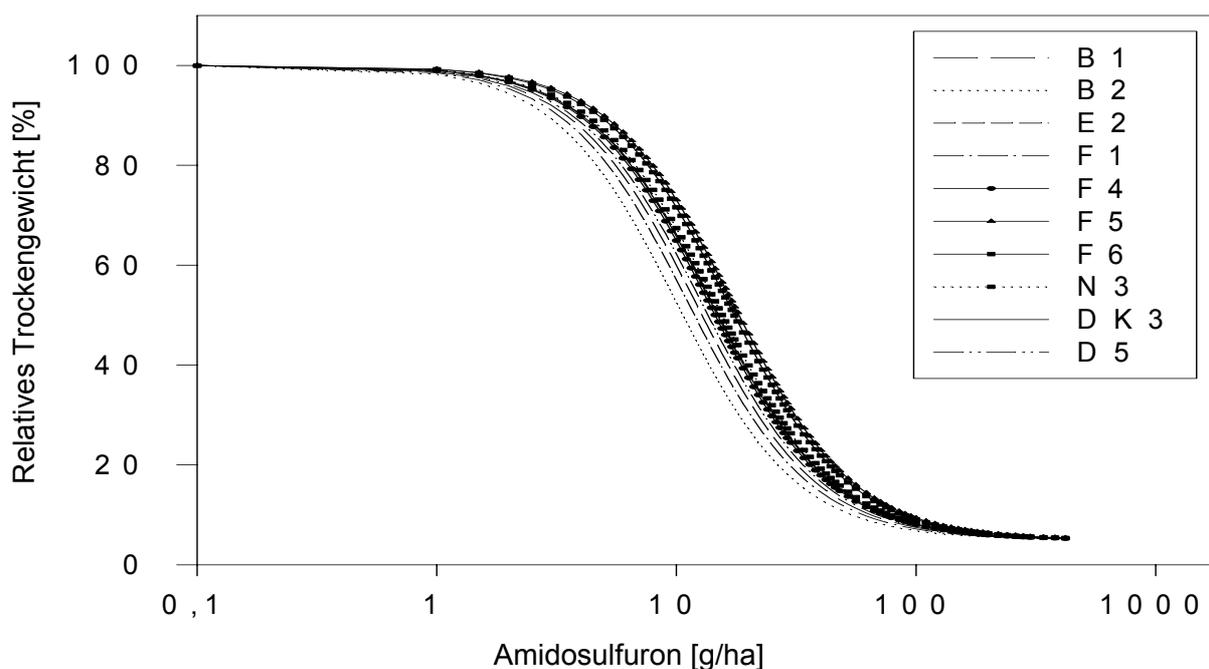


Abb. 8: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Amidosulfuron; B1 bis D5=Ackerpopulationen

Tab. 12: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Amidosulfuron

Herkunft	Amidosulfuron					
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	ED <sub>50</sub> [g/ha]	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	S	b
B1	3,4	12,1	43,2	1,2	a	1,7
B2*	2,7	10,0	36,4	<b>1,0</b>	<b>a</b>	1,7
E2	3,9	14,1	50,7	1,4	a	1,7
F1	3,1	11,2	40,2	1,1	a	1,7
F4	3,8	13,6	48,9	1,4	a	1,7
F5	4,8	17,2	61,6	<b>1,7</b>	<b>a</b>	1,7
F6	4,6	16,4	58,9	1,6	a	1,7
N3	4,1	14,6	52,3	1,5	a	1,7
DK3	3,9	14,0	50,1	1,4	a	1,7
D5	3,6	12,8	45,8	1,3	a	1,7

B1 bis D5=Ackerpopulationen; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

#### 4.1.6 Versuchsprodukt

Bei Behandlung mit dem über den Wirkmechanismus eines ALS-Inhibitors verfügenden Versuchsprodukt waren die größten Unterschiede zwischen den Herkünften bezüglich ihrer Empfindlichkeit festzustellen. Die Untersuchungen im Jahr 1996 resultierten, ähnlich wie bei Fluroxypyr, in drei verschiedenen Steigungen der Dosis-Wirkungskurven: a) B1, B2, E2, F4, F6, N3, DK3 und D5; b) F1; c) F5 (Abb. 9, Tab. 13). Dies führte dazu, dass sich die Reihenfolge der Herkünfte mit nicht-parallelem Kurvenverlauf hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit auf den verschiedenen Wirkungsniveaus änderte.

Im Bereich der ED<sub>10</sub> erwiesen sich B1 und DK3 als die empfindlichsten und F1 sowie F5 mit einer relativen Empfindlichkeit von 4,2 bzw. 6,3 als die unempfindlichsten Herkünfte. Auf dem Niveau der ED<sub>50</sub> war die Empfindlichste wiederum DK3, die sich zusammen mit B1, B2 und F1 signifikant von den unempfindlichsten Populationen F4 und F5, die über eine relative Empfindlichkeit von 2,6 bzw. 2,9 verfügen, unterscheiden. Hinsichtlich der ED<sub>90</sub> reagierten F1 und DK3 am sensitivsten, während Herkunft F4 mit einer relativen Empfindlichkeit von 6,8 am unempfindlichsten war - gefolgt von den Herkünften F6 und D5 mit Werten von jeweils 5,6 und N3 mit 4,8. Die unempfindlichste Population F4 benötigte somit 6,8-mal mehr Wirkstoff als die empfindlichste Herkunft F1, um eine 90%ige Wirkung zu erzielen. Alle Herkünfte

ließen sich jedoch mit maximal bis zu 28 % der empfohlenen Aufwandmenge (50 g/ha Wirkstoff) bekämpfen.

Die große Variabilität zwischen den Herkünften hinsichtlich der  $ED_{90}$  beruht insbesondere auf Herkunft F1, die deutlich empfindlicher als alle anderen Herkünfte reagierte. Würde man zur Berechnung der relativen Empfindlichkeiten die  $ED_{90}$  der zweitempfindlichsten Herkunft DK3 zugrunde legen, würden sich die Herkünfte maximal um den Faktor 2,6 unterscheiden.

Da es sich bei dem eingesetzten Versuchsprodukt um einen sich in der Entwicklung befindenden Wirkstoff handelt, können die ermittelten Unterschiede nicht auf eine Selektion weniger empfindlicher Herkünfte durch Einsatz dieses Wirkstoffes zurückzuführen sein, so dass diese auf einer natürlichen Variabilität der Herkünfte beruhen sollten. Ein Zusammenhang zwischen der Empfindlichkeit der Herkünfte und dem Einsatz anderer im Zeitraum von 1990 bis 1995 eingesetzter Wirkstoffe mit dem Wirkmechanismus eines ALS-Hemmers konnte ebenso nicht nachgewiesen werden: Wie bereits im vorangegangenen Kapitel bei Amidosulfuron dargestellt, erfolgten laut Feldhistorie, die für die Herkünfte B1, B2, F4, F5 und DK3 bekannt ist, auf allen Flächen - außer bei F5 – Behandlungen mit ALS-Hemmern, und zwar ausnahmslos aus der Gruppe der Sulfonylharnstoffe. Einmal behandelt wurde bei B1 (Thifensulfuron-methyl, 1995), F4 (Amidosulfuron, 1995) sowie DK3 (Tribenuron-methyl, 1992), wobei bei Letzterer die Feldhistorie erst ab 1992 vorliegt. Zwei Applikationen erfolgten bei B2 (Thifensulfuron-methyl kombiniert mit Metsulfuron-methyl, 1993 sowie Metsulfuron-methyl im Jahr 1995). Die auf dem Wirkungsniveau der  $ED_{90}$  unempfindlichste Herkunft F4 erfuhr somit im Zeitraum von 1990 bis 1995 lediglich eine ALS-Hemmer-Behandlung, während auf den Flächen der empfindlicheren Herkünfte B1, B2 und F5 im selben Zeitraum ein, zwei bzw. kein ALS-Hemmer-Einsatz stattgefunden hat.

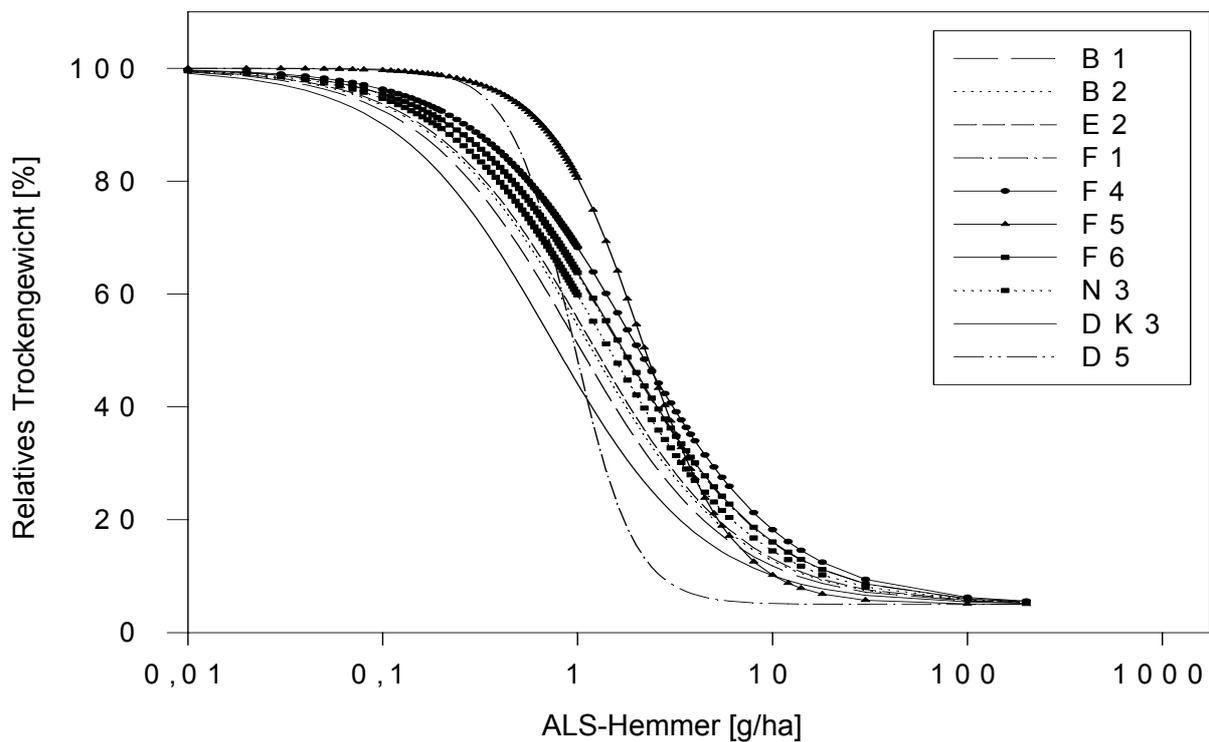


Abb. 9: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit dem Versuchsprodukt; B1 bis D5=Ackerpopulationen; 1996

Tab. 13: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber dem Versuchsprodukt; 1996

Herkunft	ALS-Hemmer							
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	RE	ED <sub>50</sub> [g/ha]	RE	S	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	b
B1	0,10	1,3	1,0	1,3	abc	7,1	3,4	1,1
B2	0,20	1,4	1,1	1,5	abc	8,1	3,9	1,1
E2	0,20	1,5	1,1	1,6	abcd	8,5	4,1	1,1
F1	0,41	4,2	0,89	1,3	ab	2,1	<b>1,0*</b>	2,8
F4	0,30	2,5	1,9	2,6	de	14,1	<b>6,8</b>	1,1
F5	0,62	<b>6,3</b>	2,1	<b>2,9</b>	<b>e</b>	7,1	3,4	1,8
F6	0,22	2,1	1,6	2,2	cde	11,7	5,6	1,1
N3	0,18	1,8	1,3	1,8	bcd	9,6	4,8	1,1
DK3	0,09	<b>1,0*</b>	0,71	<b>1,0*</b>	a	5,4	2,6	1,1
D5	0,20	2,1	1,5	2,1	cde	11,6	5,6	1,1

B1 bis D5=Ackerpopulationen; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

Im Jahr 1997 wurden, wie bei Fluroxypyr, weitere Herkünfte einschließlich der bereits im Vorjahr untersuchten Populationen B1 und E2 (die Ergebnisse dazu sind weiter unten aufgeführt) auf ihre Empfindlichkeit gegenüber dem ALS-Hemmer untersucht. Die Behandlung resultierte wiederum in nicht-parallelen Kurvenverläufen, wobei zwei verschiedene Steigungen der Dosis-Wirkungskurven ermittelt werden konnten: a) B1, E1, E2, F2, F3, N1, N2, DK1, DK2, K, D2, D3, D4, D6, D7 und die Heckenpopulation D8; b) DK3 (Abb. 10, Tab. 14).

Auf dem Wirkungsniveau der  $ED_{10}$  waren B1, F3, DK2, D2, D4 sowie die Heckenpopulation D8 die empfindlichsten und DK3 sowie N2 mit relativen Empfindlichkeiten von 2,6 bzw. 2,9 die unempfindlichsten Herkünfte. Hinsichtlich der  $ED_{50}$  reagierten B1, F3, DK2, D2, D4 und die Heckenpopulation D8 am sensitivsten. Sie unterschieden sich signifikant von den unempfindlichsten Populationen N2, DK1 sowie D7, die bis zu knapp drei Mal (N2) so viel Wirkstoff benötigten wie die empfindlichste Herkunft F3. Auf dem Wirkungsniveau der  $ED_{90}$  waren die Empfindlichsten B1, F3, DK2, DK3 und D2, die Unempfindlichsten wiederum N2, DK1 und D7, wobei Erstere mit einer relativen Empfindlichkeit von 3,7 wieder die unsensitivste Herkunft war. Die Heckenpopulation D8 zählte auf allen berechneten Wirkungsniveaus zu den Empfindlicheren und fiel somit, ähnlich wie bei Fluroxypyr, nicht aus dem Rahmen der Ackerherkünfte. Die für die Bekämpfung relevanten  $ED_{90}$ -Werte variierten mit 2,5 bis 9,1 g/ha Wirkstoff weniger als 1996 (2,1 bis 14,1 g/ha Wirkstoff). Mit lediglich maximal 18 % der empfohlenen Aufwandmenge (50 g/ha Wirkstoff), noch weniger als im Versuchsjahr 1996 und bei Fluroxypyr, konnten alle Herkünfte erfolgreich bekämpft werden.

Wie beim Versuch im Vorjahr, können die ermittelten Unterschiede zwischen den Herkünften nicht auf eine Selektion unempfindlicherer Populationen durch Einsatz dieses Wirkstoffes zurückzuführen sein, da dieser sich 1995 noch nicht auf dem Markt befand. Ein Zusammenhang zwischen der Empfindlichkeit der Herkünfte und dem Einsatz anderer im Zeitraum von ca. 1990 bis 1995 eingesetzter Wirkstoffe mit dem Wirkungsmechanismus eines ALS-Hemmers konnte auch hier nicht nachgewiesen werden. Laut Feldhistorie, die für die Herkünfte B1, E1, F2, DK1, DK2, DK3 und K vorliegt, wurden innerhalb des Zeitraumes 1990 bis 1995 auf den Flächen folgender Herkünfte Behandlungen mit ALS-Hemmern – und zwar ausnahmslos aus der Gruppe der Sulfonylharnstoffe - durchgeführt: B1 (Thifensulfuron-methyl, 1995), K (Triasulfuron, 1990 und 1993). Auf den Flächen von DK1, DK2 und DK3, bei denen die Feldhistorie ab 1992 bekannt ist, wurden folgende Sulfonylharnstoff-Behandlungen vorgenommen: DK1 (Metsulfuron-methyl, 1995), DK2 (Metsulfuron-methyl, 1993 und 1995), DK3 (Tribenuron-methyl, 1992). Keine ALS-Hemmer kamen hingegen bei E1 und F2, wo die Historie allerdings erst ab 1993 vorliegt, zum Einsatz sowie bei der Heckenpopulation D8. Zieht man einen Vergleich zwischen den Feldhistorien von B1 und K, wird deutlich, dass die

ein wenig unsensitivere Herkunft K mit insgesamt zwei Sulfonylharnstoff-Behandlungen eine mehr als die empfindlichere Herkunft B1 erfuhr. Auf den Flächen der beiden gleich empfindlichen Herkünfte E1 und F2 wurden, zumindest ab 1993, keine ALS-Hemmer-Behandlungen vorgenommen, und die in ihrer Historie generell mit Herbiziden unbehandelte Heckenpopulation D8 zählte stets zu den Empfindlichsten. Vergleicht man jedoch die Feldhistorien der dänischen Herkünfte, zeigt sich hingegen, dass die auf dem Wirkungsniveau der  $ED_{90}$  sensitivste Herkunft DK3 sowie die zu den Unempfindlicheren zählende Herkunft DK1 beide lediglich eine Sulfonylharnstoff-Behandlung erfuhren, während auf der Fläche der eher zu den Sensitiven zählenden Herkunft DK2 zwei Behandlungen vorgenommen wurden. Die Ursache für die ermittelten Reaktionsunterschiede liegt vermutlich in einer natürlichen Variabilität; selbst die Heckenpopulation D8, die in ihrer Historie generell keine Herbizidbehandlung erfuhr, war nicht empfindlicher als sämtliche Ackerpopulationen, sondern zählte lediglich zu den Empfindlichsten.

Beim Vergleich der im Jahr 1996 und 1997 erzielten Ergebnisse zeigte sich, dass die Variabilität zwischen den untersuchten Herkünften bezüglich der  $ED_{90}$  im Jahr 1997 mit einer maximalen relativen Empfindlichkeit von 3,7 kleiner war als im Vorjahr mit 6,8. Diese größeren Unterschiede im Jahr 1996 waren insbesondere auf die, im Vergleich zu allen anderen Herkünften, recht sensitive Herkunft F1 zurückzuführen, die als empfindlichste Herkunft zur Berechnung der relativen Empfindlichkeiten herangezogen wurde.

Von den sowohl 1996 als auch 1997 getesteten Herkünften B1 und E2 erwies sich in beiden Jahren E2 als die Unempfindlichere, wobei die Unterschiede zwischen den beiden Herkünften 1997 jedoch ein wenig stärker ausgeprägt waren. Die  $ED_{90}$ -Werte der beiden Herkünfte differierten in den beiden Jahren – vermutlich, wie bereits bei Fluroxypyr (s. Kapitel 4.1.3) diskutiert, aufgrund unterschiedlicher Witterungsbedingungen zu den Untersuchungszeiten und/oder leicht differierender Entwicklungsstadien. B1 erforderte im Jahr 1997 lediglich 46 % und E2 61 % der Wirkstoffmenge, die im Vorjahr für eine 90%ige Wirkung erforderlich war.

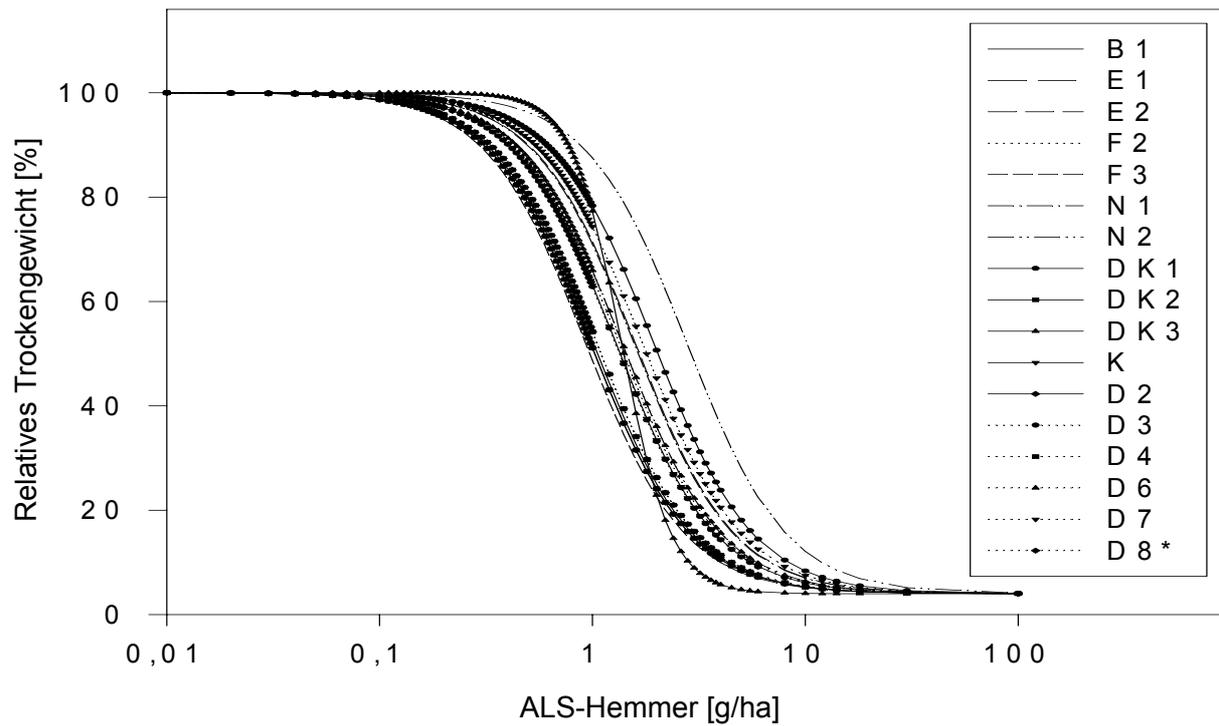


Abb. 10: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit dem Versuchsprodukt; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation; 1997

Tab. 14: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber dem Versuchsprodukt; 1997

Herkunft	ALS-Hemmer							
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	RE	ED <sub>50</sub> [g/ha]	RE	S	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	b
B1	0,31	1,1	1,0	1,1	ab	3,3	1,3	1,9
E1	0,42	1,4	1,4	1,5	abc	4,5	1,8	1,9
E2	0,49	1,7	1,6	1,7	bc	5,2	2,1	1,9
F2	0,41	1,4	1,3	1,4	abc	4,4	1,8	1,9
F3	0,29	<b>1,0**</b>	0,91	<b>1,0**</b>	<b>a</b>	2,9	1,2	1,9
N1	0,48	1,7	1,6	1,7	bc	5,1	2,1	1,9
N2	0,85	<b>2,9</b>	2,8	<b>3,1</b>	<b>d</b>	9,1	<b>3,7</b>	1,9
DK1	0,60	2,1	1,9	2,1	cd	6,3	2,6	1,9
DK2	0,31	1,0	1,0	1,1	ab	3,2	1,3	1,9
DK3	0,76	2,6	1,4	1,5	abc	2,5	<b>1,0**</b>	3,7
K	0,41	1,4	1,3	1,4	abc	4,2	1,7	1,9

Tab. 14: Fortsetzung

D2	0,30	1,0	1,0	1,1	ab	3,2	1,3	1,9
D3	0,39	1,3	1,3	1,4	abc	4,2	1,7	1,9
D4	0,32	1,1	1,1	1,1	ab	3,4	1,4	1,9
D6	0,42	1,4	1,4	1,5	abc	4,5	1,8	1,9
D7	0,53	1,8	1,7	1,8	c	5,6	2,3	1,9
D8*	0,32	1,1	1,1	1,1	ab	3,4	1,4	1,9

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*\*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

#### 4.1.7 Bentazon

Die Behandlung mit Bentazon resultierte in parallelen Dosis-Wirkungskurven (Abb. 11, Tab. 15). B1 und B2 reagierten am empfindlichsten und unterschieden sich signifikant von den unempfindlicheren Herkünften E2, F4, F5, F6, DK3 und F1, wobei Letztere mit einer relativen Empfindlichkeit von 2,3 am unempfindlichsten war. Die ED<sub>90</sub>-Werte variierten zwischen 741 und 1698 g/ha Wirkstoff, so dass mit 51-118 % der empfohlenen Aufwandmenge (1440 g/ha Bentazon) alle Herkünfte bekämpft werden konnten.

