

Schlussbericht Projekt NAP 03-04, 2007-2010

Bewertung der *In-situ*- und *Ex-situ*-Erhaltung von Wiesenschwingel-Ökotypen



Projektleitung: Willy Kessler, AGFF

Wissenschaftliche Leitung: Beat Boller, Roland Kölliker

Projektbearbeitung: Simone Günter, Mahdi Majidi, Eliane Tresch, Caterina Torroni,
Franz Schubiger

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

Einleitung

Pflanzengenetische Ressourcen können als Saatgut *ex situ* oder durch nachhaltige Nutzung ihrer Herkunftsstandorte *in situ* erhalten werden. Für wichtige Futterpflanzen sehen die NAP-Konzepte sowohl die *Ex-situ*-Erhaltung als auch die *In-situ*-Erhaltung vor. Der Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*), dessen Diversität infolge der intensivierten Bewirtschaftung des Graslandes als bedroht gilt, zählt zu den wichtigen Futtergräsern.

In diesem Projekt wird eine differenzierte Bewertung der *In-situ*- und *Ex-situ*-Erhaltung auf die Entwicklung natürlicher Populationen von Wiesenschwingel durchgeführt, indem der Einfluss der beiden Erhaltungstypen auf morphologische, agronomische und genetische Parameter untersucht wird. Das Projekt leistet damit einen wichtigen Beitrag an die Weiterentwicklung des Erhaltungskonzeptes von Futterpflanzen.

Detaillierte Ergebnisse wurden bereits in den Zwischenberichten für 2007, 2008 und 2009 rapportiert. Wir beschränken uns hier auf die Darstellung der 2010 erhobenen Daten sowie auf die für eine Gesamtbeurteilung der beiden Erhaltungsformen besonders wichtigen Ergebnisse der früheren Jahre.

Akzessionen

Fünf geografisch gut verteilte Standorte in der Schweiz (Abbildung 1) werden untersucht, von denen *ex situ* gelagertes Saatgut von Wiesenschwingel vorliegt und von denen angenommen werden durfte, dass sie heute noch in ähnlicher Weise als Dauerwiesen (ohne Übersaat) genutzt werden. Diese Sammlung wurde in den 1970er Jahren von Dr. S. Badoux (RAC Changins) angelegt. Die Lage der Sammelstandorte wurde gemeinsam mit Dr. Badoux so weit als möglich verifiziert. Es handelte sich oft um relativ grosse Sammelareale, die aber eindeutig einer weiter bestehenden Naturwiesenfläche zugeordnet werden konnten. In den Jahren 2005/2006 wurde im Rahmen des Projektes NAP 02-301 an denselben Standorten erneut Saatgut von Wiesenschwingel gesammelt und aufbereitet (*in situ* erhaltenes Material). Innerhalb der Sammelareale wurde eine möglichst typische Teilfläche ausgewählt. Somit umfasst die hier beschriebene Sammlung zehn verschiedene Akzessionen von Wiesenschwingel, fünf *in situ* („Babental_neu“ etc.) und fünf *ex situ* („Babental_alt“ etc.) erhaltene Ökotypen.

Die Bewirtschaftung der Standorte seit der ursprünglichen Sammlung wurde durch eine Befragung der verantwortlichen Landwirte rekonstruiert (siehe Zwischenbericht für 2008). Eine klare Bewirtschaftungsänderung erfuhr der Standort Fahy Nalé, der auf einem militärischen Übungsplatz liegt. Die Fläche wurde schrittweise einer extensiven landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt und wird seit 2003 als ökologische Ausgleichsfläche genutzt. Am Standort Babental, der als Sömmerungsweide genutzt wird, wurde kurz vor der ursprünglichen Sammlung damit begonnen, einen Teil der Fläche für die Heunutzung auszuscheiden. Die Neusammlung wurde auf einer solchen, seitdem regelmässig geschnittenen Heufläche durchgeführt. An den übrigen Standorten blieb die Nutzung ähnlich. Die Bewirtschaftungsintensität wurde in Bassins deutlich, in Brandösch leicht erhöht, während sie in Fey gleich blieb.