Laut Feldhistorie, die für B1, B2, F4, F5 ab 1990 und für DK3 ab 1992 vorliegt, wurde Bentazon in den letzten Jahren lediglich auf der Fläche der empfindlichen Herkunft B2 im Jahr 1991, nicht jedoch bei den signifikant unempfindlicheren Herkünften F4, F5, und DK3 angewandt. Weitere Wirkstoffe aus der Gruppe der Benzothiadiazinone konnten nicht zum Einsatz gelangen, da solche sich nicht auf dem Markt befinden. Es konnte somit auch hier kein Zusammenhang zwischen der Bentazon-Empfindlichkeit der Herkünfte und der Anwendung dieses Wirkstoffes festgestellt werden, so dass vermutlich auch hier die in diesem Rahmen ermittelten Unterschiede zwischen den Herkünften auf eine natürliche Variabilität dieser und nicht auf Selektionsprozesse, zumindest nicht im Zeitraum von ca. 1990 bis 1995, zurückzuführen sind.

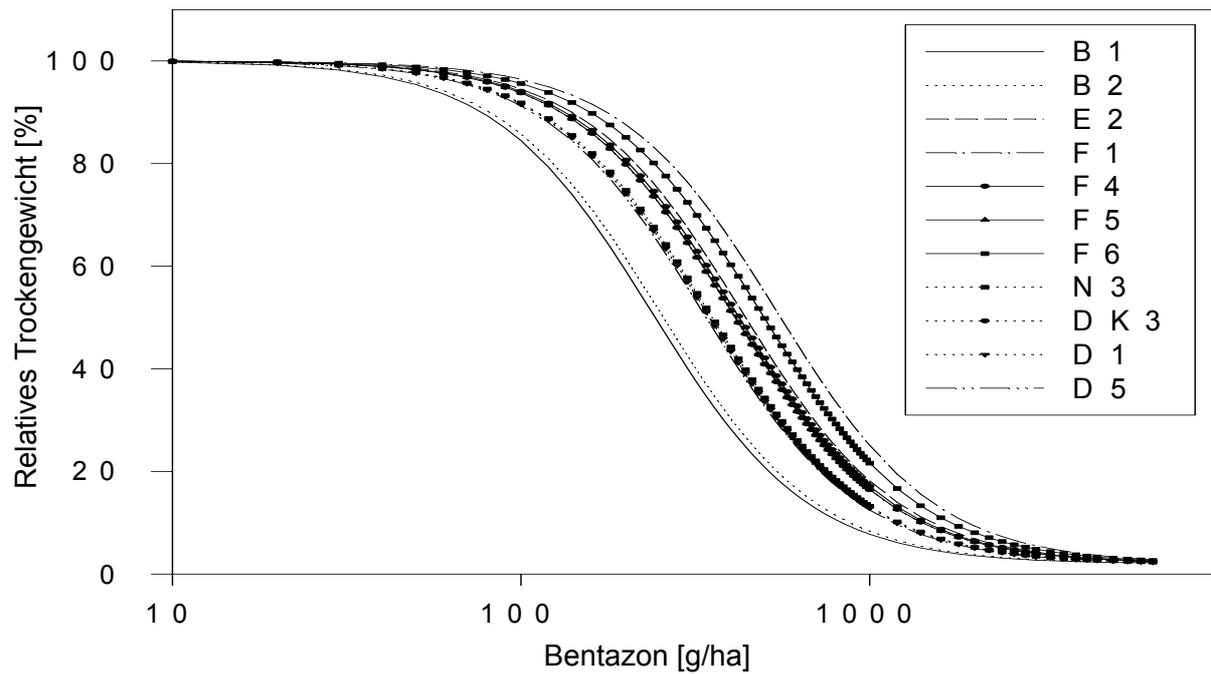


Abb. 11: Dosis-Wirkungskurven verschiedener *G. aparine*-Herkünfte bei Behandlung mit Bentazon; B1 bis D5=Ackerpopulationen

Tab. 15: Empfindlichkeit verschiedener *G. aparine*-Herkünfte gegenüber Bentazon

Herkunft	Bentazon					
	ED <sub>10</sub> [g/ha]	ED <sub>50</sub> [g/ha]	ED <sub>90</sub> [g/ha]	RE	S	b
B1*	76,1	237	741	<b>1,0</b>	<b>a</b>	1,9
B2	80,3	251	783	1,1	a	1,9
E2	138	432	1348	1,8	bc	1,9
F1	174	544	1698	<b>2,3</b>	<b>c</b>	1,9
F4	132	413	1291	1,7	bc	1,9
F5	129	403	1258	1,7	bc	1,9
F6	156	488	1523	2,1	bc	1,9
N3	111	346	1081	1,5	ab	1,9
DK3	129	403	1255	1,7	bc	1,9
D1	109	340	1063	1,4	ab	1,9
D5	107	333	1039	1,4	ab	1,9

B1 bis D5=Ackerpopulationen; RE=relative Empfindlichkeit; S=Signifikanzen ( $\alpha=0,05$ ), Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden; b=Steigung; \*=empfindlichste *G. aparine*-Herkunft

#### 4.1.8 Zusammenfassung

Anhand der Ergebnisse konnte aufgezeigt werden, dass Ackerpopulationen von *G. aparine* unterschiedlich empfindlich auf herbizide Wirkstoffe reagieren. Auf dem Wirkungsniveau der ED<sub>90</sub> konnten gegenüber Mecoprop-P (maximale RE=1,5) und Cinidon-ethyl (maximale RE=1,7) kleinere Unterschiede ermittelt werden, größere bei Behandlung mit Bentazon (maximale RE=2,3) sowie Fluroxypyr (maximale RE=2,6 und 2,2 im Jahr 1996 bzw. 1997). Die größte Variabilität wurde bei Einsatz des Versuchsproduktes ermittelt, wobei die unempfindlichste Herkunft 6,8- (1996) bzw. 3,7-mal (1997) mehr Wirkstoff erforderte als die jeweils empfindlichste Herkunft, um dieselbe Wirkung zu erzielen. Der Verlauf der Dosis-Wirkungskurven bei Fluroxypyr und dem Versuchsprodukt war in beiden Versuchsjahren nicht-parallel. Unterschiede zwischen den Herkünften bei Behandlung mit Amidosulfuron und Quinmerac ließen sich statistisch nicht absichern.

Obwohl bei Einsatz des Versuchsproduktes die größten Unterschiede ermittelt wurden, konnten alle Herkünfte mit deutlich weniger als der empfohlenen Aufwandmenge bekämpft werden; im Versuchsjahr 1997 reichten sogar lediglich 18 % für die Bekämpfung aller Populationen aus. Ähnlich war es bei Mecoprop-P, Cinidon-ethyl und Fluroxypyr, wo - außer bei Mecoprop-P - deutlich weniger als die Hälfte der empfohlenen Aufwandmenge erforderlich war. Hinsichtlich Quinmerac und Bentazon war die jeweils empfohlene Aufwandmenge knapp ausreichend, während bei Amidosulfuron etwa das Doppelte dieser benötigt wurde, um auch bei den unempfindlichsten Herkünften eine 90%ige Wirkung zu erzielen. Von resistenten Herkünften kann man hier jedoch nicht sprechen.

Zwischen den ermittelten Herbizidempfindlichkeiten der Herkünfte und den im Zeitraum von etwa 1990 bis 1995 durchgeführten herbiziden Bekämpfungsmaßnahmen auf den Flächen, von denen die Herkünfte stammten, konnte kein Kausalzusammenhang ermittelt werden; die etwas häufigere Anwendung eines Wirkstoffes auf einer Fläche in diesem Zeitraum resultierte nicht in gegenüber diesem Wirkstoff unempfindlicheren Herkünften, und umgekehrt führte ein weniger häufiger Einsatz nicht zu sensitiveren Herkünften. Offensichtlich führten die auf den Flächen der untersuchten Herkünfte durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen - zumindest im Zeitraum von ca. 1990 bis 1995 - nicht zu einer Selektion weniger empfindlicher Populationen. Die Ergebnisse, die mit Cinidon-ethyl und dem Versuchsprodukt erzielt wurden, machten deutlich, dass zumindest die hier ermittelten Unterschiede zwischen den Herkünften auf eine natürliche Variabilität zurückzuführen sein müssen; beide Wirkstoffe befanden sich vor 1995 noch nicht auf dem Markt. Somit konnten diese, nicht nur im Zeitraum von 1990 bis 1995, sondern auch vor Aufzeichnung der Feldhistorien, keine Selektion

weniger empfindlicher Herkünfte verursacht haben. Dass Selektionsprozesse, beruhend auf der mehr oder weniger häufigen Anwendung eines Wirkstoffes, nicht unbedingt die Ursache für die ermittelte Variabilität der Herkünfte sein müssen, wird durch die mit der Heckenpopulation D8 erzielten Ergebnisse bei dem Versuchsprodukt und auch bei Fluroxypyr bekräftigt; diese Herkunft, die in ihrer langjährigen Historie keinerlei Herbizidbehandlung erfuhr, reagierte hinsichtlich keines Wirkstoffes empfindlicher als die Ackerherkünfte; sie gehörte lediglich der Gruppe der empfindlicheren Populationen an und lag somit im Rahmen der übrigen *G. aparine*-Herkünfte.

Insgesamt betrachtet reagierten die Ackerherkünfte gegenüber den einzelnen Wirkstoffen unterschiedlich. Jedoch gehörten F1 und insbesondere B1 bei den meisten Wirkstoffen stets der Gruppe der empfindlichsten Herkünfte an; F1 zählte zu den Empfindlichsten bei Mecoprop-P, Fluroxypyr, dem Versuchsprodukt, Quinmerac und Amidosulfuron, wobei allerdings bei den beiden letzteren Wirkstoffen die Unterschiede zwischen den untersuchten Herkünften nicht signifikant waren. B1 gehörte sogar bei allen eingesetzten Wirkstoffen zu den Empfindlichsten. Im Gegensatz dazu ließen sich keine Populationen ermitteln, die bei fast allen eingesetzten Herbiziden zu den Unempfindlichsten zählten.

Herkünfte, die von relativ nah aneinander liegenden Flächen herrührten wie beispielsweise F4, F5 und F6 (Versuche 1996: Mecoprop-P, Cinidon-ethyl, Fluroxypyr, Quinmerac, Amidosulfuron, Versuchsprodukt, Bentazon), DK1, DK2 und DK3 sowie D2, D3, D4, D6, D7 (Versuche 1997: Fluroxypyr, Versuchsprodukt) reagierten genauso unterschiedlich gegenüber den einzelnen Wirkstoffen wie Herkünfte, die von weiter voneinander entfernten Flächen stammten. Regionen, in denen gegenüber einem Wirkstoff eindeutig empfindlichere bzw. unempfindlichere Herkünfte dominieren, konnten nicht aufgefunden werden.

Die Untersuchungen mit den Vergleichsherkünften B1 und E2 (Fluroxypyr und Versuchsprodukt) zeigten, dass die erzielten Ergebnisse weitgehend wiederholbar sind; die Rangfolge der Herkünfte bezüglich ihrer Herbizidempfindlichkeit blieb zu den verschiedenen Untersuchungszeiten konstant, jedoch differierten die erforderlichen Dosierungen, um eine bestimmte Wirkung zu erzielen.

Des Weiteren konnte aufgezeigt werden, dass der Großteil der Herkünfte gegenüber Wirkstoffen mit gleichem Wirkmechanismus - wie gegenüber Mecoprop-P, Fluroxypyr und Quinmerac als Vertreter der synthetischen Auxine oder dem Versuchsprodukt und Amidosulfuron mit dem Wirkmechanismus eines ALS-Hemmers - verschieden reagierte. Eine größere Empfindlichkeit gegenüber einem Wirkstoff bedingte nicht eine ebenso solche gegenüber

einem Wirkstoff aus der gleichen chemischen Gruppe bzw. mit gleichem Wirkmechanismus und umgekehrt.

Die *G. sparium*-Herkunft R, die hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber Mecoprop-P, Cinidon-ethyl, Fluroxypyr und Quinmerac untersucht wurde, tendierte hinsichtlich sämtlicher Wirkstoffe zu den Empfindlichsten. Bei Behandlung mit Cinidon-ethyl und Mecoprop-P reagierte sie empfindlicher als *G. aparine*, jedoch nur bei letzterem Wirkstoff signifikant.

## 4.2 Morphologie und Phänologie verschiedener *G. aparine*-Herkünfte

Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, zu überprüfen, ob und inwiefern Ackerherkünfte von *G. aparine* aus Europa sich hinsichtlich morphologischer und phänologischer Merkmale wie u. a. der Haupttrieblänge, des Blühbeginns und des Samenertrages voneinander unterscheiden. Zum Vergleich wurde eine Heckenpopulation von *G. aparine* (D8) sowie eine Herkunft von *G. spurius* (R) mit in die Untersuchungen einbezogen. Die Erhebungen wurden hinsichtlich der meisten Parameter in der Regel zu zwei oder drei aufeinander folgenden Terminen vorgenommen, um einen Eindruck über die Entwicklung der einzelnen Herkünfte während eines größeren Zeitraumes zu erhalten. Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den einzelnen Erhebungsparametern aufgeführt. Anschließend wird zusammenfassend aufgezeigt, bei welchen Parametern die größten Unterschiede ermittelt werden konnten und welche Herkünfte bezüglich einzelner Merkmalsausprägungen besonders herausragten. Des Weiteren wurde untersucht, wie stark einzelne Parameter miteinander korrelieren und aufgeführt, ob und inwiefern ein Zusammenhang zwischen den Merkmalsausprägungen mit der geographischen Herkunft der Populationen und der Feldhistorie (Fruchtfolge) besteht. Anhand einer hierarchischen Clusteranalyse wurden sämtliche Herkünfte hinsichtlich der Gesamtheit ihrer Merkmalsausprägungen charakterisiert. Abschließend wurde analysiert, ob möglicherweise die Ausprägung bestimmter Merkmale mit der Herbizidempfindlichkeit der Herkünfte korreliert.

### 4.2.1 Haupttrieblänge

Wie die Ergebnisse zeigen, verfügten die Herkünfte über unterschiedlich lange Haupttriebe (Abb. 12, Tab. 16). Sie variierten zum ersten Termin zwischen 21,2 und 30,0 cm, zum zweiten zwischen 37,1 und 52,1 cm und zum dritten Termin zwischen 65,1 und 81,8 cm. Die Unterschiede zwischen den Herkünften waren zu allen drei Terminen nahezu gleich groß; die Herkunft mit dem längsten Haupttrieb verfügte jeweils über einen 1,3-1,4-mal längeren als die mit dem kürzesten. Es waren jedoch - mit Ausnahme von F3 und K, die stets der Gruppe mit längstem Haupttrieb angehörten - nicht immer die gleichen Populationen, die zu denen mit kürzestem bzw. längstem Haupttrieb zählten; zum ersten Termin konnte sich insbesondere K mit dem längsten Haupttrieb deutlich von der Mehrzahl der übrigen Herkünfte abheben. K unterschied sich signifikant von den kürzesten Herkünften F4 und F5 und dem Großteil der übrigen Populationen. Gleiches traf für F3 zum zweiten Termin zu, die sich signifikant von den kürzesten Herkünften N1, B1 und den meisten übrigen Populationen unterschied. Zum dritten Termin verfügte K wiederum über den längsten Haupttrieb und N3

über den kürzesten, jedoch nicht signifikant. Über alle Erhebungstermine hinweg betrachtet, waren D6, F3 sowie K die längsten und N3, E1 und F5 die kürzesten Herkünfte. Es zeigte sich, zumindest tendenziell, dass die Populationen mit kürzeren Haupttrieben überwiegend aus den nördlicheren Regionen stammten und die mit den längeren aus den südlicheren Gebieten. Die Heckenpopulation D8 sowie die *G. spurium*-Herkunft R wichen hinsichtlich dieses Parameters nicht von den übrigen Herkünften ab.

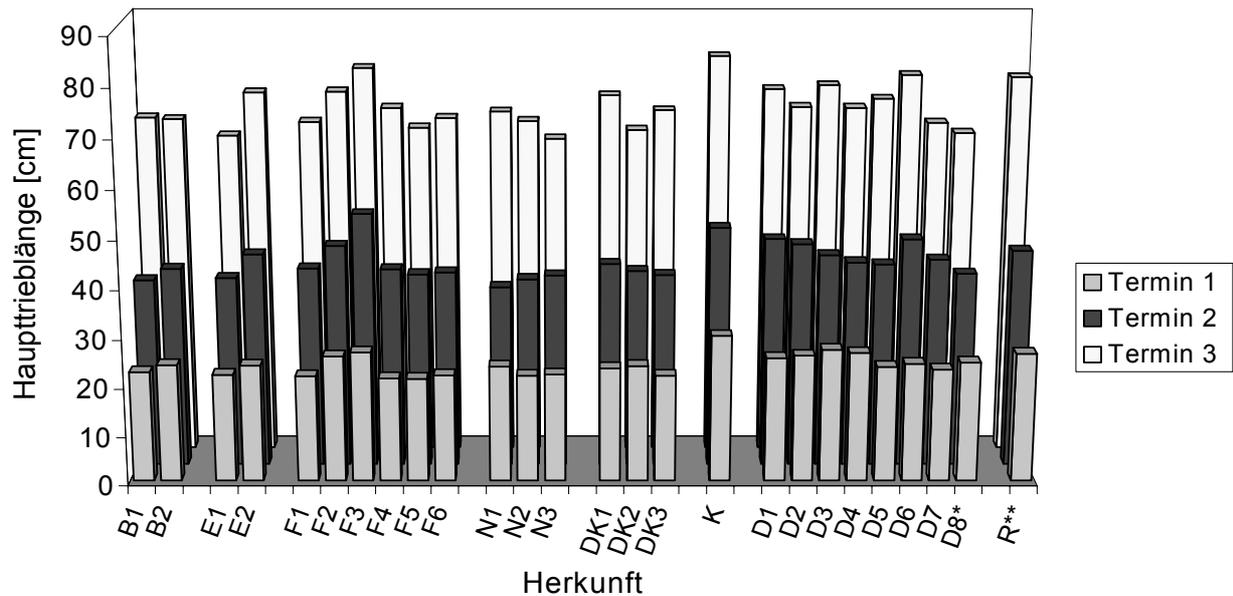


Abb. 12: Haupttrieblängen verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle)

Tab. 16: Haupttrieblängen verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen

Herkunft	Haupttrieblänge [cm]					
	Termin 1		Termin 2		Termin 3	
B1	22,5	b c	38,5	c	69,4	a
B2	24,0	b c	40,8	b c	69,1	a
E1	22,0	b c	39,0	c	65,7	a
E2	23,9	b c	43,8	a b c	74,5	a
F1	21,8	b c	40,9	b c	68,5	a
F2	25,8	a b c	45,6	a b c	74,7	a
F3	26,7	a b c	<b>52,1</b>	<b>a</b>	79,4	a
F4	<b>21,3</b>	<b>c</b>	40,8	b c	71,4	a
F5	<b>21,2</b>	<b>c</b>	39,7	b c	67,3	a
F6	21,9	b c	40,1	b c	69,3	a
N1	23,8	b c	<b>37,1</b>	<b>c</b>	70,6	a
N2	21,8	b c	38,7	c	68,6	a
N3	22,1	b c	39,5	b c	<b>65,1</b>	<b>a</b>
DK1	23,3	b c	41,8	b c	73,9	a
DK2	23,8	b c	40,4	b c	66,9	a
DK3	21,8	b c	39,6	b c	70,9	a
K	<b>30,0</b>	<b>a</b>	49,3	a b	<b>81,8</b>	<b>a</b>
D1	25,5	a b c	47,0	a b c	75,2	a
D2	25,9	a b c	45,9	a b c	71,5	a
D3	27,2	a b	43,7	a b c	76,0	a
D4	26,5	a b c	42,2	a b c	71,4	a
D5	23,6	b c	41,8	b c	73,2	a
D6	24,3	a b c	46,9	a b c	78,0	a
D7	23,1	b c	42,7	a b c	68,3	a
D8*	24,5	a b c	39,9	b c	66,2	a
R**	26,4	a b c	44,6	a b c	77,6	a

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

#### 4.2.2 Anzahl der Quirle am Haupttrieb

Mit der Haupttrieblänge nahm auch die Quirlzahl am Haupttrieb im Laufe der Entwicklung zu (Abb. 13, Tab. 17). Zum ersten Termin verfügten die Haupttriebe über 7,2-8,7, zum zweiten über 9,9-11,3 und zum dritten Termin über 13,0-16,4 Quirle. Dabei waren zwischen den Herkünften hinsichtlich dieses Parameters kleinere Unterschiede zu verzeichnen als bei der Haupttrieblänge; die Population mit den meisten Quirlen verfügte in Abhängigkeit vom betrachteten Erhebungstermin über 1,1-1,3 mehr Quirle als die mit der geringsten Quirlzahl. Eine eindeutige Zu- oder Abnahme der Unterschiede zwischen den Herkünften im Zeitablauf konnte, ebenso wie bei der Haupttrieblänge, nicht festgestellt werden. Zu allen drei Terminen waren die Unterschiede zwischen den Populationen mit kleinster und größter Quirlzahl signifikant. Es waren jedoch auch hinsichtlich dieses Merkmales nicht immer - aber doch recht häufig - die gleichen Herkünfte, die über die wenigsten bzw. meisten Quirle verfügten. Zum ersten Termin unterschieden sich F1, F6 und F5 und E1 signifikant von den über die meisten Quirle verfügenden Herkünften B2 und DK3. Zum zweiten Termin waren wiederum E1 und F5 diejenigen mit den wenigsten Quirlen und signifikant verschieden von D7 mit der größten Quirlzahl. Zum dritten Termin war, wie zuvor, F5 die Population mit den wenigsten Quirlen und signifikant verschieden von DK1, B2, N2, N1, D7 sowie der *G. spurium*-Herkunft R. Über alle Erhebungszeitpunkte hinweg betrachtet, verfügten F5, F1 und E1 über die wenigsten und B2, N1 und D7 über die meisten Quirle am Haupttrieb. Die Heckenpopulation D8 sowie die *G. spurium*-Herkunft R wichen nicht von den Ackerherkünften ab.

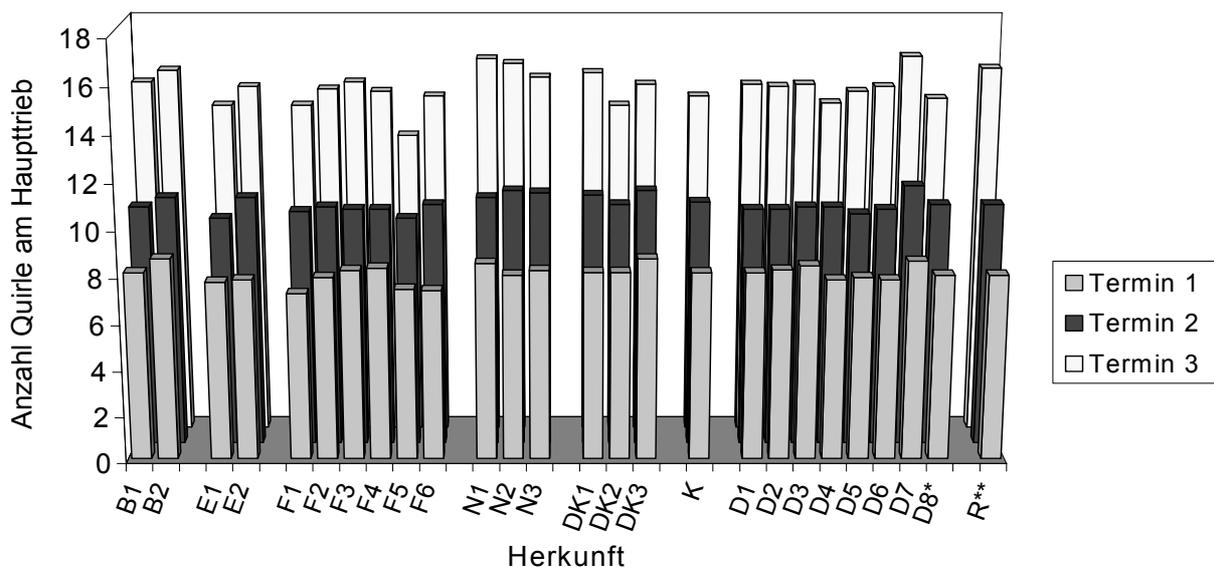


Abb. 13: Anzahl der Quirle verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle)

Tab. 17: Anzahl der Quirle am Haupttrieb verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen

Herkunft	Quirlzahl					
	Termin 1		Termin 2		Termin 3	
B1	8,1	a b c d	10,4	a b	15,3	a b
B2	<b>8,7</b>	<b>a</b>	10,8	a b	15,8	a
E1	7,7	b c d	<b>9,9</b>	<b>b</b>	14,3	a b
E2	7,8	a b c d	10,8	a b	15,1	a b
F1	<b>7,2</b>	<b>d</b>	10,2	a b	14,3	a b
F2	7,9	a b c d	10,4	a b	15,0	a b
F3	8,2	a b c	10,3	a b	15,3	a b
F4	8,3	a b c	10,3	a b	14,9	a b
F5	7,4	c d	<b>9,9</b>	<b>b</b>	<b>13,0</b>	<b>b</b>
F6	7,3	c d	10,5	a b	14,7	a b
N1	8,5	a b	10,8	a b	16,3	a
N2	8,0	a b c d	11,1	a b	16,1	a
N3	8,2	a b c	11,0	a b	15,5	a b
DK1	8,1	a b c d	10,9	a b	15,7	a
DK2	8,1	a b c d	10,5	a b	14,3	a b
DK3	<b>8,7</b>	<b>a</b>	11,1	a b	15,2	a b
K	8,1	a b c d	10,6	a b	14,7	a b
D1	8,1	a b c d	10,3	a b	15,2	a b
D2	8,2	a b c	10,3	a b	15,1	a b
D3	8,4	a b	10,4	a b	15,2	a b
D4	7,8	a b c d	10,4	a b	14,4	a b
D5	7,9	a b c d	10,1	a b	14,9	a b
D6	7,8	a b c d	10,3	a b	15,1	a b
D7	8,6	a b	<b>11,3</b>	<b>a</b>	<b>16,4</b>	<b>a</b>
D8*	8,0	a b c d	10,5	a b	14,6	a b
R**	8,0	a b c d	10,5	a b	15,9	a

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

### 4.2.3 Länge der Internodien des Haupttriebes

Zum ersten Termin verfügten die Herkünfte über Haupttriebe mit Internodien von durchschnittlich 2,5-3,7 cm Länge, zum zweiten von 3,4-5,1 cm und zum letzten Erhebungszeitpunkt von 4,2-5,6 cm Länge (Abb. 14, Tab. 18). Die Herkünfte mit kürzesten und längsten Internodien unterschieden sich über alle Erhebungstermine hinweg betrachtet in ähnlichem Ausmaß voneinander, und zwar bis um das 1,3-1,5fache. Im Vergleich zum Parameter Haupttrieblänge und Quirlzahl am Haupttrieb waren die Unterschiede zwischen den Herkünften somit hier ein wenig größer. Zu den einzelnen Terminen waren es auch bei diesem Parameter verschiedene Populationen, die über die kürzesten bzw. längsten Internodien verfügten. Zum ersten Termin hatten DK3 und F4 signifikant kürzere Internodien als D3, R, F2, F3, D4 und K. Zum zweiten Termin verfügten dagegen N1, N2 und DK3 über signifikant kürzere Internodien als D2, D1, D6, K und F3. N3 und D7 waren zum letzten Termin die Herkünfte mit signifikant kürzeren Internodien als F3 und K. Über alle Termine hinweg betrachtet, verfügten N1, N2 und N3 über die kürzesten und F3 sowie K mit ihren langen Haupttrieben über die längsten Internodien. Es zeigte sich, dass Herkünfte, die über einen langen Haupttrieb verfügten auch lange Internodien besaßen, nicht jedoch unbedingt mehr Quirle. Wie bereits weiter oben aufgeführt, tendierten Herkünfte aus den nördlichen Regionen zu kürzeren Haupttrieben - und somit auch zu kürzeren Internodien - als die aus den südlicheren Gebieten. Die Heckenpopulation D8 und die *G. spurium*-Herkunft R unterschieden sich nicht von den Ackerpopulationen.

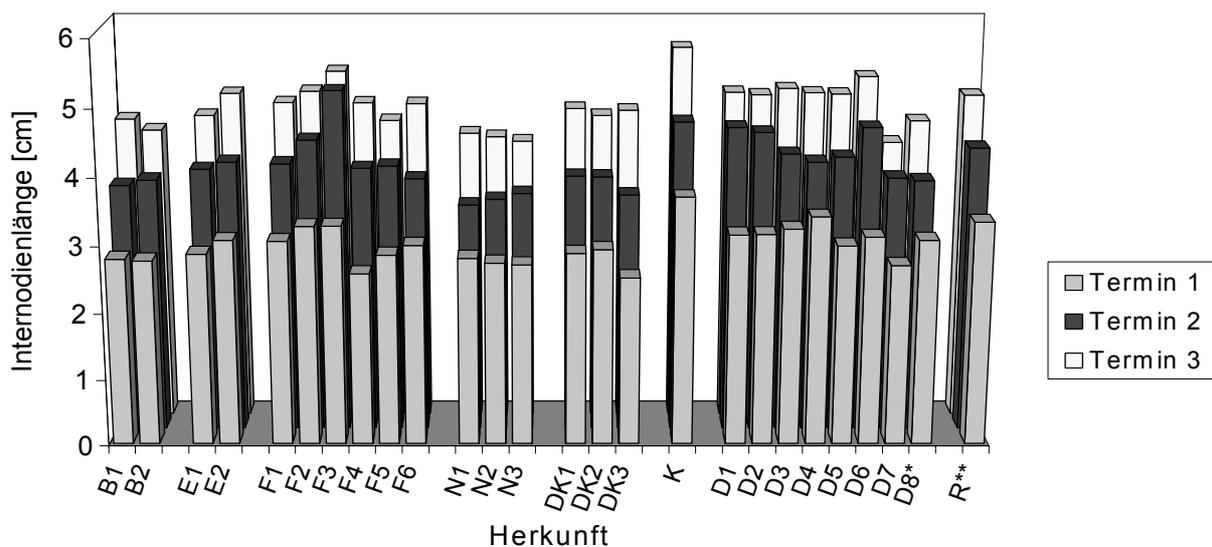


Abb. 14: Länge der Internodien des Haupttriebes verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle)

Tab. 18: Länge der Internodien des Haupttriebes verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen

Herkunft	Internodienlänge [cm]					
	Termin 1		Termin 2		Termin 3	
B1	2,8	b c d	3,7	c d e f	4,5	b c
B2	2,8	c d	3,8	b c d e f	4,4	b c
E1	2,9	b c d	3,9	b c d e f	4,6	a b c
E2	3,1	a b c d	4,1	b c d e f	4,9	a b c
F1	3,0	a b c d	4,0	b c d e f	4,8	a b c
F2	3,3	a b c	4,4	a b c d e	5,0	a b c
F3	3,3	a b c	<b>5,1</b>	<b>a</b>	5,3	a b
F4	2,6	d	4,0	b c d e f	4,8	a b c
F5	2,8	b c d	4,0	b c d e f	4,5	b c
F6	3,0	b c d	3,8	b c d e f	4,8	a b c
N1	2,8	b c d	<b>3,4</b>	f	4,3	b c
N2	2,7	c d	3,5	e f	4,3	b c
N3	2,7	c d	3,6	d e f	<b>4,2</b>	<b>c</b>
DK1	2,9	b c d	3,8	b c d e f	4,7	a b c
DK2	2,9	b c d	3,8	b c d e f	4,6	a b c
DK3	<b>2,5</b>	d	3,6	e f	4,7	a b c
K	<b>3,7</b>	<b>a</b>	4,6	a b	<b>5,6</b>	<b>a</b>
D1	3,1	a b c d	4,6	a b c	4,9	a b c
D2	3,2	a b c d	4,5	a b c d	4,9	a b c
D3	3,2	a b c	4,2	b c d e f	5,0	a b c
D4	3,4	a b	4,1	b c d e f	4,9	a b c
D5	3,0	b c d	4,1	b c d e f	4,9	a b c
D6	3,1	a b c d	4,6	a b c	5,2	a b c
D7	2,7	c d	3,8	b c d e f	<b>4,2</b>	<b>c</b>
D8*	3,1	a b c d	3,8	b c d e f	4,5	b c
R**	3,3	a b c	4,3	a b c d e f	4,9	a b c

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

#### 4.2.4 Anzahl der Blätter am Haupttrieb

Mit der Quirlzahl nahm auch die Blattzahl am Haupttrieb im Laufe der Entwicklung zu (Abb. 15, Tab. 19). Die Variabilität der Herkünfte hinsichtlich dieses Parameters war ähnlich groß wie beim Parameter Quirlzahl und somit relativ klein; die Herkunft mit der größten Blattzahl hatte zu beiden Erhebungsterminen 1,2-mal mehr Blätter als die mit der geringsten. Zum ersten Termin verfügten die Haupttriebe über 41,6-51,1 Blätter, wobei die Haupttriebe von F1, F5, F6 mit den wenigsten Blättern ausgestattet waren und sich signifikant von F4, DK2, B2, DK3 und D7 mit den meisten Blättern unterschieden. Zum zweiten Termin konnten zwischen den *G. aparine*-Herkünften keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Mit 67,8 Blättern war jedoch die *G. spurium*-Herkunft R diejenige mit den meisten Blättern und unterschied sich von F5 mit 56,9 Blättern signifikant. Über alle Termine hinweg betrachtet, zählten F5, F1 und E1 zu den Populationen mit den wenigsten Blättern und DK3, D7 sowie die *G. spurium*-Herkunft R zu denen mit den meisten Blättern am Haupttrieb. Die Heckenpopulation D8 lag somit auch hinsichtlich dieses Parameters im Rahmen der Ackerpopulationen. Die größere Blattzahl von R zum zweiten Termin resultierte daraus, dass deren Quirle über mehr Blätter verfügten als die von *G. aparine*; der fünfte Quirl, der für weitere Untersuchungen der Blätter (Blattfläche etc., s. weiter unten) herausgegriffen wurde, bestand in der Regel aus sieben, statt wie bei *G. aparine* aus sechs Blättern.

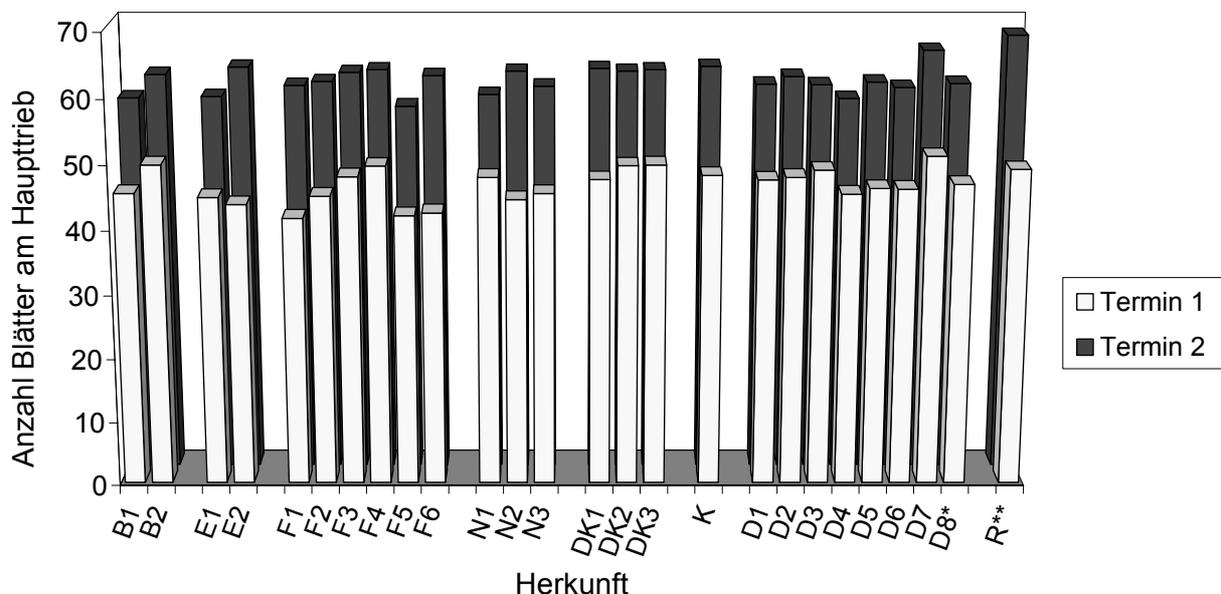


Abb. 15: Anzahl der Blätter am Haupttrieb verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu zwei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle)

Tab. 19: Anzahl der Blätter am Haupttrieb verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu zwei Terminen

Herkunft	Anzahl Blätter am Haupttrieb			
	Termin 1		Termin 2	
B1	45,4	a b c d e	58,2	a b
B2	49,8	a b	61,8	a b
E1	44,8	a b c d e	58,4	a b
E2	43,7	b c d e	62,9	a b
F1	<b>41,6</b>	e	60,1	a b
F2	45,0	a b c d e	60,7	a b
F3	48,0	a b c d e	62,1	a b
F4	49,6	a b	62,5	a b
F5	42,0	d e	<b>56,9</b>	<b>b</b>
F6	42,4	c d e	61,6	a b
N1	47,9	a b c d e	58,7	a b
N2	44,5	a b c d e	62,3	a b
N3	45,4	a b c d e	60,0	a b
DK1	47,6	a b c d e	62,7	a b
DK2	49,7	a b	62,3	a b
DK3	49,8	a b	62,5	a b
K	48,2	a b c d e	63,0	a b
D1	47,5	a b c d e	60,3	a b
D2	47,9	a b c d e	61,5	a b
D3	49,0	a b c d	60,2	a b
D4	45,3	a b c d e	58,1	a b
D5	46,2	a b c d e	60,6	a b
D6	46,1	a b c d e	59,8	a b
D7	<b>51,1</b>	<b>a</b>	<b>65,5</b>	<b>a b</b>
D8*	46,8	a b c d e	60,4	a b
R**	49,1	a b c	<b>67,8</b>	<b>a</b>

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

#### 4.2.5 Anzahl der Nebentriebe erster und zweiter Ordnung

##### Anzahl der Nebentriebe erster Ordnung

Auch hinsichtlich der Zahl der Nebentriebe erster Ordnung unterschieden sich die Herkünfte signifikant voneinander (Abb. 16, Tab. 20). Die Variabilität der Herkünfte war zu beiden Erhebungsterminen gleich groß und lag in ähnlicher Größenordnung wie beim Parameter Haupttrieblänge; die Herkunft mit den meisten Nebentrieben verfügte zu beiden Terminen über 1,4-mal mehr Nebentriebe als die mit den wenigsten. Zum ersten Termin unterschieden sich die Herkünfte F6 sowie F5 mit 13,4 bzw. 13,8 Nebentrieben signifikant von D1, D2 und D4 mit 17,3-18,4 Nebentrieben. Zum zweiten Termin waren F4, F6 und B1 mit 19,5-20,2 Nebentrieben signifikant verschieden von B2, D2, D6 und D4, die über 24,6-26,9 Nebentriebe erster Ordnung verfügten. Über beide Erhebungstermine hinweg betrachtet, zählten N2, F3, F4, F5 und F6 zu den Populationen mit den wenigsten und B2, D2, D6 sowie D4 zu denen mit den meisten Nebentrieben erster Ordnung. Die Heckenpopulation D8 sowie die *G. spurium*-Herkunft R lagen im Rahmen der Ackerherkünfte. Auffällig war, dass die deutschen Herkünfte zu einer geringfügig größeren Zahl Nebentriebe erster Ordnung tendierten als z. B. die Herkünfte aus Frankreich.