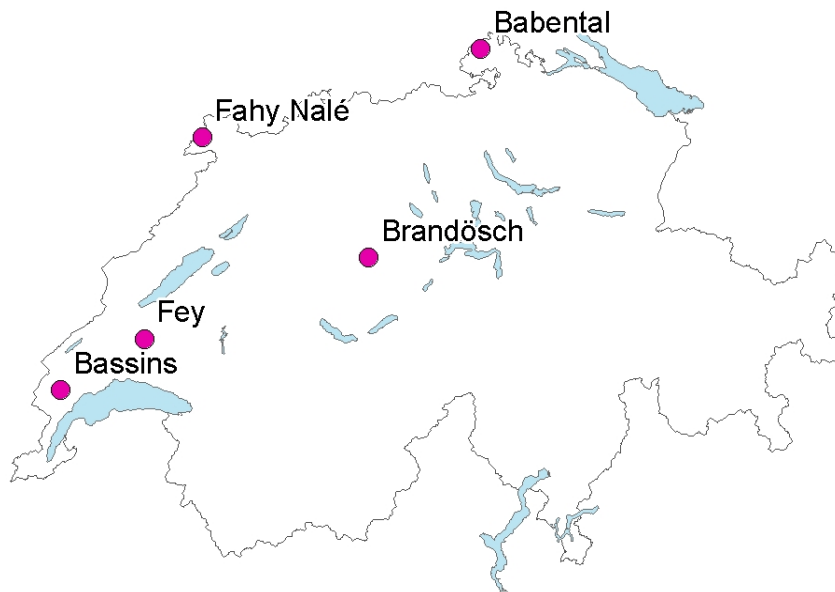


Abbildung 1: Geografische Lage der fünf Sammelstandorte von Wiesenschwingel (Fahy Nalé, Fey, Bassins, Brandösch und Babental). Detaillierte Informationen zu den Standorten sind dem Schlussbericht Projekt NAP 02-301 zu entnehmen.

Saatgutvermehrung

Um genügend Saatgut zu erhalten und allen Populationen ähnliche Startbedingungen für die agronomische Evaluierung in Parzellenversuchen zu ermöglichen, wurden sowohl die *ex situ* als auch die *in situ* erhaltenen, „alten“ bzw. „neuen“ Populationen in einer geeigneten Isolation vermehrt.

Im Juni 2006 wurden von jeder Population (neue und alte Sammlung) 74 bis 197 Einzelpflanzen mit bekanntem Endophytstatus ins Feld ausgepflanzt. Wies eine Population sowohl endophythalte als auch endophytfreie Pflanzen auf, wurden vom selteneren Endophytstatus alle ausgepflanzt, vom häufigeren maximal 100 Pflanzen.

Im Frühjahr 2007 wurden die Kleinvermehrungen der Populationen mit PVC-Folien isoliert. Nachdem endophythalte und endophytfreie Pflanzen einer Population gemeinsam abgeblüht haben, wurde das Saatgut endophythalter und endophytfreier Pflanzen separat geerntet. Die nach dem Endophytstatus getrennte Ernte ermöglichte die spätere Untersuchung des Einflusses der Endophyten auf die Wuchsfreude der Populationen.

Die Saatgutvermehrung war bei allen Akzessionen erfolgreich, so dass sowohl Reihen- und Parzellenversuche durchgeführt werden konnten, als auch Saatgut für die Einlagerung in der Genbank bereit steht. Die Erntemengen wurden im Zwischenbericht für 2007 rapportiert.

Molekulare Charakterisierung

Die genetische Diversität innerhalb der Populationen sowie die Ähnlichkeit der „alten“ und „neuen“ Populationen wurde mit Hilfe von SSR-Markern untersucht. Es wurden jeweils 28 Pflanzen jeder Population zufällig ausgewählt und die vorhandenen Allele an 20 Loci ermittelt. Die Beurteilung der genetischen Diversität (siehe Zwischenbericht für 2007) ergab kei-

nen klaren Einfluss der Erhaltungsmethode (*in situ* vs. *ex situ*). In zwei Fällen war die Diversität *in situ* leicht höher, in drei Fällen leicht niedriger als *ex situ*.