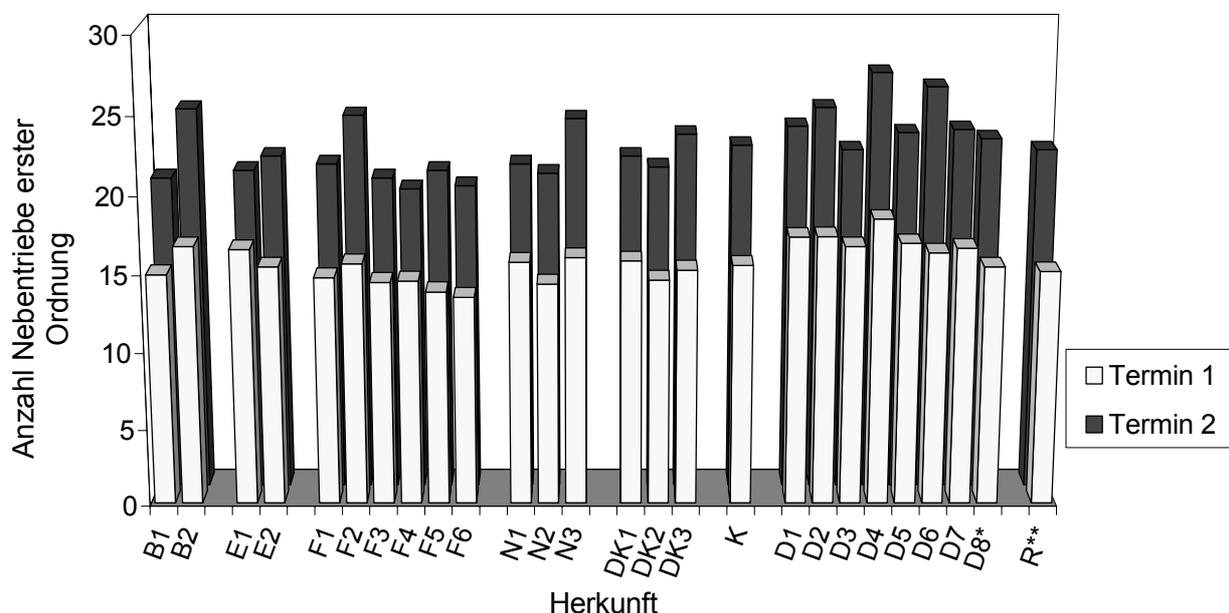


Abb. 16: Anzahl der Nebentriebe erster Ordnung verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu zwei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle)

### Anzahl der Nebentriebe zweiter Ordnung

Die Variabilität zwischen den Herkünften hinsichtlich dieses Parameters war ähnlich groß wie die bei den Nebentrieben erster Ordnung (Abb. 17, Tab. 20). Die *G. aparine*-Herkünfte variierten zu beiden Erhebungsterminen maximal um den Faktor 1,5. Zum ersten Termin unterschied sich F1 mit 14,3 Nebentrieben signifikant von D2, die über 22 Nebentriebe zweiter Ordnung verfügte. Wiederum F1, aber auch F3 mit 27,4 bzw. 28,4 Nebentrieben waren zum zweiten Termin signifikant von DK3, D7, N1, B2 und ebenso wieder D2, die mit 41,1 über die größte Anzahl Nebentriebe zweiter Ordnung verfügte, verschieden. Die Heckenpopulation D8 lag auch hinsichtlich dieses Parameters im Rahmen der Ackerherkünfte. Die *G. spurium*-Herkunft R hatte zu beiden Erhebungszeitpunkten die wenigsten Nebentriebe zweiter Ordnung entwickelt. Zum zweiten Termin unterschied sie sich von dem Großteil der Herkünfte signifikant. Über alle Termine hinweg betrachteten zählten F1, F3, F5, N2 sowie die *G. spurium*-Herkunft R zu denen mit den wenigsten und N1, D7, B2 und D2 zu den Populationen mit den meisten Nebentrieben zweiter Ordnung. Die deutschen Herkünfte tendierten nicht nur zu mehr Nebentrieben erster, sondern auch zu einer etwas größeren Anzahl von Nebentrieben zweiter Ordnung im Vergleich zu beispielsweise den französischen Herkünften.

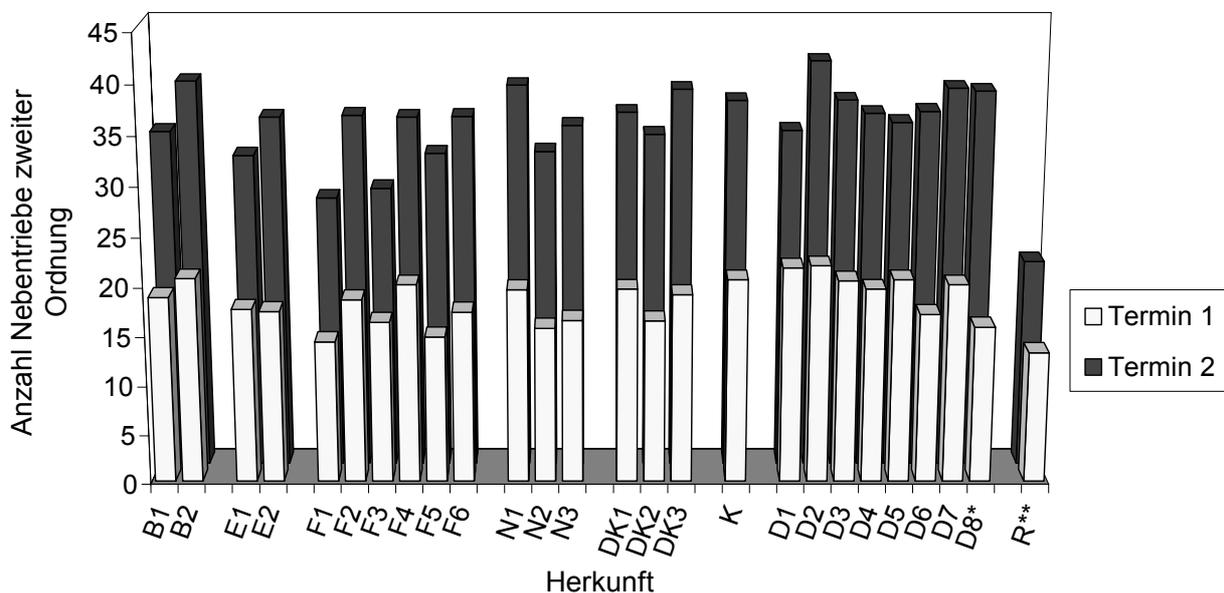


Abb. 17: Anzahl der Nebentriebe zweiter Ordnung verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu zwei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle)

Tab. 20: Anzahl der Nebentriebe erster und zweiter Ordnung verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu zwei Terminen

Herkunft	Zahl Nebentriebe erster Ordnung				Zahl Nebentriebe zweiter Ordnung			
	Termin 1		Termin 2		Termin 1		Termin 2	
B1	14,9	b c d	20,2	e f	18,8	a b c	34,1	a b c
B2	16,7	a b c d	24,6	a b c d	20,7	a b c	39,1	a
E1	16,5	a b c d	20,7	c d e f	17,6	a b c	31,7	a b c
E2	15,4	a b c d	21,6	c d e f	17,4	a b c	35,5	a b c
F1	14,7	b c d	21,1	c d e f	<b>14,3</b>	<b>b c</b>	<b>27,4</b>	<b>c d</b>
F2	15,6	a b c d	24,2	a b c d e	18,6	a b c	35,7	a b c
F3	14,4	b c d	20,2	e f	16,3	a b c	28,4	b c d
F4	14,5	b c d	<b>19,5</b>	<b>f</b>	20,1	a b c	35,5	a b c
F5	13,8	c d	20,7	c d e f	14,8	a b c	31,9	a b c
F6	<b>13,4</b>	<b>d</b>	19,7	f	17,3	a b c	35,6	a b c
N1	15,7	a b c d	21,1	c d e f	19,6	a b c	38,7	a
N2	14,3	b c d	20,5	d e f	15,7	a b c	32,1	a b c
N3	16,0	a b c d	24,0	a b c d e	16,5	a b c	34,7	a b c
DK1	15,8	a b c d	21,6	c d e f	19,7	a b c	36,0	a b c
DK2	14,6	b c d	20,9	c d e f	16,4	a b c	33,8	a b c
DK3	15,2	a b c d	23,0	a b c d e f	19,1	a b c	38,3	a
K	15,5	a b c d	22,3	b c d e f	20,6	a b c	37,2	a b c
D1	17,3	a b	23,5	a b c d e f	21,8	a b	34,2	a b c
D2	17,3	a b	24,7	a b c	<b>22,0</b>	<b>a</b>	<b>41,1</b>	<b>a</b>
D3	16,7	a b c d	22,0	b c d e f	20,5	a b c	37,2	a b c
D4	<b>18,4</b>	<b>a</b>	<b>26,9</b>	<b>a</b>	19,7	a b c	35,9	a b c
D5	16,9	a b c	23,1	a b c d e f	20,6	a b c	35,0	a b c
D6	16,3	a b c d	26,0	a b	17,1	a b c	36,1	a b c
D7	16,6	a b c d	23,3	a b c d e f	20,1	a b c	38,4	a
D8*	15,4	a b c d	22,7	b c d e f	15,8	a b c	38,1	a b
R**	15,1	a b c d	22,0	b c d e f	<b>13,2</b>	<b>c</b>	<b>21,0</b>	<b>d</b>

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

#### 4.2.6 Sprossgewicht und Anteil des Haupttriebes am Sprossgewicht

##### Sprossgewicht

Auch hinsichtlich des Sprossgewichtes (Trockengewicht) lagen die Unterschiede etwa im Rahmen der bis hierhin aufgeführten Parameter (Abb. 18, Tab. 21). In Abhängigkeit vom Erhebungstermin variierten die Sprossgewichte von der Herkunft mit dem jeweils kleinsten und der mit dem jeweils größten Gewicht um Faktoren zwischen 1,2 und 1,6. Dabei nahm die Variabilität der Herkünfte im Laufe der Entwicklung ab; größere Unterschiede wurden zum ersten Termin, kleinere und zudem nicht signifikante zum zweiten und dritten Termin ermittelt. Auch hier waren es zu den einzelnen Erhebungszeitpunkten nicht immer die gleichen Herkünfte, die zu denen mit geringstem bzw. größtem Sprossgewicht zählten: Zum ersten Termin unterschieden sich die Herkünfte F1 und F5 mit Gewichten von bis zu 0,59 g signifikant von D2, D3, F2, D7 und K, deren Sprossgewichte bei 0,79-0,87 g lagen. Zum zweiten Termin verfügten F5, N2 und F1 mit 1,69-1,74 g über die kleinste und K, D2 und D6 mit bis zu 2,09 g über die größte Trockenmasse. Zu Termin 3 waren E1, F1 sowie die *G. spurium*-Herkunft R mit bis zu 3,3 g die Herkünfte mit geringstem und D4, D3 und K mit bis zu 4,0 g die mit dem größten Gewicht. Über alle Erhebungstermine hinweg betrachtet, zählten F5, F1, E1, und N2 zu den Herkünften mit kleinstem und D5, F2, D1, D2, D3 und K zu denen mit größtem Sprossgewicht. Die Heckenpopulation D8 sowie die *G. spurium*-Herkunft R hoben sich hinsichtlich dieses Parameters nicht von den übrigen Herkünften ab. Tendenziell wird deutlich, dass der überwiegende Teil der Populationen mit kleineren Sprossgewichten, die zudem hinsichtlich ihrer kürzeren Haupttriebe und Internodien auffielen, aus den nördlicheren Regionen stammten, während die mit größeren Sprossgewichten und außerdem überwiegend längeren Haupttrieben und Internodien eher aus den südlicheren Regionen herrührten.

##### Anteil des Haupttriebgewichtes am Sprossgewicht

Der prozentuale Anteil des Haupttriebgewichtes am Sprossgewicht (Trockenmasse) wurde einmal, und zwar zum ersten Erhebungstermin, ermittelt (Abb. 19, Tab. 21). Die Herkünfte unterschieden sich auch hinsichtlich dieses Parameters nicht allzu stark voneinander. B1 verfügte mit 21,9 % über den geringsten Haupttriebanteil am Sprossgewicht und F3 sowie die *G. spurium*-Herkunft R mit 29,6 bzw. 30,7 % über den größten Anteil - allerdings nicht signifikant. Herkünfte mit einem großen Haupttriebanteil verfügten häufig über eine relativ geringe Zahl Nebentriebe zweiter Ordnung.

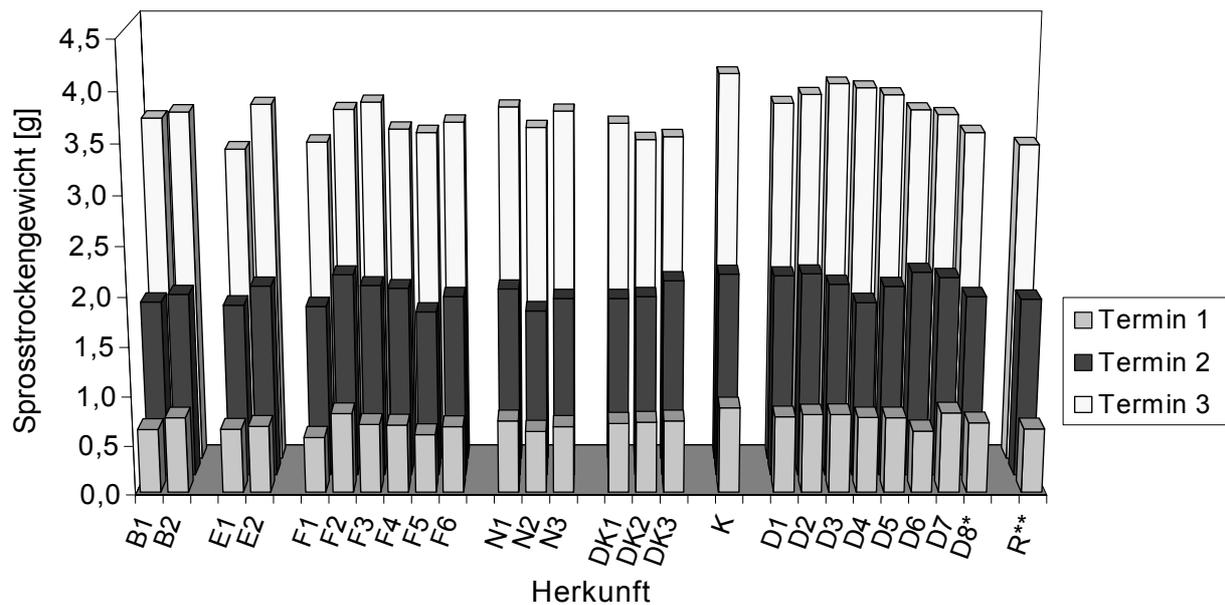


Abb. 18: Sprosstrockengewichte verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zu drei Terminen; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle)

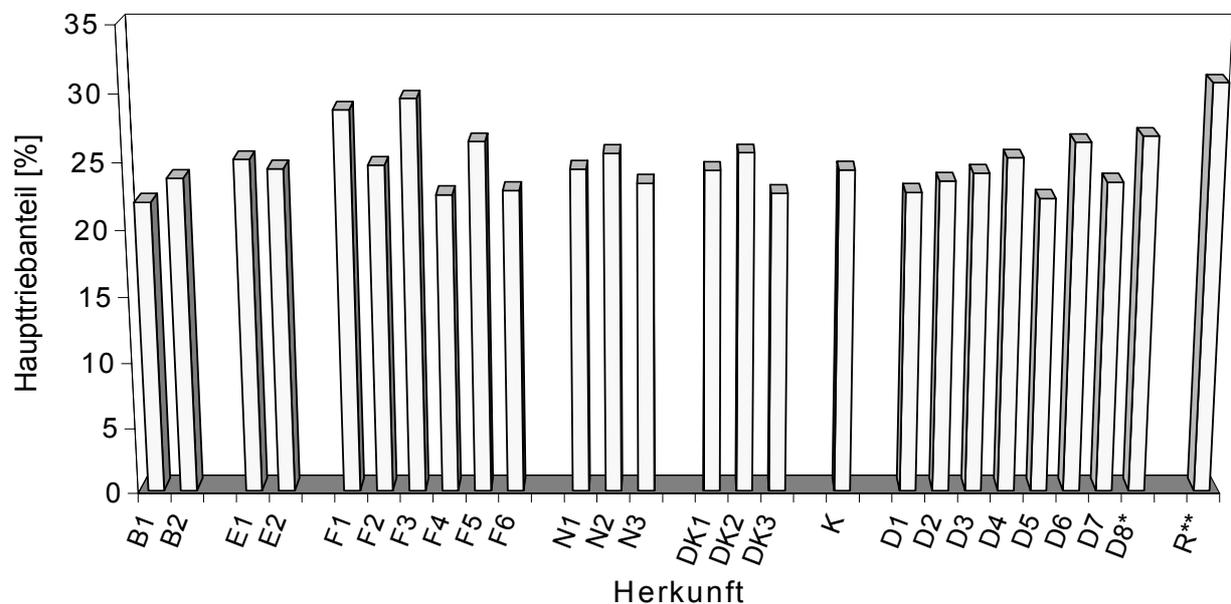


Abb. 19: Prozentualer Anteil des Haupttriebgewichtes am gesamten Sprossgewicht (Trockengewichte) verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle)

Tab. 21: Sprossgewichte und prozentualer Anteil des Haupttriebgewichtes am gesamten Sprossgewicht (Trockengewichte) verschiedener *G. aparine*-Herkünfte

Herkunft	Sprossgewicht [g]						Haupttriebanteil am Sprossgewicht [%]				
	Termin 1			Termin 2		Termin 3					
B1	0,64	b	c	d	1,79	a	3,5	a	<b>21,9</b>	<b>a</b>	
B2	0,76	a	b	c	1,87	a	3,6	a	23,7	a	
E1	0,65	b	c	d	1,76	a	<b>3,2</b>	<b>a</b>	25,1	a	
E2	0,68	a	b	c	d	1,95	a	3,7	a	24,4	a
F1	<b>0,56</b>			<b>d</b>	1,74	a	3,3	a	28,7	a	
F2	0,81	a	b		2,06	a	3,6	a	24,7	a	
F3	0,70	a	b	c	d	1,95	a	3,7	a	<b>29,6</b>	<b>a</b>
F4	0,69	a	b	c	d	1,92	a	3,4	a	22,5	a
F5	0,59		c	d	<b>1,69</b>	<b>a</b>	3,4	a	26,4	a	
F6	0,67	a	b	c	d	1,84	a	3,5	a	22,8	a
N1	0,73	a	b	c	d	1,92	a	3,6	a	24,4	a
N2	0,63	b	c	d	1,70	a	3,4	a	25,5	a	
N3	0,67	a	b	c	d	1,82	a	3,6	a	23,3	a
DK1	0,71	a	b	c	d	1,82	a	3,5	a	24,3	a
DK2	0,72	a	b	c	d	1,84	a	3,3	a	25,6	a
DK3	0,73	a	b	c	d	2,01	a	3,3	a	22,6	a
K	<b>0,87</b>	<b>a</b>			2,07	a	<b>4,0</b>	<b>a</b>	24,3	a	
D1	0,77	a	b	c	2,05	a	3,7	a	22,7	a	
D2	0,79	a	b		2,07	a	3,8	a	23,5	a	
D3	0,80	a	b		1,97	a	3,9	a	24,1	a	
D4	0,77	a	b	c	1,78	a	3,8	a	25,2	a	
D5	0,76	a	b	c	1,95	a	3,8	a	22,2	a	
D6	0,63	b	c	d	<b>2,09</b>	<b>a</b>	3,6	a	26,3	a	
D7	0,81	a	b		2,00	a	3,6	a	23,4	a	
D8*	0,71	a	b	c	d	1,84	a	3,4	a	26,8	a
R**	0,65	b	c	d	1,82	a	3,3	a	<b>30,7</b>	<b>a</b>	

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle), Termin 2=Ende Mai (10-11 Quirle), Termin 3=Mitte Juni (13-16 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

#### 4.2.7 Fläche, Länge, Breite und Form der Keimblätter

Die Keimblätter wurden, als sie ihre endgültige Größe erreicht hatten, hinsichtlich ihrer Fläche, Länge und Breite vermessen (Abb. 20, Tab. 22). Aus dem Verhältnis von Keimblattlänge zu -breite wurde der Blattindex berechnet, wobei ein kleinerer Blattindex auf elliptischere und ein größerer auf elliptisch-lanzettlichere Keimblätter hinweist (Abb. 21, Tab. 22). Hinsichtlich der Keimblattlänge, -breite und -form waren die Unterschiede zwischen den Herkünften ähnlich groß wie bei den bis hierhin bereits aufgeführten Parametern. Bei der **Keimblattfläche** konnte jedoch eine größere Variabilität ermittelt werden: K, die bereits durch einen langen Haupttrieb, lange Internodien und einem größeren Sprossgewicht auffiel, besaß zudem mit jeweils  $1,93 \text{ cm}^2$  die größten Keimblätter. Sie unterschied sich, außer von den ebenfalls überwiegend aus den südlicheren Regionen herrührenden Herkünften N1, D2, D7, D1, D4, von allen anderen Herkünften signifikant und verfügte über 1,8-mal größere Keimblätter als N2, N3, F5, B2 und F2, die zu den Herkünften mit den kleinsten Keimblättern zählten und überwiegend aus nördlicheren Gebieten herrührten. K zeichnete sich zudem durch lange sowie breite Keimblätter aus. Mit einer **Länge** von  $1,97 \text{ cm}$  verfügte K signifikant um 1,3-mal längere Keimblätter als F2, B2, F5, N2, DK1, F1, R, F4 und N3. Sie hatte zusammen mit D4 um den Faktor 1,4 bzw. 1,3 signifikant breitere Keimblätter als N3 und N2, deren **Breite** nahezu  $0,9 \text{ cm}$  betrug. Was die **Form** angeht, waren die Keimblätter von F1, K, der Heckenpopulation D8 sowie der *G. spurium*-Herkunft R signifikant elliptischer als die von DK2 und DK3 mit den lanzettlichsten Keimblättern.

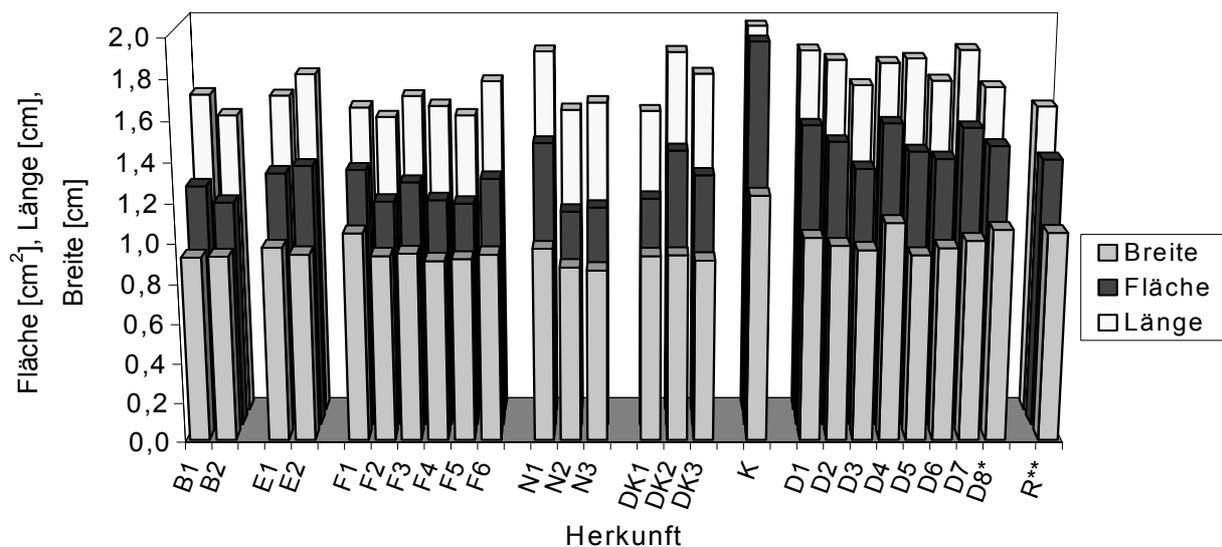


Abb. 20: Fläche, Länge und Breite der Keimblätter verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle)

Tab. 22: Fläche, Länge, Breite und Blattindex der Keimblätter verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin

Herkunft	Keimblätter									
	Fläche [cm <sup>2</sup> ]		Länge [cm]		Breite [cm]			Blattindex Länge [cm]/Breite [cm]		
B1	1,22	b	1,63	a b	0,92	b c	1,77	a b c d		
B2	1,14	b	1,53	b	0,93	b c	1,66	b c d		
E1	1,29	b	1,62	a b	0,97	b c	1,68	a b c d		
E2	1,32	b	1,73	a b	0,94	b c	1,85	a b c d		
F1	1,30	b	1,56	b	1,05	a b c	<b>1,49</b>			<b>d</b>
F2	1,14	b	<b>1,52</b>	<b>b</b>	0,93	b c	1,63	b c d		
F3	1,24	b	1,62	a b	0,94	b c	1,72	a b c d		
F4	1,15	b	1,57	b	0,91	b c	1,75	a b c d		
F5	1,13	b	1,53	b	0,92	b c	1,67	a b c d		
F6	1,26	b	1,70	a b	0,94	b c	1,81	a b c d		
N1	1,44	a b	1,84	a b	0,97	b c	1,91	a b c		
N2	<b>1,09</b>	<b>b</b>	1,55	b	0,88	c	1,78	a b c d		
N3	1,11	b	1,59	b	<b>0,86</b>	<b>c</b>	1,86	a b c d		
DK1	1,16	b	1,55	b	0,93	b c	1,67	b c d		
DK2	1,40	b	1,84	a b	0,94	b c	1,99	a b		
DK3	1,28	b	1,73	a b	0,91	b c	<b>2,05</b>	<b>a</b>		
K	<b>1,93</b>	<b>a</b>	<b>1,97</b>	<b>a</b>	<b>1,23</b>	<b>a</b>	1,60	c d		
D1	1,52	a b	1,85	a b	1,02	a b c	1,81	a b c d		
D2	1,44	a b	1,80	a b	0,98	b c	1,85	a b c d		
D3	1,31	b	1,68	a b	0,96	b c	1,74	a b c d		
D4	1,53	a b	1,79	a b	1,10	a b	1,63	b c d		
D5	1,40	b	1,81	a b	0,94	b c	1,94	a b c		
D6	1,36	b	1,70	a b	0,97	b c	1,74	a b c d		
D7	1,51	a b	1,85	a b	1,01	b c	1,84	a b c d		
D8*	1,42	b	1,67	a b	1,06	a b c	1,57	c d		
R**	1,35	b	1,57	b	1,05	a b c	1,50	d		

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

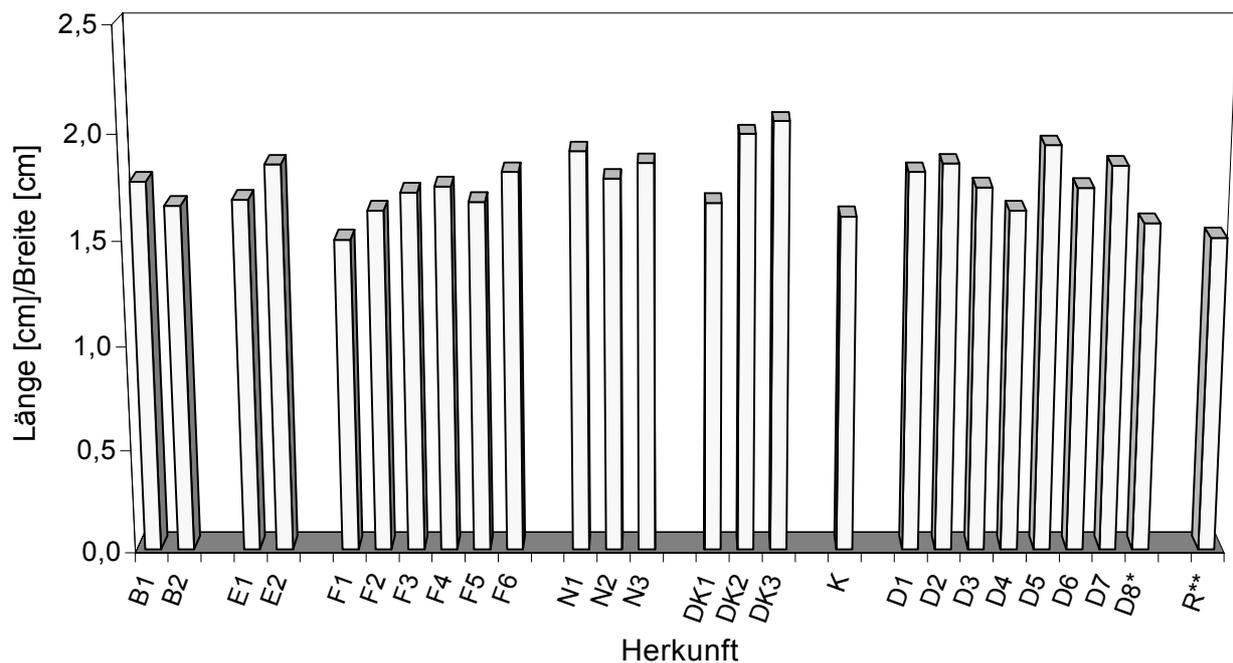


Abb. 21: Index der Keimblätter verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle)

#### 4.2.8 Fläche, Länge, Breite und Form der Laubblätter sowie Fläche eines Quirls

Die Laubblätter des fünften Quirls am Haupttrieb wurden bezüglich ihrer Fläche, Länge und Breite vermessen (Abb. 22, Tab. 23). Des Weiteren wurde der Blattindex (Abb. 23, Tab. 23) ermittelt und die gesamte Fläche des fünften Quirls erfasst (Abb. 24, Tab. 23). Die Variabilität bei den Herkünften hinsichtlich dieser Merkmale war ähnlich groß wie bei den meisten der bis hierhin aufgeführten Parameter – ausgenommen der Keimblattfläche, wo bis hierhin die größten Unterschiede ermittelt wurden. Die Herkünfte mit den jeweils kleinsten und größten Merkmalsausprägungen unterschieden sich hinsichtlich sämtlicher Parameter der Laubblätter maximal um den Faktor 1,3-1,4 voneinander, meistens jedoch nicht signifikant: Keine signifikanten Unterschiede konnten hinsichtlich der Parameter Blattfläche, -länge und der Fläche des fünften Quirls ermittelt werden. Die **Blattfläche** variierte zwischen 1,75 (F6, N2, N3) und 2,39 cm<sup>2</sup> (F2), die **Blattlänge** zwischen 3,7 (N3) und 4,7 cm (F2, D3) und die **Fläche des fünften Quirls** zwischen 10,5 (F6) und 14,4 cm<sup>2</sup> (F2). Signifikante Unterschiede konnten hinsichtlich der **Blattbreite und -form** ermittelt werden. So verfügten u. a. N2, D6, D1 sowie die *G. spurium*-Herkunft R mit 0,65-0,69 cm über signifikant schmalere Blätter als

Herkunft D7 mit 0,85 cm breiten Blättern. Die Blätter der Herkünfte D7, B2, F4, N3 und B1 waren signifikant elliptischer als die der deutschen Herkünfte D6, D3, D4, D1 und der *G. spurium*-Herkunft R, die über die lanzettlichsten Laubblätter verfügten. Die *G. spurium*-Herkunft R sowie die Heckenpopulation D8 hoben sich mit ihren Merkmalsausprägungen hinsichtlich keines Parameters der Laubblätter deutlich von den Ackerherkünften ab.

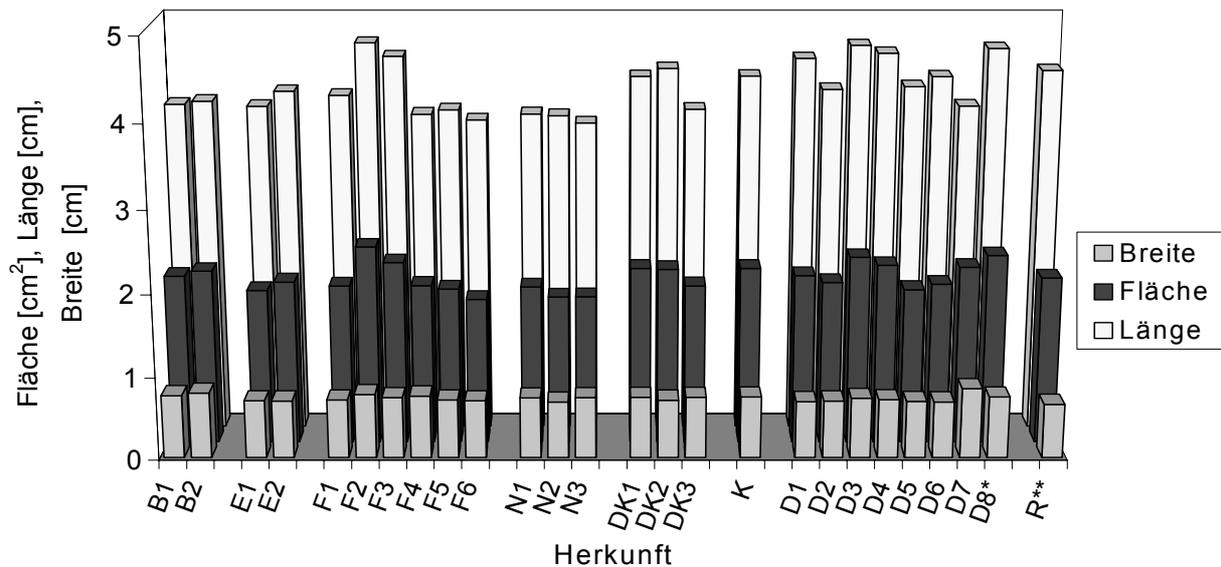


Abb. 22 Fläche, Länge und Breite der Blätter des fünften Quirls verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle)

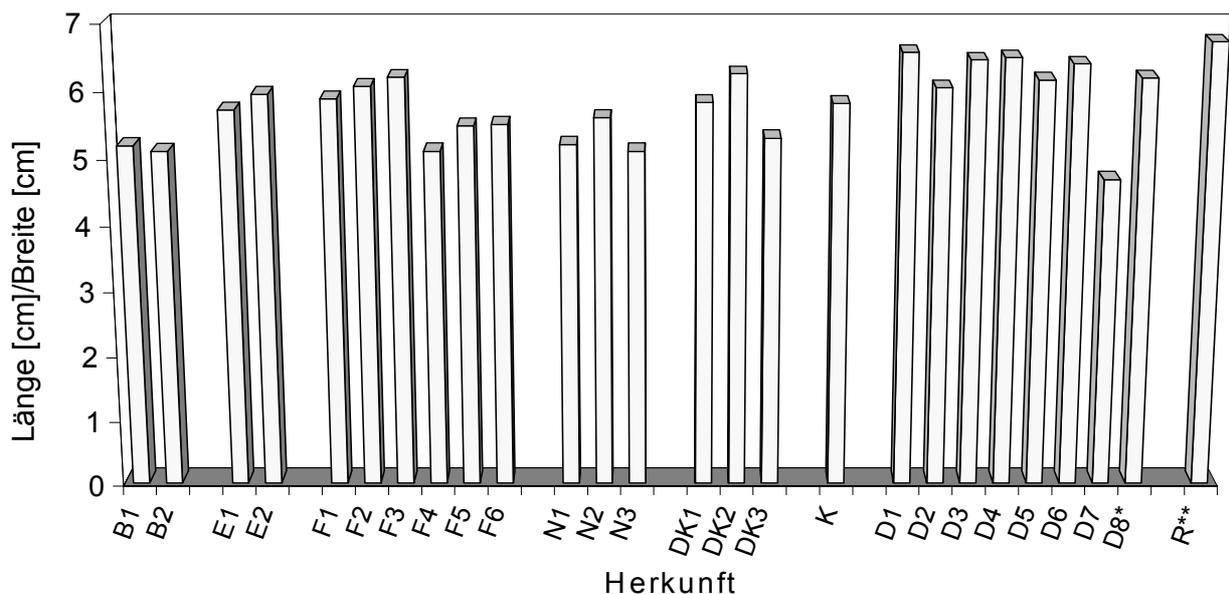


Abb. 23: Index der Blätter des fünften Quirls am Haupttrieb verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle)

Tab. 23: Fläche, Länge, Breite und Index der Blätter des fünften Quirls am Haupttrieb sowie Fläche des gesamten Quirls verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin

Herkunft	Laubblätter (fünfter Quirl)							
	Fläche [cm <sup>2</sup> ]	Länge [cm]	Breite [cm]	Blattindex Länge [cm]/Breite [cm]		5. Quirl [cm <sup>2</sup> ]		
B1	2,04 a	4,0 a	0,76 a b c	5,2 e f		12,4 a		
B2	2,10 a	4,0 a	0,79 a b	5,1 e f		12,6 a		
E1	1,86 a	3,9 a	0,70 b c	5,7 a b c d e f		10,9 a		
E2	1,97 a	4,1 a	0,70 b c	5,9 a b c d e		11,8 a		
F1	1,92 a	4,1 a	0,70 b c	5,9 a b c d e		11,5 a		
F2	<b>2,39 a</b>	<b>4,7 a</b>	0,77 a b c	6,1 a b c d e		<b>14,4 a</b>		
F3	2,20 a	4,5 a	0,73 a b c	6,2 a b c d e		13,0 a		
F4	1,93 a	3,8 a	0,75 a b c	5,1 e f		11,5 a		
F5	1,88 a	3,9 a	0,70 b c	5,5 b c d e f		11,3 a		
F6	<b>1,75 a</b>	3,8 a	0,70 b c	5,5 b c d e f		<b>10,5 a</b>		
N1	1,91 a	3,9 a	0,73 a b c	5,2 d e f		11,3 a		
N2	1,78 a	3,8 a	0,68 b c	5,6 a b c d e f		10,7 a		
N3	1,79 a	<b>3,7 a</b>	0,73 a b c	5,1 e f		10,7 a		
DK1	2,13 a	4,3 a	0,74 a b c	5,8 a b c d e f		12,8 a		
DK2	2,12 a	4,4 a	0,70 b c	6,3 a b c d e		12,7 a		
DK3	1,92 a	3,9 a	0,74 a b c	5,3 d e f		11,5 a		
K	2,13 a	4,3 a	0,74 a b c	5,8 a b c d e f		12,8 a		
D1	2,05 a	4,5 a	0,69 b c	<b>6,6 a b</b>		12,4 a		
D2	1,96 a	4,1 a	0,70 b c	6,0 a b c d e		11,8 a		
D3	2,27 a	<b>4,7 a</b>	0,73 a b c	6,5 a b c		13,8 a		
D4	2,17 a	4,6 a	0,71 b c	6,5 a b		13,0 a		
D5	1,87 a	4,2 a	0,69 b c	6,2 a b c d e		11,3 a		
D6	1,94 a	4,3 a	<b>0,68 b c</b>	6,4 a b c d		11,6 a		
D7	2,15 a	3,9 a	<b>0,85 a</b>	<b>4,7 f</b>		12,9 a		
D8*	2,29 a	4,6 a	0,74 a b c	6,2 a b c d e		13,7 a		
R**	2,01 a	4,4 a	<b>0,65 c</b>	<b>6,7 a</b>		13,7 a		

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle); Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

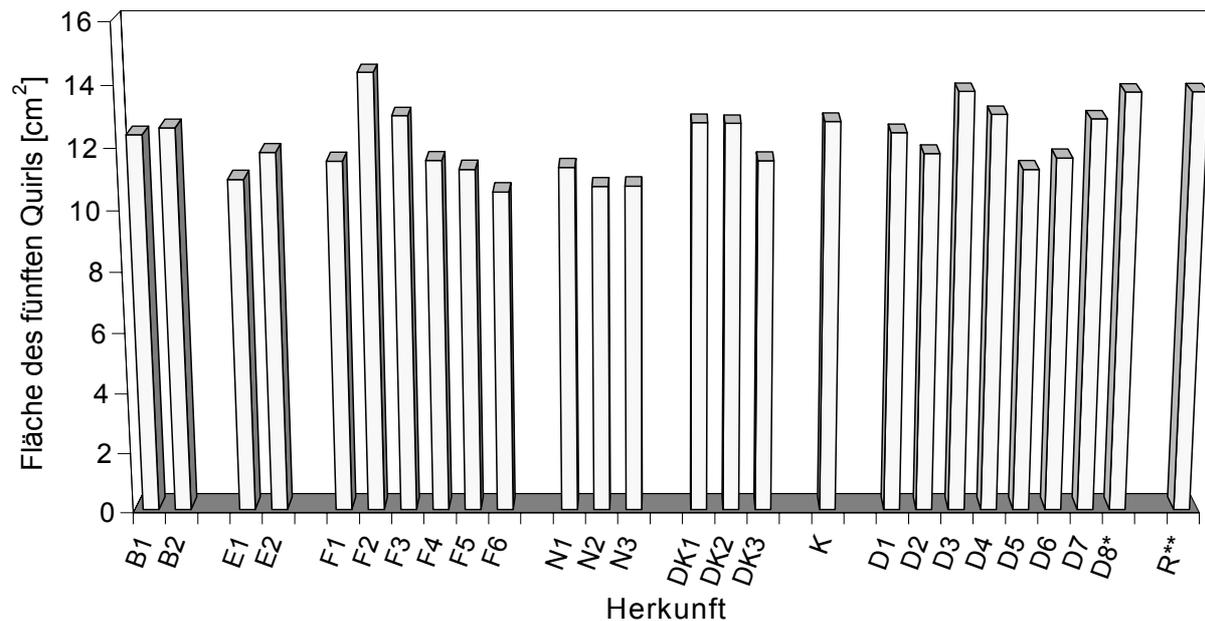


Abb. 24: Fläche des fünften Quirls verschiedener *G. aparine*-Herkünfte zum ersten Termin; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Termin 1=Mitte Mai (7-8 Quirle)

#### 4.2.9 Blühbeginn, Samenzahl, TKM und Samenertrag

Auch hinsichtlich der Parameter, die die generative bzw. reproduktive Phase betreffen, unterschieden sich die Herkünfte. So gelangten K, F3, D1 und D4 nach 48-50 Tagen Wachstum in der Vegetationshalle signifikant früher ins **Blühstadium** als die aus den nördlicheren Gebieten herrührenden Herkünfte N2, DK1, N3, N1 und B2, die dazu 55-57 und damit bis zu neun Tage mehr benötigten (Abb. 25, Tab. 24). Nach K und F3, die u. a. bereits durch ihre langen Haupttriebe auffielen, kam der größte Teil der deutschen Herkünfte ins Blühstadium, anschließend die übrigen französischen Herkünfte und zum Schluss die niederländischen Herkünfte N1, N2, N3 sowie die dänische Herkunft DK1 und B2 aus Belgien. Die Unterschiede zwischen den Herkünften hinsichtlich dieses Parameters lagen etwa im Rahmen der übrigen der bis hierhin - ausgenommen der Keimblattfläche - aufgeführten Parameter. Die Herkunft, die zuletzt ins Blühstadium gelangte, erforderte 1,2-mal mehr Tage (9 Tage) dazu als die Herkunft, die zuerst zu blühen begann. Weder die Heckenpopulation D8, noch die *G. spurium*-Herkunft R wichen von den Ackerpopulationen hinsichtlich dieses Merkmales ab. Lediglich bei einem Vergleich der deutschen Herkünfte untereinander, fällt

auf, dass D8 zuletzt zu blühen begann. Die Unterschiede zwischen den deutschen Herkünften waren jedoch nicht signifikant.

Innerhalb *G. aparine* variierte die **Samenzahl** zwischen 222 (N3) und 443 (K) pro Pflanze (Abb. 26, Tab. 24), so dass die Herkünfte sich maximal um den Faktor 2 voneinander unterschieden und somit hinsichtlich dieses Parameters bis hierhin die größte Variabilität ermittelt werden konnte. Die Populationen, die die meisten Samen produzierten (DK3, D4, F3 und K) stammten überwiegend aus den südlicheren Regionen, während die mit den wenigsten Samen (N3, DK1 und F5) überwiegend aus den nördlicheren Gebieten herrührten. Vermutlich besteht hier ein Zusammenhang zum Blühbeginn: Herkünfte, die früh ins Blühstadium gelangten, produzierten in der Regel auch mehr Samen. Die Heckenpopulation D8 lag mit 265 produzierten Samen pro Pflanze im Rahmen aller anderen Ackerherkünfte. Die *G. spurium*-Herkunft R unterschied sich hinsichtlich dieses Parameters mit rund 1000 Samen pro Pflanze deutlich von *G. aparine*; die Samenproduktion lag signifikant 2,4-4,6-mal höher als bei *G. aparine*.