Eine Clusteranalyse wies für 4 der 5 Standorte auf eine enge genetische Beziehung zwischen den beiden Populationen desselben Standortes hin (Abbildung 2). Mit Ausnahme des Standortes Bassins gruppieren die *in situ* (_N) und *ex situ* (_O) erhaltenen Populationen jeweils paarweise. Dieses Ergebnis ist wichtig für die Interpretation der Ergebnisse der morphologischen und agronomischen Untersuchung der Populationen. Es legt nahe, dass Unterschiede zwischen der *in situ* und der *ex situ* erhaltenen Population desselben Standortes vorwiegend durch natürliche Selektion innerhalb der Population zustande kommen und weniger durch die Migration von Genen aus anderen Populationen aus der Umgebung, beispielsweise durch Pollenflug aus in der Nähe angebauten Kunstwiesen, verursacht werden.

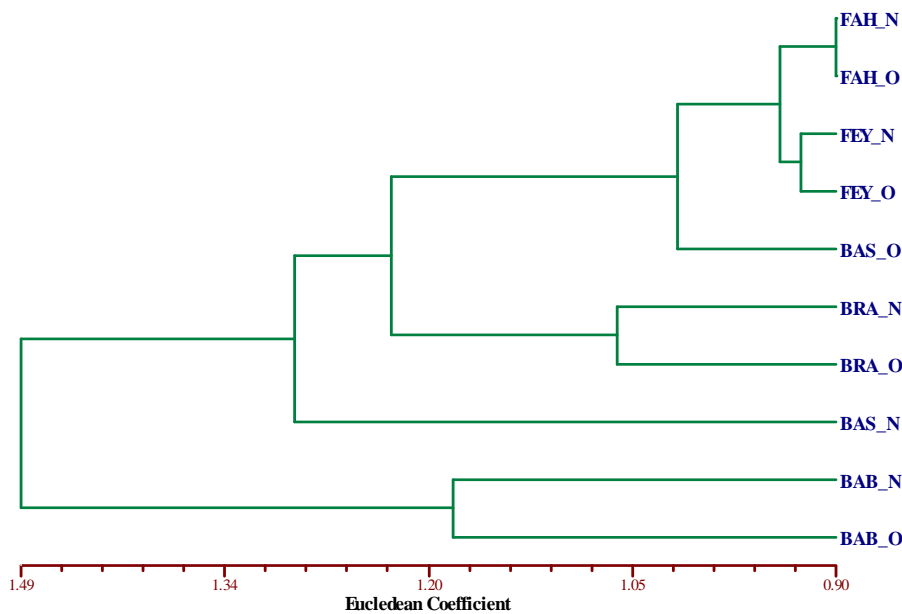


Abbildung 2: Dendrogramm aller Populationen der fünf Herkünfte nach einer Clusteranalyse der molekularen Daten (FAH = Fahy Nalé, FEY = Fey, BAS = Bassins, BRA = Brandösch, BAB = Babental). Die Indizes N und O beziehen sich auf die neue (*in situ*) und alte (*ex situ*) Sammlung.

Morphologische Charakterisierung

Feldversuche mit Einzelpflanzen wurden zur Erhebung morphologischer Charakteristika am Standort Reckenholz durchgeführt. Die in dieser Arbeit erhobenen morphologischen Merkmale entsprechen weitgehend denjenigen der UPOV-Richtlinien (TG/39/8 von 2002). Es wurden jeweils 60 Individuen jeder Population in 6 randomisierten Wiederholungen zu 10 Pflanzen ausgepflanzt. Die detaillierten Ergebnisse wurden im Zwischenbericht für 2007 dargestellt.

Die Clusteranalyse der UPOV-Merkmale ergab, im Gegensatz zu den molekularen Daten, keine paarweise Gruppierung, die auf eine Ähnlichkeit zwischen der *ex situ* und der *in situ* erhaltenen Population des jeweils gleichen Standortes hindeuten würde (Abbildung 3). Die Standardsorte Preval sowie die *In-situ*-Neusammlung Babental hoben sich markant von den übrigen Ökotypen ab.