Die **TKM** der *G. aparine*-Herkünfte variierte zwischen 6,4 und 9,6 g, so dass auch hier die Variabilität im Rahmen der bis hierhin aufgeführten Parameter lag - ausgenommen der Keimblattfläche und der Samenzahl, wo bis hierhin die größten Unterschiede ermittelt wurden (Abb. 27, Tab. 24). Innerhalb der Art *G. aparine* besaßen die Samen von DK1, F1, DK2 und DK3 eine signifikant kleinere TKM als die von D3, F6, D5 und F3. Es zeigte sich, dass Herkünfte mit größerer TKM größtenteils aus den südlicheren Regionen herrührten, während Herkünfte mit kleinerer TKM sowohl aus dem Norden als auch aus dem südlichen Raum stammten. Der Blühbeginn und die TKM der *G. aparine*-Herkünfte korrelierten, im Gegensatz zum Blühbeginn und der Samenzahl, nicht allzu stark miteinander. Herkünfte, die früh ins Blühstadium gelangten wie z. B. K, verfügten nicht unbedingt über Samen von größerer TKM und umgekehrt. Die Heckenpopulation D8 unterschied sich auch hinsichtlich dieses Parameters nicht von den Ackerpopulationen, während die *G. spurium*-Herkunft R sich hier wiederum, wie bei der Samenzahl, deutlich von *G. aparine* differenzierte. Mit nur 2,3 g war die TKM der Samen 2,8-4,2-mal kleiner als bei den *G. aparine*-Herkünften.

Bezüglich des **Samenertrages** wurden unter Berücksichtigung aller bis hierhin aufgeführten Parameter die größten Unterschiede zwischen den Herkünften ermittelt (Abb. 28, Tab. 24). N3 und DK1 verfügten mit durchschnittlich 1,6 g Samen pro Pflanze über den geringsten Samenertrag und unterschieden sich signifikant von den Herkünften D4, K und F3, die mit 3,0-3,8 g Samen einen 1,9-2,4-mal höheren Samenertrag produzierten. Herkünfte mit kleine-

ren Samenerträgen stammten überwiegend aus den nördlicheren Regionen, die mit größeren überwiegend aus den südlicheren Gebieten.

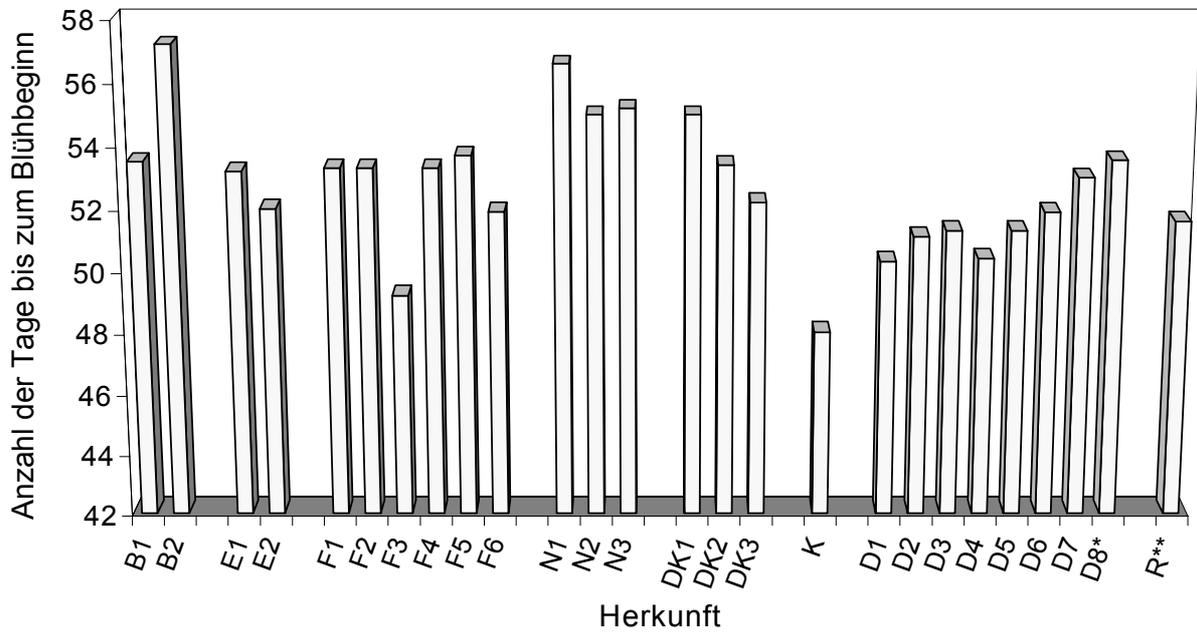


Abb. 25: Anzahl der Tage bis zum Blühbeginn verschiedener *G. aparine*-Herkünfte; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*

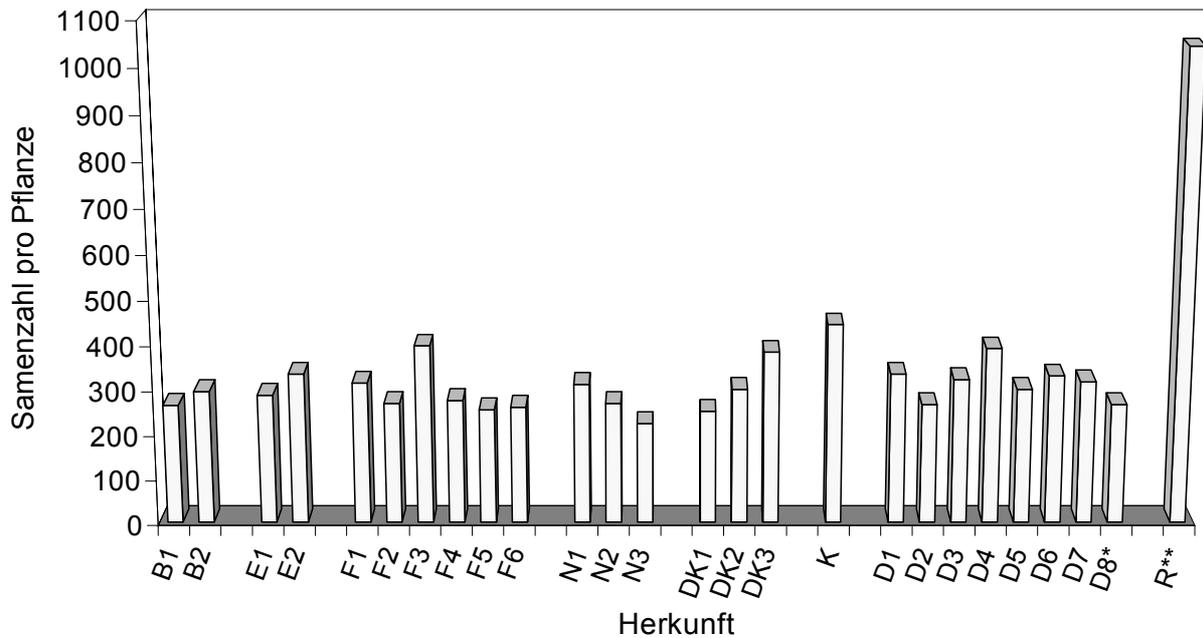


Abb. 26: Samenzahl verschiedener *G. aparine*-Herkünfte; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*

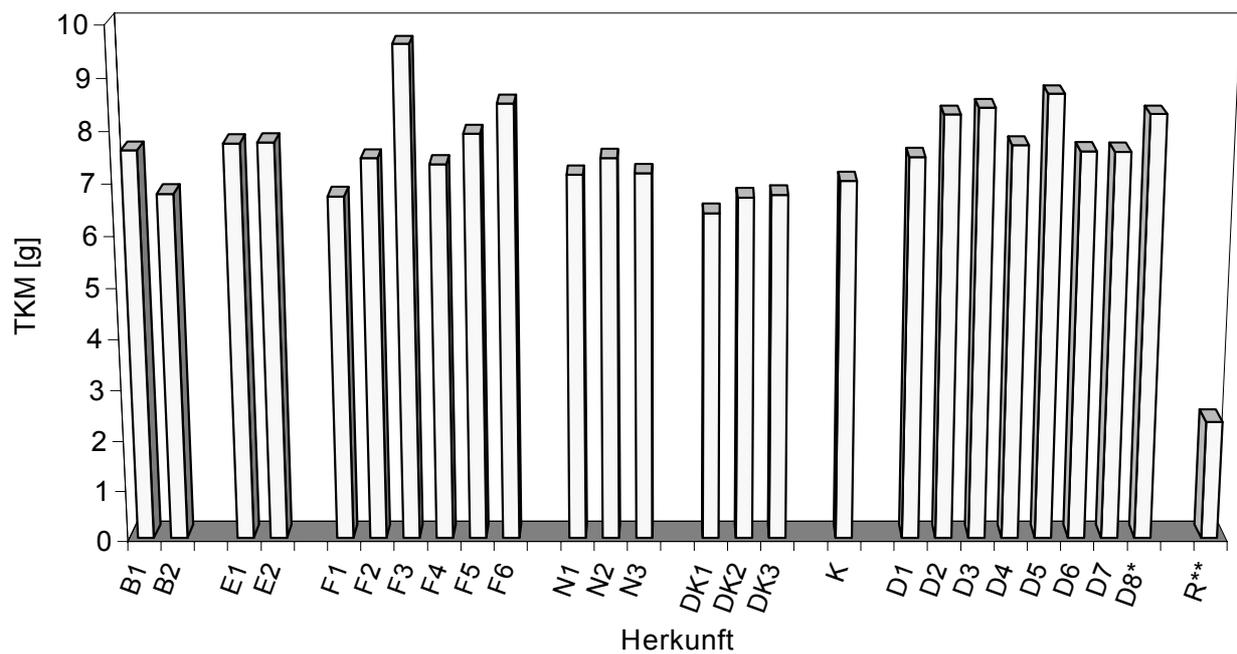


Abb. 27: TKM der Samen verschiedener *G. aparine*-Herkünfte; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*

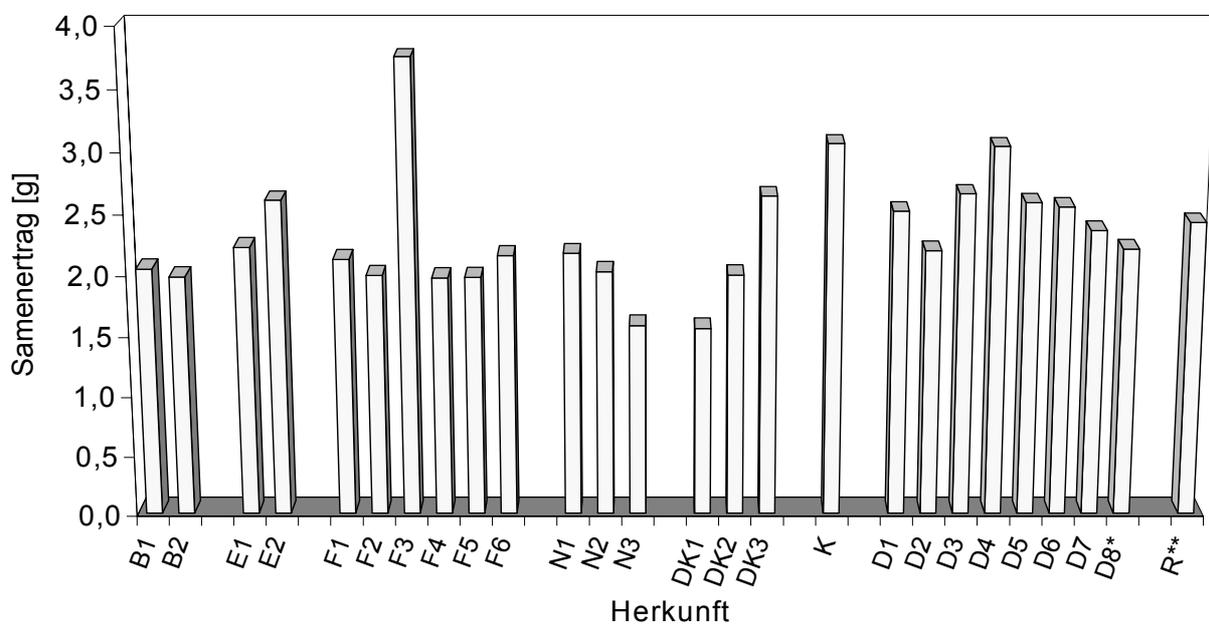


Abb. 28: Samenertrag verschiedener *G. aparine*-Herkünfte; B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*

Tab. 24: Blühbeginn, Samenzahl, TKM und Samenertrag verschiedener *G. aparine*-Herkünfte

Herkunft	Tage bis zum Blühbeginn	Samenzahl	TKM [g]	Samenertrag [g]
B1	53,5 a b c	263 b c	7,6 b c d e f	2,0 b c
B2	<b>57,2 a</b>	294 b c	6,8 d e f	2,0 b c
E1	53,2 a b c d	286 b c	7,7 b c d e f	2,2 b c
E2	52,0 b c d e	333 b c	7,8 b c d e f	2,6 b c
F1	53,3 a b c d	313 b c	6,7 e f	2,1 b c
F2	53,3 a b c d	267 b c	7,5 b c d e f	2,0 b c
F3	<b>49,2 d e</b>	396 b	<b>9,6 a</b>	<b>3,8 a</b>
F4	53,3 a b c d	274 b c	7,3 b c d e f	2,0 b c
F5	53,7 a b c	253 b c	7,9 b c d e f	2,0 b c
F6	51,9 b c d e	259 b c	8,5 a b c	2,2 b c
N1	<b>56,6 a</b>	310 b c	7,1 b c d e f	2,2 b c
N2	55,0 a b	276 b c	7,5 b c d e f	2,0 b c
N3	55,2 a b	<b>222 c</b>	7,2 b c d e f	<b>1,6 c</b>
DK1	55,0 a b	250 c	<b>6,4 f</b>	<b>1,6 c</b>
DK2	53,4 a b c d	299 b c	6,7 e f	2,0 b c
DK3	52,2 b c d e	382 b c	6,8 e f	2,6 b c
K	<b>48,0 e</b>	<b>443 b</b>	7,0 c d e f	<b>3,1 b</b>
D1	50,3 c d e	333 b c	7,5 b c d e f	2,5 b c
D2	51,1 b c d e	265 b c	8,3 a b c d e	2,2 b c
D3	51,3 b c d e	321 b c	8,4 a b c d	2,7 b c
D4	50,4 c d e	390 b c	7,7 b c d e f	3,0 b
D5	51,3 b c d e	299 b c	8,7 a b	2,6 b c
D6	51,9 b c d e	329 b c	7,6 b c d e f	2,5 b c
D7	53,0 a b c d	316 b c	7,6 b c d e f	2,4 b c
D8*	53,6 a b c	265 b c	8,3 a b c d e	2,2 b c
R**	51,6 b c d e	<b>1043 a</b>	<b>2,3 g</b>	2,4 b c

B1 bis D7=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*; Herkünfte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden ( $\alpha=0,05$ )

#### **4.2.10 Zusammenfassende Betrachtungen der Untersuchungen zur Morphologie und Phänologie**

##### **4.2.10.1 Unterschiede zwischen den *G. aparine*-Herkünften hinsichtlich der untersuchten Parameter**

Anhand der Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, dass Herkünfte von *G. aparine* sich hinsichtlich ihrer Morphologie und Phänologie voneinander unterscheiden. Bei den meisten Parametern lagen die jeweils maximal zu ermittelnden Unterschiede in nahezu gleicher Größenordnung: Die Herkunft mit der größten Merkmalsausprägung unterschied sich etwa um den Faktor 1,2-1,5 von der mit der kleinsten Merkmalsausprägung. Eine größere Variabilität konnte hinsichtlich der Keimblattfläche, der Samenzahl und des Samenertrages ermittelt werden, wobei sich die Populationen bezüglich der Keimblattfläche maximal um den Faktor 1,8, hinsichtlich der Samenzahl und des Samenertrages maximal um den Faktor 2 bzw. 2,4 unterschieden. Diese größeren Unterschiede wurden stets von wenigen Herkünften getragen. Bei der Keimblattfläche war es K, die im Vergleich zu den meisten anderen Herkünften über deutlich größere Keimblätter verfügte. Bezüglich der Samenzahl fielen insbesondere DK3, D4, F3 und K mit, im Vergleich zu den übrigen Herkünften, vielen Samen auf. Hinsichtlich des gesamten Samenertrages verfügten N3 und DK1 über deutlich geringere Erträge und D4, K und F3 über deutlich höhere als der Großteil der übrigen Populationen. Im Gegensatz zu diesen Parametern konnten hinsichtlich der Laubblattlänge, und -fläche, der Fläche eines ganzen Quirls sowie des Haupttriebanteils am gesamten Sprossgewicht keine signifikanten Unterschiede zwischen den Populationen ermittelt werden.

Die maximal zu ermittelnden Unterschiede zwischen den Herkünften bei den untersuchten Parametern waren zu den einzelnen Erhebungsterminen in der Regel ähnlich groß. Eine eindeutige Zu- oder Abnahme im Entwicklungsverlauf, konnte bei den erhobenen Parametern – außer beim Sprossgewicht, wo die Unterschiede zwischen den Herkünften im Entwicklungsverlauf abnahmen – nicht nachgewiesen werden. Des Weiteren gehörten zu den einzelnen Erhebungszeitpunkten nicht immer die gleichen Herkünfte der Gruppe mit größter bzw. kleinster Merkmalsausprägung an, tendierten jedoch über alle Untersuchungs-termine hinweg in der Regel mehr oder weniger stark in eine Richtung.

#### 4.2.10.2 Herausragende Herkünfte

Einige **G. aparine-Herkünfte** fielen dahingehend auf, dass sie gleich hinsichtlich mehrerer Merkmale größere bzw. kleinere Ausprägungen annahmen. So zeichnete sich K nicht nur durch die größte Keimblattfläche, den längsten Haupttrieb mit den längsten Internodien und das größte Sprossgewicht aus, sondern des Weiteren dadurch, dass diese Population als erste zu blühen begann und einen großen Samenertrag produzierte, der insbesondere auf einer großen Samenzahl beruhte. F3 entwickelte ebenfalls einen langen Haupttrieb mit langen Internodien. Sie verfügte jedoch – wie nur wenige Herkünfte - über eine relativ geringe Anzahl Nebentriebe zweiter Ordnung, so dass hier der Haupttriebanteil am gesamten Sprossgewicht von allen untersuchten *G. aparine*-Herkünften am größten war. Die Population gelangte, wie K, früh ins Blühstadium und produzierte den größten Samenertrag, der neben einer großen Samenzahl auf einer großen TKM der Samen beruhte. Im Gegensatz zu diesen beiden recht kräftigen Herkünften zeichnete sich insbesondere die aus dem Norden herrührende Herkunft N3 durch Keimblätter von kleiner Fläche und geringster Breite aus. Die Population verfügte über den kürzesten Haupttrieb mit kurzen Internodien sowie über kleinflächige Laubblätter von geringster Länge. Die Blüte setzte recht spät ein. Die Herkunft produzierte den kleinsten Samenertrag mit der kleinsten Samenzahl.

Die **Heckenpopulation D8** unterschied sich hinsichtlich keines der erhobenen Parameter deutlich von den übrigen *G. aparine*-Herkünften. Sie tendierte, wie einige andere Ackerherkünfte auch, zu einem kürzeren Haupttrieb, zu einem kleineren Sprossgewicht, zu recht großflächigen, breiten und somit eher elliptischen Keimblättern, zu großen, schmalen Laubblättern und großen Quirlen. Des Weiteren zählte sie zu den Populationen, die zu einem späteren Blühbeginn tendierten (zumindest im Vergleich zu den deutschen Herkünften) und eine relativ geringe Samenzahl mit einer größeren TKM produzierten.

Die **G. spurium-Herkunft R** hingegen unterschied sich hinsichtlich einiger Merkmale sehr deutlich von *G. aparine*. Sie tendierte, wie einige andere *G. aparine*-Herkünfte auch, zu Keimblättern von eher elliptischer Form und zu einem langen Haupttrieb mit mehr Blättern. R verfügte insbesondere zum zweiten Erhebungstermin über deutlich weniger Nebentriebe zweiter Ordnung als *G. aparine* und somit auch über den größten Anteil des Haupttriebgewichtes am Sprossgewicht. Die Laubblätter waren von geringer Breite und in ihrer Form ein wenig lanzettlicher. Eindeutig unterschied sich R von den übrigen Herkünften hinsichtlich der Samenzahl und der TKM der Samen; mit rund 1000 Samen pro Pflanze war die Samenproduktion 2,4-4,6-mal so hoch wie bei *G. aparine*, während die TKM der Samen 2,8-4,2-mal kleiner war.

#### 4.2.10.3 Korrelationen zwischen den Parametern der Morphologie und Phänologie

Anhand einer Korrelationsanalyse (Pearsonscher Maßkorrelationskoeffizient; nur die *G. aparine*-Herkünfte wurden berücksichtigt) konnte nachgewiesen werden, dass zwischen einigen Parametern mehr oder weniger starke lineare Zusammenhänge bestanden (Tab. 25): Mit der Haupttrieblänge nahmen auch die Internodien ( $r=0,91$ ) und Laubblätter ( $r=0,62$ ) in ihrer Länge zu, und das Sprossgewicht ( $r=0,79$ ) stieg. Das Blühstadium ( $r=-0,73$ ) wurde früher erreicht, wobei ein früher Blühbeginn negativ mit dem Samenertrag ( $r=-0,79$ ) korrelierte; je früher das Blühstadium einsetzte, desto größer war der Samenertrag. Ein steigender Samenertrag stand dabei eher mit der Zunahme der Samenzahl ( $r=0,86$ ) als mit der Zunahme der TKM ( $r=0,55$ ) in Zusammenhang. Zwischen der Samenzahl und der TKM der Samen bestand kein statistischer Zusammenhang ( $r=0,06$ ). Der Blühbeginn korrelierte stärker mit der Haupttrieblänge ( $r=-0,73$ ) als mit dem Sprossgewicht ( $r=-0,55$ ), was darauf hinweist, dass die Haupttrieblänge von größerer Bedeutung für den Blühbeginn war (die Herkünfte wuchsen in der Vegetationshalle stark haupttrieborientiert). Vermutlich waren diese Zusammenhänge - zumindest tendenziell - schon recht früh in der Entwicklung der Herkünfte, nämlich im Keimblattstadium, manifestiert: Herkünfte, die über größere Keimblätter verfügten, tendierten zumindest zu einem längeren Haupttrieb ( $r=0,55$ ), zu einem größeren Sprossgewicht ( $r=0,58$ ), zu einem früheren Blühbeginn ( $r=-0,62$ ) und zu einer größeren Samenzahl ( $r=0,67$ ).