Das Fehlen einer Beziehung zwischen den beiden Populationen desselben Standortes bestätigt, dass sich bei der *In-situ*-Erhaltung die Population einer Art systematisch weiter entwickelt. Dabei scheint die natürliche Selektion die für die Ausprägung der stark erblichen UPOV-Merkmale verantwortlichen Gene in weit stärkerem Masse zu beeinflussen als die in der Regel anonymen, für keine Merkmale codierenden SSR-Loci, die in der molekularen Analyse berücksichtigt wurden. Bei der Frühreife (Zeitpunkt des Ährenschiebens) zeigten sich zum Teil markante Unterschiede zwischen den alten und neuen Populationen (siehe Zwischenbericht für 2007). Die Frühreife hat einen starken Einfluss auf die Ausprägung mehrerer anderer Merkmale, besonders derjenigen des Längenwachstums. Frühreife Populationen erreichen rascher grosse Wuchshöhen im Frühjahr, aber geringere Wuchshöhen bei Vollreife. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass sich die bei weitem früheifste Population „Babental_neu“ so weit von den übrigen Populationen abhebt. Ein regelmässiger Heuschnitt begünstigt die Selektion frühreifer Typen. Tatsächlich sind die neu gesammelten Populationen der in den letzten Jahren regelmässig geheuten Standorte Babental, Bassins und Fahy frühreifer als die im ersten Aufwuchs beweideten Standorte Fey und Brandösch.

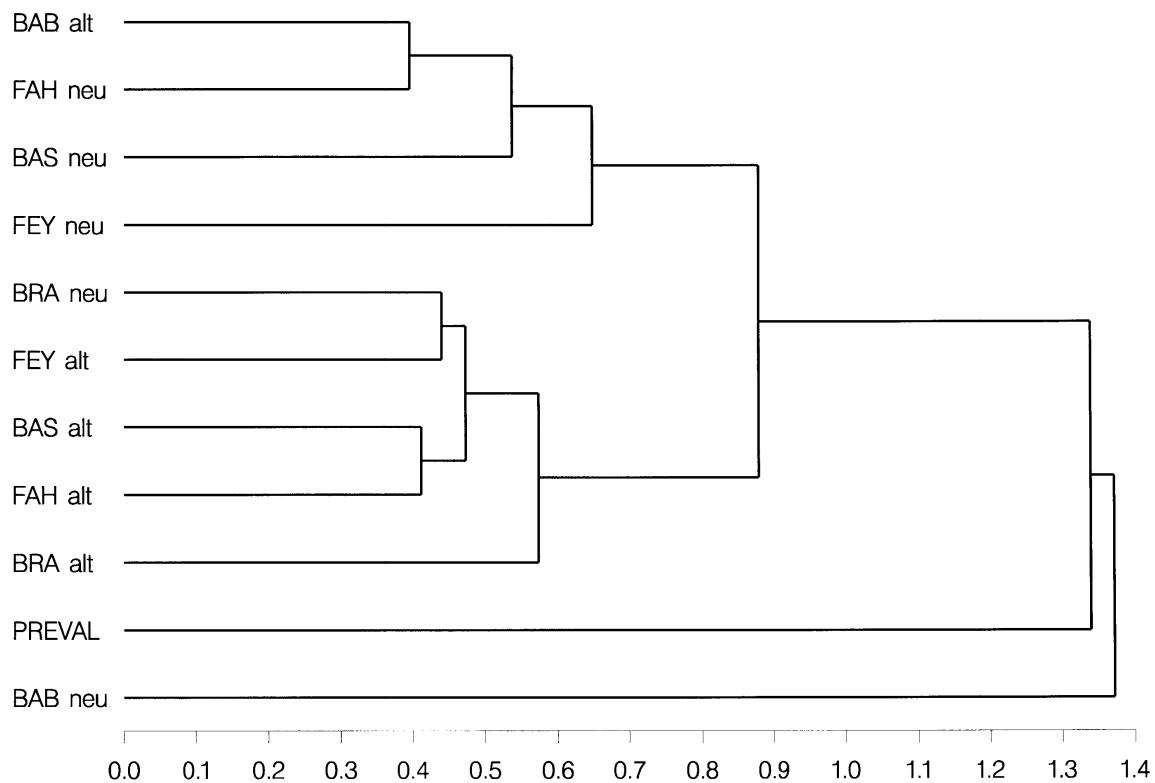


Abbildung 3: Dendrogramm aller Populationen der fünf Herkünfte nach einer Clusteranalyse bezogen auf 15 morphologische Merkmale der UPOV-Charakterisierung (FAH = Fahy Nalé, FEY = Fey, BAS = Bassins, BRA = Brandösch, BAB = Babental). Die Indizes neu und alt beziehen sich auf die neue (*in situ*) und alte (*ex situ*) Sammlung.

Agronomische Evaluierung

Alle Ökotypenpopulationen sowie die beiden Standardsorten Preval (ART) und Cosmolit (Saatzucht Steinach) wurden in einem Parzellenversuch an den beiden Standorten Oensingen und Ellighausen geprüft. Es wurden jeweils drei randomisierte Wiederholungen von 6 x 1.5 m grossen Parzellen ausgesät. Die Parzellen wurden im Aussaatjahr A0 (2008) vier Mal und in

den beiden Hauptnutzungsjahren H1 (2009) und H2 (2010) fünf Mal geschnitten. Ab dem Herbst des Aussaatjahres und in den Hauptnutzungsjahren wurde bei jedem Schnitt der Trockensubstanz-Ertrag (TS-Ertrag) mit einem Grasvollernter bestimmt. Zu jedem Aufwuchs erhielten die Parzellen eine Stickstoffdüngung in der Höhe von 50 kg N/ha. Zusätzlich wurden an den Standorten Reckenholz und Ellighausen die gleichen Akzessionen in einem Reihenversuch geprüft. Bei diesen Versuchen wurden Bonituren, aber keine Wägungen durchgeführt.

Tabelle 1. Trockensubstanzerträge in den Parzellenversuchen 2008-2010 im Mittel der Standorte Oensingen und Ellighausen

Akzession Sorte	Jahres- Ertrag H1 kgTS/a	Jahres- Ertrag H2 kgTS/a	1. Schnitt Mittel H1/2 kgTS/a	3.+4. Schnitt Mittel H1/2 kgTS/a	letzter Schnitt Mittel A0/H1 kgTS/a	letzte 2 Schnitte H2, kgTS/a
Fahy neu	133.7 ab	89.1 cd	38.9 b	35.9 bc	21.1 bc	31.2 bcd
Fahy alt	131.0 b	90.8 cd	35.9 bc	36.3 bc	21.2 b	33.4 bc
Babental neu	141.5 a	94.2 c	45.0 a	37.0 bc	20.8 bcd	31.4 bcd
Babental alt	120.6 c	73.4 e	32.6 c	31.3 e	18.8 d	25.6 e
Fey neu	133.9 ab	91.8 cd	36.1 bc	38.1 b	20.7 bcd	33.9 bc
Fey alt	133.6 ab	92.0 cd	35.3 bc	37.8 b	21.6 ab	32.1 bcd
Bassins neu	126.3 bc	89.0 cd	38.5 b	35.4 bcd	18.8 d	31.7 bcd
Bassins alt	119.0 c	85.5 d	35.5 bc	32.8 de	19.0 cd	29.3 d
Brandösch neu	128.8 b	92.6 cd	35.3 bc	34.4 cd	20.0 bcd	31.5 bcd
Brandösch alt	133.1 ab	87.8 cd	33.2 c	37.6 bc	20.1 bcd	30.4 cd
PREVAL	142.7 a	112.8 a	43.7 a	42.6 a	23.7 a	38.9 a
COSMOLIT	142.3 a	102.8 b	42.6 a	38.7 b	21.8 ab	34.6 b
k.g.D. 5 %	8.31	5.99	3.14	2.87	1.88	3.15
Mittel "neu"	132.8	91.3	38.8	36.2	20.3	31.9
Mittel "alt"	127.5	85.9	34.5	35.2	20.1	30.2
Mittel Sorten	142.5	107.8	43.2	40.7	22.8	36.7