Tab. 25: Korrelationskoeffizienten (Pearsonscher Maßkorrelationskoeffizient)\* der Parameter zur Morphologie und Phänologie unter Berücksichtigung aller *G. aparine*-Herkünfte

Parameter**	Haupttrieb-		Quirl-		Internodien-		Blatt-		Nebentriebe		Spross-		Keimblätter		
	länge	zahl	länge	zahl	länge	zahl	1. Ordnung	2. Ordnung	gewicht	Haupttrieb- anteil	Fläche	Länge	Breite		
Haupttrieblänge	1	0,03	0,91	0,28	0,28	0,28	0,28	0,21	0,79	0,18	0,55	0,37	0,47		
Quirlzahl	0,03	1	-0,34	0,69	0,69	0,18	0,51	0,31	-0,35	-0,01	0,15	-0,20			
Internodienlänge	<b>0,91</b>	-0,34	1	0,01	0,63	0,24	0,02	0,63	0,31	0,48	0,29	0,54			
Blattzahl	0,28	0,69	0,01	1	0,01	0,12	0,54	0,41	-0,26	0,26	0,36	0,06			
1. Ordnung	0,28	0,18	0,24	0,12	0,12	1	0,54	0,67	0,54	-0,17	0,34	0,30	0,30		
2. Ordnung	0,21	0,51	0,02	0,54	0,54	0,54	1	-0,69	0,67	-0,69	0,37	0,47	0,17		
Sprossgewicht	<b>0,79</b>	0,31	0,63	0,41	0,41	0,54	0,67	1	-0,29	<b>0,58</b>	0,58	0,41			
Haupttriebanteil	0,18	-0,35	0,31	-0,26	-0,26	-0,17	-0,69	-0,12	1	-0,05	-0,05	-0,26	0,20		
Fläche	0,55	-0,01	0,48	0,26	0,26	0,34	0,37	0,58	-0,05	1	0,89	0,88			
Länge	0,37	0,15	0,29	0,36	0,36	0,30	0,47	0,59	-0,26	0,89	1	0,59			
Breite	0,47	-0,20	0,54	0,06	0,06	0,30	0,17	0,41	0,20	0,88	0,59	1			
Index***	-0,18	0,40	-0,34	0,36	0,36	-0,03	0,30	0,12	-0,52	-0,02	0,41	-0,47			
Fläche	0,47	0,05	0,44	0,27	0,27	0,31	0,23	0,43	0,24	0,21	0,04	0,34			
Länge	<b>0,62</b>	-0,18	0,66	0,06	0,06	0,38	0,08	0,45	0,33	0,33	0,18	0,42			
Breite	-0,03	0,55	-0,23	0,56	0,56	0,09	0,39	0,22	-0,24	0,01	-0,04	0,04			
Index***	0,53	-0,44	0,68	-0,20	-0,20	0,32	-0,12	0,28	0,37	0,29	0,21	0,32			
Quirfläche	0,49	0,12	0,42	0,34	0,34	0,31	0,26	0,45	0,17	0,24	0,08	0,36			
Blühbeginn	<b>-0,73</b>	0,33	-0,82	-0,08	-0,08	-0,15	-0,03	-0,54	-0,09	<b>-0,62</b>	-0,53	-0,55			
Samenzahl	0,66	0,06	0,59	0,29	0,29	0,22	0,09	0,50	0,21	<b>0,67</b>	0,56	0,63			
TKM	0,30	-0,23	0,41	-0,16	-0,16	-0,06	-0,11	0,24	0,19	0,01	0,05	-0,05			
Samenertrag	0,72	-0,05	0,70	0,18	0,18	0,15	-0,01	0,53	0,31	0,52	0,45	0,47			

\*=Korrelationskoeffizienten von 0,2-0,6=schwacher positiver Zusammenhang, 0,6-0,8=mittlerer positiver Zusammenhang, 0,8-1=starker positiver Zusammenhang, Korrelationskoeffizienten mit negativen Vorzeichen deuten entsprechend auf negative Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Parametern hin; \*\*=bei mehrmals erhobenen Parametern wurden für die Berechnung Mittelwerte zugrunde gelegt, \*\*\*=Blattlänge[cm]/Blattbreite [cm]

Tab. 25: Fortsetzung

Parameter**	Keimblätter		Laubblätter				Blühbeginn	Samenzahl	TKM	Samenertrag
	Index***	Index***	Fläche	Länge	Breite	Index***				
Haupttrieblänge	-0,18		0,47	0,62	-0,03	0,53	<b>-0,73</b>	0,66	0,30	0,72
Quirizahl	0,40		0,05	-0,18	0,55	-0,44	0,33	0,06	-0,23	-0,05
Internodienlänge	-0,34		0,44	0,66	-0,23	0,68	-0,82	0,59	0,41	0,70
Blattzahl	0,36		0,27	0,06	0,56	-0,20	-0,08	0,29	-0,16	0,18
1. Ordnung	-0,03		0,31	0,38	0,09	0,32	-0,15	0,22	-0,06	0,15
2. Ordnung	0,30		0,23	0,08	0,39	-0,12	-0,03	0,09	-0,11	-0,01
Sprossgewicht	0,11		0,43	0,46	0,18	0,31	<b>-0,55</b>	0,51	0,24	0,53
Haupttriebanteil	-0,52		0,24	0,33	-0,24	0,37	-0,09	0,21	0,19	0,31
Fläche	-0,02		0,21	0,33	0,01	0,29	-0,62	0,67	0,01	0,52
Länge	0,41		0,04	0,18	-0,04	0,21	-0,53	0,56	0,05	0,45
Breite	-0,47		0,34	0,42	0,04	0,32	-0,55	0,63	-0,05	0,47
Index***	1		-0,38	-0,33	-0,08	-0,19	0,05	-0,03	0,01	-0,03
Fläche	-0,38		1	0,84	0,42	0,43	-0,23	0,25	0,17	0,31
Länge	-0,33		0,84	1	-0,05	0,83	-0,46	0,37	0,24	0,44
Breite	-0,08		0,42	-0,05	1	-0,58	0,24	0,01	-0,18	-0,07
Index***	-0,19		0,43	0,83	-0,58	1	-0,56	0,30	0,33	0,42
Quirifläche	-0,35		0,98	0,83	0,48	0,39	-0,23	0,27	0,07	0,27
Blühbeginn	0,05		-0,23	-0,46	0,24	-0,56	1	-0,68	-0,48	-0,79
Samenzahl	-0,03		0,25	0,37	0,01	0,30	-0,68	1	0,06	<b>0,86</b>
TKM	0,01		0,17	0,24	-0,18	0,33	-0,48	<b>0,06</b>	1	<b>0,55</b>
Samenertrag	-0,03		0,31	0,44	-0,07	0,42	<b>-0,79</b>	0,86	0,55	1

\*=Korrelationskoeffizienten von 0,2-0,6=schwacher positiver Zusammenhang, 0,6-0,8=mittlerer positiver Zusammenhang, 0,8-1=starker positiver Zusammenhang, Korrelationskoeffizienten mit negativen Vorzeichen deuten entsprechend auf negative Zusammenhänge zwischen den jeweiligen Parametern hin; \*\*=bei mehrmals erhobenen Parametern wurden für die Berechnung Mittelwerte zugrunde gelegt; \*\*\*=Blattlänge[cm]/Blattbreite [cm]

#### **4.2.10.4 Zusammenhänge zwischen den morphologischen bzw. phänologischen Merkmalsausprägungen und der geographischen Herkunft der Populationen sowie der Feldhistorie**

Die Ausprägung einiger Merkmale könnte mit der geographischen Herkunft der Populationen in Zusammenhang stehen: Populationen aus den nördlicheren Regionen tendierten zu kürzeren Haupttrieben und kürzeren Internodien sowie zu kleineren Sprossgewichten. Das Blühstadium setzte später ein. Auffällig war auch, dass die Populationen aus dem nördlicheren Raum zu einem geringeren Samenertrag tendierten, zu einer geringeren Samenzahl sowie zu Samen mit einer kleineren TKM als die aus den südlicheren Lagen. Eine weitere, jedoch weniger deutlich ausgeprägte Tendenz, bestand bezüglich der Keimblattfläche. Herkünfte aus den nördlicheren Regionen verfügten über kleinere Keimblätter als die aus den südlicheren Gebieten. Es muss jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den hier aufgeführten Parametern lediglich um leichte Tendenzen handelte.

Ein Zusammenhang zwischen den ermittelten Merkmalsausprägungen der Populationen und der in der Feldhistorie aufgeführten Fruchtfolge konnte nicht nachgewiesen werden; die Flächen der Herkünfte unterschieden sich bezüglich dieser – mit Ausnahme der Heckenpopulation D8 – nicht extrem voneinander (s. Anhang). Selbst D8, die weder einer Fruchtfolge noch sonstigen mit dem Kulturpflanzenanbau in Zusammenhang stehenden Maßnahmen (wie z. B. Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte) unterlag und sich somit hinsichtlich ihrer Historie deutlich von den Ackerherkünften unterschied, zeichnete sich nicht durch eindeutig von den Ackerpopulationen abweichende Merkmalsausprägungen aus (s. Kapitel 4.2.10.2). Generell werden sicherlich sowohl die langjährige Feldhistorie (über einen wesentlich längeren Zeitraum hinweg als sie hier vorliegt) als auch langfristig klimatisch-geographische Faktoren die Morphologie und Phänologie der Herkünfte beeinflusst haben.

#### **4.2.10.5 Charakterisierung sämtlicher Herkünfte hinsichtlich der Gesamtheit ihrer morphologischen und phänologischen Merkmalsausprägungen; Clusteranalyse**

Bereits in den vorangegangenen Kapiteln wurde auf Unterschiede zwischen den Herkünften bezüglich einzelner Merkmale eingegangen und einige herausragende Herkünfte hinsichtlich einer größeren Anzahl von Merkmalen betrachtet und gegenüber gestellt. Mit dem Ziel herauszustellen, welche der untersuchten Populationen sich hinsichtlich der Gesamtheit ihrer

Merkmalsausprägungen inwiefern ähneln bzw. voneinander unterscheiden, wurde eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt. Mithilfe des Scree-Verfahrens wurde (beim zweiten steilen Anstieg der Heterogenität, s. Kapitel 3.4.2) eine Gruppenzahl von fünf ermittelt. Wie Abb. 29 zeigt, besteht das Dendrogramm aus zwei Hauptästen, wobei der eine Ast sich in zwei Gruppen untergliedert, die sich jeweils aus Herkünften überwiegend aus den südlicheren Regionen stammend, zusammensetzen: Gruppe 1=K und F3; Gruppe 2=D1, D2, D3, D4, D5, D6, die Heckenpopulation D8 und F2. Der andere Ast hingegen untergliedert sich in drei Gruppen, deren zugehörige Herkünfte überwiegend aus den nördlichen und westlichen Gebieten stammten: Gruppe 3 (überwiegend Norden und Westen)=N1, N2, N3, B2, DK1, DK3 und D7; Gruppe 4 (vorwiegend Westen)=E1, E2, F1, F4, F5, F6, B1 und DK2. Gruppe 5 besteht lediglich aus der *G. spurium*-Herkunft R. Es wird somit deutlich, dass in der Regel Herkünfte aus gleicher geographischer Lage - wie z. B. E1, E2 oder D1, D2, D3, D4, D6 oder N1, N2, N3 - sich hinsichtlich der Gesamtheit ihrer Merkmalsausprägungen ähnlicher waren als Herkünfte aus verschiedenen Lagen. Die Herkünfte aus den überwiegend nördlichen und westlichen (Gruppe 3) sowie überwiegend westlichen Regionen (Gruppe 4) unterschieden sich morphologisch und phänologisch deutlich von denen aus den südlicheren Gebieten (Gruppe 1 und 2). Anhand Tab. 26 lassen sich die einzelnen Gruppen wie folgt charakterisieren:

### **Gruppe 1 (K und F3), „Süden“**

Die Herkünfte dieser Gruppe verfügten über die längsten Haupttriebe mit den längsten Internodien und über eine große Blattzahl. Das Sprossgewicht (besonders bei K) sowie der Anteil des Haupttriebgewichtes am Sprossgewicht (insbesondere bei F3) waren groß. Die Keimblätter waren breit und lang und somit von großer Fläche (besonders bei K) und im Vergleich zu den anderen Gruppen bzw. Herkünften relativ elliptisch. Ebenso waren die Laubblätter von großer Länge und Breite und somit auch die Quirle recht großflächig. Die Herkünfte gelangten als erste von allen ins Blühstadium und produzierten die größten Samenerträge, die sowohl auf einer großen TKM (besonders bei F3) als auch auf die höchsten ermittelten Samenanzahlen innerhalb von *G. aparine* beruhten.

### **Gruppe 2 (D1, D2, D3, D4, D5, D6, Heckenpopulation D8, F2), „Süden“**

Auch die Populationen dieser Gruppe tendierten zu einem langen Haupttrieb mit langen Internodien. Sie verfügten über mehr Nebentriebe erster und zweiter Ordnung. Des Weiteren waren die Keimblätter lang und breit und somit recht großflächig. Die Laubblätter waren ebenso von großer Fläche, lang, nicht allzu breit und somit in ihrer Form recht lanzettlich. Die Herkünfte tendierten, ähnlich wie bei Gruppe 1, zu einem frühen Blühbeginn sowie zu einem

großen Samenertrag, der sowohl aus einer großen Samenzahl als auch einer hohen TKM resultierte.

### **Gruppe 3 (D7, B2, N1, N2, N3, DK1, DK3), „Norden/Westen“**

Gemeinsames Kennzeichen dieser Populationen war ein kurzer Haupttrieb mit kurzen Internodien und einer größeren Anzahl von Quirlen. Der Anteil des Haupttriebgewichtes am Sprossgewicht war klein. Die Keimblätter waren von geringer Breite und Länge und somit kleinflächig. Von der Form her waren sie lanzettlicher. Ebenso verfügten die Laubblätter über eine kleine Fläche. Sie waren kurz, breit und somit relativ elliptisch. Charakteristisch war auch der späte Blühbeginn, der kleine Samenertrag, der insbesondere auf eine relativ kleine TKM der Samen zurückzuführen war.

### **Gruppe 4 (E1, E2, F1, F4, F5, F6, DK2, B1), „Westen“**

Diese Herkünfte zeichneten sich durch einen kurzen Haupttrieb mit Tendenz zu kurzen Internodien, einer geringeren Anzahl von Quirlen und Blättern aus. Es wurden weniger Nebentriebe erster und zweiter Ordnung angelegt. Ebenso war das Sprossgewicht klein. Die Keim- und Laubblätter waren relativ kurz und von kleiner Fläche. Die Laubblätter verfügten zudem über eine geringe Breite, so dass die Quirle relativ kleinflächig waren. Die Herkünfte produzierten einen kleinen Samenertrag, der insbesondere aus einer geringen Samenzahl im Vergleich zu anderen Populationen resultierte.

### **Gruppe 5 (R), *G. spurium***

Gruppe 5 besteht lediglich aus der *G. spurium*-Herkunft R. Sie verfügte über einen langen Haupttrieb mit langen Internodien, über viele Blätter am Haupttrieb, was auf eine größere Blattzahl pro Quirl zurückzuführen war. Des Weiteren entwickelte sie deutlich weniger Nebentriebe zweiter Ordnung, verfügte über ein kleines Sprossgewicht, den größten Anteil des Haupttriebes am Sprossgewicht, breite sowie kurze und somit in ihrer Form relativ elliptische Keimblätter. Die Laubblätter waren hingegen von großer Länge und kleinster Breite und somit am lanzettlichsten. Der fünfte Quirl war jedoch großflächig. Die Herkunft verfügte über eine wesentlich größere Samenzahl und die Samen über eine deutlich kleinere TKM als die von *G. aparine* (s. Kapitel 4.2.10.2).

Es wird deutlich, dass die Herkünfte aus den nördlichen und westlichen Regionen (Gruppe 3) und die aus den westlicheren Gebieten (Gruppe 4) zu kürzeren Haupttrieben, kürzeren Internodien, kleineren Sprossgewichten, einem späteren Blühbeginn sowie zu einem geringeren Samenertrag mit einer kleineren Samenzahl und einer kleineren TKM als die aus den südli-

cheren Gebieten (Gruppe 1 und 2) tendierten. Weitere, jedoch nicht so deutlich ausgeprägte Tendenzen, bestanden bezüglich der Keimblatt- und Laubblattfläche sowie der Form dieser Blätter. Die Herkünfte der Gruppen 3 (Norden und Westen) und 4 (Westen) verfügten über kleinere Keim- und Laubblattspreiten als die aus den südlichen Gebieten stammenden Herkünfte (Gruppe 1 und 2). Des Weiteren besaßen sie lanzettlichere Keimblätter, aber elliptischere Laubblätter, während es sich bei den aus den südlichen Regionen herrührenden Herkünften umgekehrt verhielt.

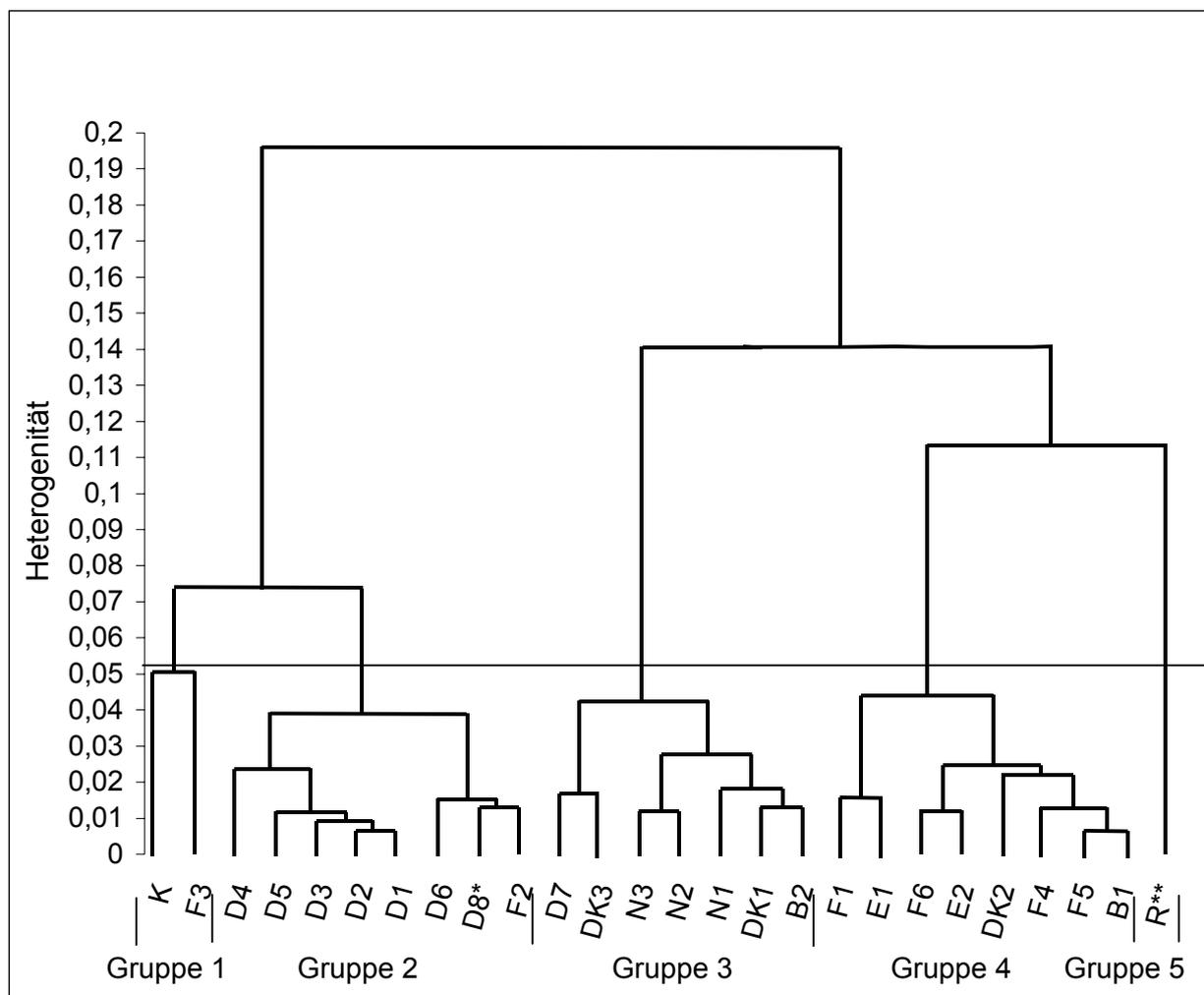


Abb. 29: Herkünfte und Herkunftsgruppen von *G. aparine* nach der Clusterung (Verfahren nach WARD 1963); waagerechte Linie=Niveau der Auftrennung; K bis B1=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*

Tab. 26: Ähnlichkeitsgruppen und zugehörige Merkmalsausprägungen (Durchschnittswerte aller einer Gruppe zugehörigen Herkünfte)