Werte in einer Spalte, die nicht vom gleichen Buchstaben gefolgt werden, sind signifikant ($p=0.05$) voneinander verschieden

Die Ökotypen lieferten mehrheitlich geringere Erträge als die Standardsorten, sie unterschieden sich aber signifikant voneinander. Die „alten“ (*ex situ* erhaltenen) und „neuen“ (*in situ* erhaltenen) Akzessionen des jeweils gleichen Standortes waren im allgemeinen ähnlich ertragreich und wiesen eine ähnliche jahreszeitliche Verteilung auf (Tabelle 1). Ein von der alten Sammlung stark abweichendes Verhalten zeigte einzig die Neusammlung am Standort Babental. Die Neusammlung war eindeutig leistungsfähiger, sie nahm meist die Spitzenposition unter den Ökotypen ein, während die „alte“ Akzession Babental am Schluss rangierte. Auch am Standort Bassins war die Neusammlung tendenziell leistungsfähiger, die Unterschiede waren aber nicht signifikant. An den Standorten Fahy, Fey und Brandösch gab es keine substantiellen Unterschiede zwischen den beiden Akzessionen.

Die Bonituren der Üppigkeit widerspiegeln im wesentlichen die Unterschiede im Ertragsvermögen, differenzierten die Akzessionen jedoch deutlicher als die gemessenen TS-Ertragswerte. Wo immer signifikante Unterschiede auftraten, wurde die Neusammlung besser bewertet als die alte Akzession. Bei der Üppigkeit im Frühjahr (1. Schnitt) traf dies für alle Standorte zu, mit Ausnahme von Fahy, wo die Differenz knapp nicht signifikant war.

Tabelle 2. Mittelwerte der Üppigkeitsbonituren in den Parzellenversuchen 2008-2010 im Mittel der Standorte Oensingen und Ellighausen. 1 bedeutet jeweils die beste (üppigste), 9 die schlechteste Bewertung.

Akzession Sorte	1. Schnitt Mittel H1/2 Note	3.+4. Schnitt Mittel H1/2 Note	letzter Schnitt Mittel A0/H1 Note	letzte 2 Schnitte H2, Note	A0 Mittel Note	H1 Mittel Note	H2 Mittel Note
Fahy neu	3.1 bc	4.2 f	2.8 b	4.4 d	2.7 ab	3.1 b	4.6 f
Fahy alt	4.0 cde	4.0 ef	3.1 b	3.5 cd	2.8 ab	3.4 b	4.1 def
Babental neu	2.0 a	4.0 def	2.9 b	4.5 de	2.2 a	3.4 b	4.3 ef
Babental alt	5.5 f	6.2 h	5.4 d	7.3 f	4.1 c	4.8 c	7.0 h
Fey neu	3.5 bc	3.0 b	2.8 b	2.5 b	2.5 ab	3.0 b	3.0 b
Fey alt	4.3 de	3.5 bcde	3.0 b	3.1 bc	2.5 ab	3.4 b	3.5 bcd
Bassins neu	1.9 a	3.7 defg	3.2 b	3.3 bc	2.9 b	3.3 b	3.8 cde
Bassins alt	4.5 e	5.3 g	4.2 c	5.3 e	3.5 c	4.3 c	5.7 g
Brandösch neu	4.3 de	3.4 bcd	3.3 b	3.2 bc	2.5 ab	3.3 b	3.1 bc
Brandösch alt	5.4 f	3.6 cdefg	4.5 c	3.9 cd	4.0 c	3.5 b	4.0 def
PREVAL	2.2 a	1.7 a	1.9 a	1.5 a	2.8 ab	1.8 a	2.0 a
COSMOLIT	3.8 cd	3.1 bc	3.1 b	2.5 b	4.8 d	3.0 b	3.3 bc
k.g.D. 5 %	0.630	0.599	0.642	0.843	0.543	0.622	0.633
Mittel "neu"	2.97	3.65	2.98	3.58	2.53	3.21	3.73
Mittel "alt"	4.75	4.52	4.05	4.64	3.38	3.89	4.88
Mittel Sorten	2.96	2.39	2.47	2.01	3.80	2.39	2.62

Werte in einer Spalte, die nicht vom gleichen Buchstaben gefolgt werden, sind signifikant ($p=0.05$) voneinander verschieden

Bei den Krankheitsbonituren zeigte sich ein stärker differenziertes Bild (Tabelle 3). Bei der Anfälligkeit für Schneeschimmel wurde die Neusammlung in drei Fällen signifikant günstiger und in einem Fall (Fahy) signifikant schlechter bewertet als die alte Akzession. Auch durch die Bakterienwelke, verursacht durch *Xanthomonas translucens* pv. *graminis*, wurden die Pflanzen der Neusammlung an drei Standorten weniger stark befallen als die alte Akzession. Gerade umgekehrt verhielt es sich mit der Anfälligkeit für Rost. Die alte Akzession wurde stets weniger stark befallen als die neue, wobei der Unterschied an zwei Standorten signifikant war. Bei den anderen Blattkrankheiten waren die Unterschiede zwischen den beiden Akzessionen des jeweils gleichen Standortes gering.

Tabelle 3. Mittelwerte von Krankheitsbonituren in den Parzellen- und Reihenversuchen 2008-2010 im Mittel der Standorte Reckenholz, Oensingen und Ellighausen. 1 bedeutet jeweils die beste (geringster Befall), 9 die schlechteste Bewertung.

Akzession Sorte	Schnee- schimmel Mittel H1/H2	Rost Mittel 11 Bonituren	Xantho- monas Mittel 9 Bonituren	Div. Blatt- Krankheiten Mittel 3 Bonituren
Fahy neu	4.3 de	3.4 c	3.8 de	2.8 abc
Fahy alt	3.4 ab	3.1 c	3.5 de	2.4 ab
Babental neu	3.7 bc	4.1 de	3.6 de	3.0 abc
Babental alt	4.3 e	3.5 c	5.0 g	3.4 c
Fey neu	3.0 a	4.1 de	2.4 b	2.2 a
Fey alt	3.8 bcd	3.6 cd	3.2 cd	3.0 abc
Bassins neu	3.9 cde	4.8 f	4.0 ef	3.7 c
Bassins alt	3.8 bcd	4.2 de	4.5 fg	3.2 bc
Brandösch neu	3.5 abc	4.4 ef	2.8 bc	2.4 ab
Brandösch alt	4.2 de	4.2 de	2.7 bc	2.1 a
PREVAL	3.7 bc	1.8 a	1.5 a	2.4 ab
COSMOLIT	3.3 ab	2.4 b	2.6 bc	2.1 a
k.g.D. 5 %	0.478	0.548	0.645	0.856
Mittel "neu"	3.66	4.18	3.34	2.82
Mittel "alt"	3.89	3.70	3.79	2.84
Mittel Sorten	3.47	2.10	2.00	2.28

Werte in einer Spalte, die nicht vom gleichen Buchstaben gefolgt werden, sind signifikant ($p=0.05$) voneinander verschieden

Eine Cluster Analyse auf der Basis der in den Tabellen 1 bis 3 dargestellten agronomischen Merkmale zeigte ein stark differenziertes Bild (Abbildung 4). Während die einander jeweils ähnlichen beiden Akzessionen von Fey, Fahy und Brandösch zusammen mit „Bassins neu“ sich zu einem grösseren Cluster gruppieren, positionierten sich „Babental alt“ und „Bassins alt“ weitab von der jeweiligen Neusammlung. Diesen beiden Akzessionen sind schlechte Ertrags- und Üppigkeitswerte sowie eine hohe *Xanthomonas* Anfälligkeit gemeinsam. Dem steht vor allem die sehr gute agronomische Leistung der Akzession „Babental neu“ entgegen, die sich nahe der Standardsorte Cosmolit gruppierte.