Parameter**	Ähnlichkeitsgruppe*				
	1	2	3	4	5
Haupttrieblänge [cm]	53,2	47,6	44,1	43,9	49,5
Zahl der Quirle am Haupttrieb	11,2	11,1	11,8	10,9	11,5
Länge der Internodien des Haupttriebes [cm]	4,6	4,1	3,6	3,8	4,2
Zahl der Blätter am Haupttrieb	55,3	53,5	55,0	52,6	58,5
Anzahl der Nebentriebe 1. Ordnung	18,1	20,4	19,2	17,6	18,6
Anzahl der Nebentriebe 2. Ordnung	25,6	28,1	27,8	25,1	17,1
Sprosstrockengewicht [g]	2,21	2,14	2,04	1,96	1,91
Haupttriebanteil am Sprossgewicht [%]	27,0	24,4	23,9	24,7	30,7
Fläche [cm <sup>2</sup> ]	1,59	1,39	1,25	1,26	1,35
Länge [cm]	1,80	1,73	1,66	1,65	1,57
Breite [cm]	1,09	1,00	0,93	0,95	1,05
Index***	1,66	1,74	1,82	1,75	1,50
Fläche [cm <sup>2</sup> ]	2,15	2,13	1,96	1,94	2,00
Länge [cm]	4,4	4,5	3,9	4,0	4,4
Breite [cm]	0,74	0,71	0,75	0,71	0,65
Index***	6,0	6,3	5,3	5,6	6,7
Fläche des 5. Quirls [cm <sup>2</sup> ]	12,9	12,8	11,8	11,6	13,7
Tage bis zum Blühbeginn	48,6	51,7	54,9	53,0	51,6
Samenzahl	419	309	292	285	1044
TKM [g]	8,3	8,0	7,1	7,5	2,3
Samenertrag [g]	3,5	2,5	2,1	2,0	2,4

\*=Gruppe 1: K, F3, Gruppe 2: D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8 (Heckenpopulation), F2, Gruppe 3: D7, B2, N1, N2, N3, DK1, DK3, Gruppe 4: E1, E2, F1, F4, F5, F6, DK2, B1, Gruppe 5: R (*G. spurium*); \*\*=bei mehrmals erhobenen Parametern wurden für die Berechnung Mittelwerte zugrunde gelegt; \*\*\*=Blattlänge [cm]/ Blattbreite [cm]

#### **4.2.10.6 Zusammenhang zwischen den morphologischen und phänologischen Merkmalsausprägungen und der Herbizidempfindlichkeit**

Beim Vergleich des Clusterergebnisses mit den Resultaten zur Herbizidempfindlichkeit zeigt sich, dass sich unter den Herkünften, die sich hinsichtlich ihrer morphologischen und phänologischen Merkmalsausprägungen sehr ähneln (s. Ähnlichkeitsgruppen, vorangegangenes Kapitel), sowohl gegenüber den einzelnen Wirkstoffen empfindlichere als auch unempfindlichere Herkünfte befinden. Auch bei Betrachtung einzelner Populationen, die gleich hinsichtlich mehrerer morphologischer bzw. phänologischer Merkmale herausragten, indem sie größte bzw. kleinste Ausprägungen annahmen (s. Kapitel 4.2.10.2), konnte kein Zusammenhang zur Herbizidempfindlichkeit nachgewiesen werden: K und F3, die von recht kräftigem Habitus waren, fielen hinsichtlich ihrer Herbizidempfindlichkeit nicht aus dem Rahmen; sowohl gegenüber Fluroxypyr als auch gegenüber dem Versuchsprodukt zählten sie - wie viele andere vom Habitus weniger auffällige Populationen auch - zu den Empfindlichsten. Gleiches trifft für die im Gegensatz zu K und F3 zierliche Herkunft N3 zu. Mal gehörte sie zu den sensitivsten Populationen (Mecoprop-P, Bentazon), zu den unempfindlichsten (Cinidon-ethyl, Fluroxypyr, Amidosulfuron, Versuchsprodukt) oder reagierte indifferent (Quinmerac).

Ebenso wenig konnten auf der Ebene einzelner morphologischer Parameter Zusammenhänge zur Herbizidempfindlichkeit ermittelt werden. Greift man beispielsweise die Keimblattfläche heraus, die mit der Herbizidempfindlichkeit in Zusammenhang stehen könnte und wo zudem größere Unterschiede zwischen den Herkünften ermittelt werden konnten, zeigt sich, dass die über die größte Keimblattfläche verfügende Herkunft K gegenüber den eingesetzten Herbiziden weder sonderlich empfindlich noch unempfindlich reagierte. Bei Behandlung mit Fluroxypyr z. B. zählte sie auf dem für die Bekämpfung relevanten Niveau der ED<sub>90</sub> - ebenso wie B1, D8 und N2, die über relativ kleine Keimblätter verfügten - zu den empfindlichsten Populationen. Auch bei den übrigen Wirkstoffen konnte kein Zusammenhang zwischen diesem Parameter und der Empfindlichkeit der Herkünfte nachgewiesen werden. Ebenso wenig ließen sich Zusammenhänge beim Vergleich der übrigen untersuchten Parameter mit der Herbizidempfindlichkeit der Herkünfte ermitteln.

Auf der anderen Seite wichen die gegenüber einem Wirkstoff empfindlichsten bzw. unempfindlichsten Herkünfte - wie z. B. die gegenüber dem Versuchsprodukt (1996) sensitivsten Herkünfte F1 und DK3 und die auf dem Niveau der ED<sub>90</sub> bis zu einem Faktor von 6,8 unsensitiveren Herkünfte F4, F6 und D5 - morphologisch und phänologisch (sowohl hinsichtlich

einzelner als auch der Gesamtheit der morphologischen Parameter) nicht in eine Richtung gehend voneinander ab. Die empfindlichsten Herkünfte F1 und DK3 verfügten z. B. über ähnlich große Keimblätter wie die unempfindlichsten Populationen F4, F6 und D5. Des Weiteren unterschieden sich F1 und B1, die sich gegenüber den meisten eingesetzten Herbiziden als zu den sensitivsten Populationen gehörig erwiesen, morphologisch und phänologisch nicht von den übrigen Herkünften.

#### 4.2.10.7 Zusammenfassung

Es konnte aufgezeigt werden, dass Herkünfte von *G. aparine* sich bezüglich ihrer morphologischen und phänologischen Merkmalsausprägungen voneinander unterscheiden. Die größten Unterschiede zwischen den Herkünften konnten hinsichtlich der Keimblattfläche, der Samenzahl sowie des Samenertrages ermittelt werden, wobei die Herkünfte sich maximal um das 1,8 (Keimblattfläche) bis 2,4fache (Samenertrag) unterschieden.

Einige Herkünfte fielen insofern auf, als dass sie gleich hinsichtlich mehrerer Merkmale recht große (K und F3) bzw. kleine Ausprägungen (z. B. N3) annahmen. Herkunft D8, die aus einer Hecke herrührte, unterschied sich jedoch hinsichtlich keines Parameters eindeutig von den Ackerpopulationen. Die *G. spurium*-Herkunft R ähnelte in der Ausprägung der meisten Parameter weitgehend den *G. aparine*-Herkünften. Besonders deutlich differenzierte sich R von *G. aparine* hinsichtlich der Samenzahl und der TKM der Samen.

Anhand einer Korrelationsanalyse konnte nachgewiesen werden, dass zwischen einigen Parametern mehr oder weniger stark ausgeprägte Zusammenhänge bestanden. So nahm mit zunehmender Haupttrieblänge insbesondere die Internodienlänge und das Sprossgewicht zu. Das Blühstadium setzte früher ein, ebenso stieg der Samenertrag an. Dieser resultierte insbesondere aus der Zunahme der Samenzahl.

Die Ausprägung einiger Merkmale konnte - allerdings lediglich tendenziell - mit der geographischen Herkunft der Populationen in Zusammenhang gebracht werden. Populationen aus den nördlichen Regionen tendierten insbesondere zu kürzeren Haupttrieben mit kürzeren Internodien, zu kleineren Sprossgewichten, zu einem späteren Blühbeginn, zu einem geringeren Samenertrag mit einer kleineren Samenzahl und einer kleineren TKM der Samen. Eine weitere, jedoch weniger ausgeprägte Tendenz, bestand bezüglich der Keimblattfläche; Herkünfte aus den nördlichen Regionen tendierten zu kleineren Keimblättern als die aus den südlicheren Gebieten.

Unterschiede zwischen den *G. aparine*-Herkünften hinsichtlich der Ausprägung einzelner Merkmale konnten nicht mit der Feldhistorie erklärt werden; der Zeitraum für den diese vorlag war relativ kurz und zudem lagen keine gravierenden Abweichungen zwischen den Feldhistorien vor. Herkunft D8 jedenfalls, die nicht vom Acker, sondern aus einer Hecke herrührte und somit im Vergleich zu den Ackerpopulationen in ihrer Historie anderen Bedingungen unterlag, unterschied sich morphologisch und phänologisch nicht von den Ackerherkünften.

Anhand einer Clusteranalyse konnte aufgezeigt werden, dass Herkünfte aus gleicher bzw. ähnlicher geographischer Lage sich in der Regel hinsichtlich der Gesamtheit ihrer Merkmalsausprägungen ähnelten. Herkünfte aus den nördlichen und westlichen Regionen unterschieden sich deutlich von denen aus den südlicheren Gebieten.

Ein Zusammenhang zwischen der Morphologie bzw. Phänologie und der Herbizidempfindlichkeit der Herkünfte konnte nicht nachgewiesen werden.

### 4.3 Genetische Variabilität verschiedener *G. aparine*-Herkünfte in Beziehung zur Morphologie und Phänologie sowie zur Herbizidempfindlichkeit

Anhand der Methode der RAPD-PCR (s. Kapitel 1 und 3.5) wurde die genetische Variabilität der *Galium*-Herkünfte untersucht. Dabei wurden die Populationen herangezogen, die sich hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Herbiziden (s. Kapitel 4.1) sowie bezüglich ihrer Morphologie und Phänologie (s. Kapitel 4.2) deutlicher voneinander unterscheiden. Des Weiteren wurde bei der Auswahl der Herkünfte berücksichtigt, dass aus jedem Land und nach den Ergebnissen der Clusteranalyse aus jeder Gruppe (s. Kapitel 4.2.10.5) wenigstens eine Herkunft vertreten ist. Untersucht wurden die deutschen Herkünfte D2, D3, D8 (Heckenpopulation), die niederländischen Herkünfte N2 und N3, die französischen Herkünfte F1, F3, F4, F5, F6, die kroatische Herkunft K, DK1 aus Dänemark, B1 aus Belgien, E2 aus England sowie R (*G. spurium*) aus Russland.

Wie in Kapitel 3.5.3 bereits aufgeführt, wurde bei den zu untersuchenden Herkünften nach erfolgter DNA-Extraktion eine DNA-Gehaltsbestimmung vorgenommen, wobei Gehalte von 16,84 ng/μl (F1) bis 62,97 ng/μl (D8) ermittelt wurden (Tab. 27). Die Heckenpopulation D8 verfügte somit über einen 3,7-mal höheren DNA-Gehalt als F1. Ebenso waren die DNA-Gehalte bei D2 (60,83 ng/μl) sowie N3 (41,83 ng/μl) recht hoch. Die *G. spurium*-Herkunft R wich mit 21,17 ng/μl nicht von *G. aparine* ab.

Es wurden 40 Decamer-Primer (s. Kapitel 3.5.5) auf ihre Eignung zur Beschreibung der Diversität der *Galium*-Herkünfte getestet. Davon erwiesen sich 17 Primer, die in Tab. 28 aufgeführt sind, aufgrund detektierbarer Polymorphismen für die statistische Auswertung als geeignet. Es wurde, wie in Kapitel 3.5.7 beschrieben, eine Clusteranalyse durchgeführt und das Resultat in einem Dendrogramm dargestellt. Abb. 30 zeigt, dass die genetische Ähnlichkeit der Populationen zwischen 93 und 97 % liegt. Die Herkünfte wurden im Wesentlichen in zwei Ähnlichkeitsgruppen eingeteilt, wobei eine Gruppe sich aus B1, E2, K, F6 sowie F3 zusammensetzt und die andere aus N3, F1, F4, F5, D3, N2, D2, D8 und DK1, also jeweils aus Herkünften verschiedener Regionen. Herkünfte, die einer Gruppe angehören wie z. B. B1 und E2 sind sich generell genetisch ähnlicher als Herkünfte, die verschiedenen Gruppen entstammen (z. B. B1 und N3). Beide Gruppen untergliedern sich noch in mehrere Untergruppen. Die *G. spurium*-Herkunft R differenziert sich, wie zu erwarten, recht deutlich von *G. aparine*.

Vergleicht man das vorliegende Clusterergebnis (Abb. 30) mit den Ergebnissen zur Morphologie und Phänologie (s. Kapitel 4.2) wird deutlich, dass hier lediglich teilweise eine Übereinstimmung besteht. Wie bereits in Kapitel 4.2.10.1 zusammenfassend aufgeführt, konnten bei Betrachtung einzelner Parameter größere Unterschiede zwischen den Herkünften, u. a. hinsichtlich der Keimblattfläche und des Samenertrages, ermittelt werden. K verfügte über die größten Keimblätter und unterschied sich hierin deutlich von dem Großteil der übrigen Herkünfte. Genetisch differenzierte K sich jedoch nicht besonders stark von den übrigen Herkünften. Die Population clusterte zusammen mit anderen über kleinere Keimblätter verfügende Herkünfte in einer Gruppe. Betrachtet man hingegen den Samenertrag, wird deutlich, dass die Herkünfte K und F3 mit ihren hohen Samenerträgen sich zusammen in einer Gruppe und N3 und DK1 mit ihren kleinsten Erträgen in der anderen Gruppe befinden.

Greift man die sich hinsichtlich der Gesamtheit ihrer morphologischen und phänologischen Merkmalsausprägungen herausragenden Herkünfte K und F3 heraus (s. Kapitel 4.2.10.2), die schließlich im Gegensatz zu der relativ zierlichen Herkunft N3 von recht kräftigem Habitus waren, wird deutlich, dass K und F3 zusammen in einer Gruppe clusterten und N3, allerdings zusammen mit anderen ebenfalls kräftigeren Herkünften, in der anderen Gruppe. Auch hier ist somit kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Ergebnissen zur Morphologie und Phänologie sowie den genetischen Untersuchungen erkennbar.

Vergleicht man nun das Clusterergebnis zur Morphologie und Phänologie (s. Kapitel 4.2.10.5, Abb. 29) mit dem hier vorliegenden (Abb. 30), zeigt sich, dass teilweise eine leichte Übereinstimmung in der Gruppierung besteht. Die sich in ihrem Habitus recht ähnlichen Herkünfte F3 und K liegen auch hier, wie oben bereits beschrieben, zusammen in einer Gruppe vor, nicht jedoch direkt nebeneinander. Sie clusterten hier gemeinsam mit B1, E2 und F6, die in der Clusteranalyse zur Morphologie und Phänologie zusammen mit F1, F4 und F5 in Gruppe 4, "Westen" eingeteilt wurden. F1, F4 sowie F5 clusterten hier (Abb. 30) jedoch in der anderen Gruppe nebeneinander, zusammen mit Herkünften die nach dem Clusterergebnis zur Morphologie und Phänologie die Gruppe 3, "Norden/Westen" (N3, N2, DK1) und Gruppe 2, „Süden“ (D3, D2, D8) bildeten. Die Heckenpopulation D8 unterschied sich auch hinsichtlich der molekularbiologischen Untersuchungen nicht von den Ackerpopulationen.

Setzt man das vorliegende Clusterergebnis mit der Herbizidempfindlichkeit der Herkünfte (s. Kapitel 4.1) in Beziehung, so wird deutlich, dass keine Übereinstimmung besteht. Gegenüber einem Herbizid empfindlichere als auch unempfindlichere Herkünfte clusterten nicht

selten nebeneinander und differenzierten sich somit genetisch, zumindest mit den in vorliegender Arbeit eingesetzten Primern, so gut wie gar nicht voneinander. Greift man hier beispielsweise die sich hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber dem Versuchsprodukt deutlicher voneinander unterscheidenden Herkünfte (s. Kapitel 4.1.6) heraus, wird dieser Sachzusammenhang bestätigt. F4 benötigte auf dem für eine erfolgreiche Bekämpfung relevanten Niveau der ED<sub>90</sub> 6,8-mal mehr Wirkstoff als F1, um die gleiche Wirkung zu erzielen (Versuchsjahr 1996). Die beiden Herkünfte clusterten jedoch nebeneinander (Abb. 30). Im Versuchsjahr 1997 reagierte N2 etwa 3,7-mal unempfindlicher als F3, B1 und D2. B1 und F3 clusterten hier zwar in einer Gruppe, die unempfindlichere Herkunft N2 jedoch zusammen mit der deutlich empfindlicheren Population D2 in der anderen Gruppe. Ein Zusammenhang zwischen den verschiedenen Steigungen der Dosis-Wirkungskurven und dem vorliegendem Clusterergebnis konnte ebenso wenig festgestellt werden.

Auch bei Betrachtung von B1 und F1, die insofern auffielen, als dass sie die bei den meisten eingesetzten Herbiziden sensitivsten Herkünfte waren oder zumindest zu den sensitivsten Herkünften zählten (s. Kapitel 4.1.8), zeigt sich im Dendrogramm keine Gemeinsamkeit; B1 und F1 clusterten in verschiedenen Gruppen und nicht gemeinsam in einer Gruppe.

Tab. 27: Durchschnittliche DNA-Gehalte der untersuchten Herkünfte

Herkunft	DNA-Gehalt [ng/μl]	Herkunft	DNA-Gehalt [ng/μl]
B1	26,17	N3	41,83
E2	20,99	DK1	31,99
<b>F1</b>	<b>16,84</b>	K	26,50
F3	24,17	D2	60,83
F4	29,00	D3	30,17
F5	21,83	<b>D8*</b>	<b>62,97</b>
F6	18,66	R**	21,17
N2	20,5		

B1 bis D3=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*

Tab. 28: Sequenzen und GC-Gehalte der zur Berechnung der genetischen Ähnlichkeiten herangezogenen RAPD-Primer

Primer Kit M	GC-Gehalt [%]	Primer Kit N	GC-Gehalt [%]
4 GGCGGTTGTC	70	1 CTCACGTTGG	60
5 GGGAACGTGT	60	5 ACTGAACGCC	60
6 CTGGGCAACT	60	6 GAGACGCACA	60
7 CCGTGACTION	60	7 CAGCCCAGAG	70
9 GTCTTGCGGA	60	8 ACCTCAGCTC	60
15 GACCTACCAC	60	9 TGCCGGCTTG	70
16 GTAACCAGCC	60	16 AAGCGACCTG	60
18 CACCATCCGT	60	18 GGTGAGGTCA	60
19 CCTTCAGGCA	60		

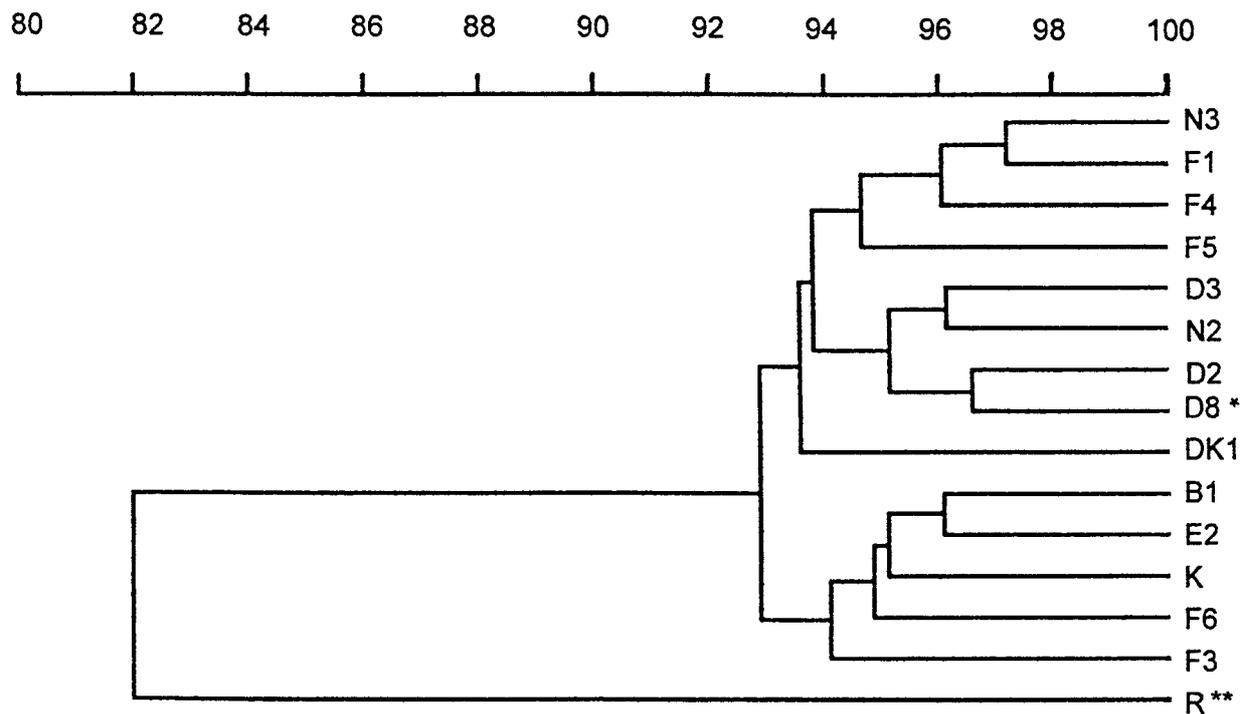


Abb. 30: Genetische Ähnlichkeiten der *G. aparine*-Herkünfte; N3 bis F3=Ackerpopulationen, \*=Heckenpopulation, \*\*=*G. spurium*