Insgesamt bestätigen die agronomischen Resultate die Befunde von NAP02-58. Trotz grossen Unterschieden in der Leistungsfähigkeit zwischen den Ökotypen reichen nur wenige an die Standardsorten heran, ohne diese in wesentlichen Merkmalen zu übertreffen.

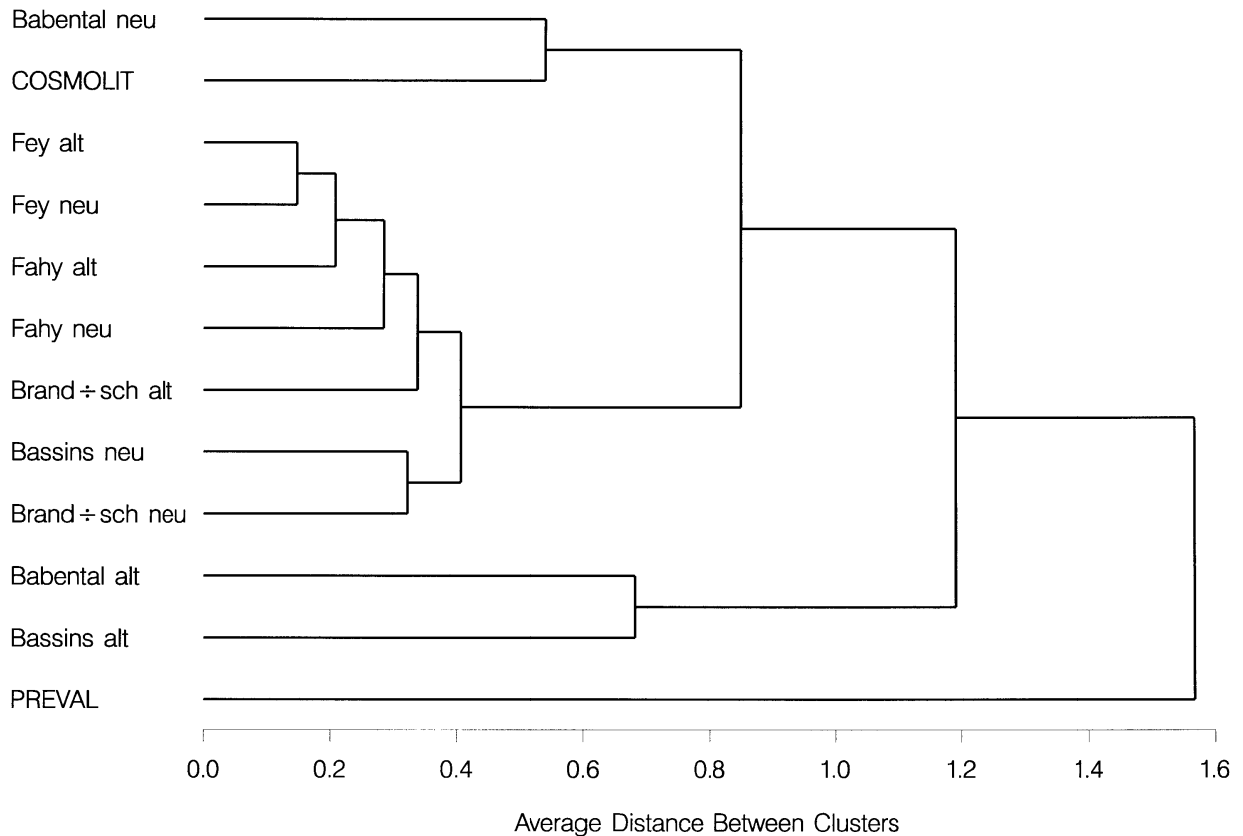


Abbildung 4: Dendrogramm aller Populationen der fünf Herkünfte nach einer Clusteranalyse bezogen auf 17 agronomische Merkmale aus der Auswertung von Parzellen- und Reihenversuchen. Die Indizes neu und alt beziehen sich auf die neue (*in situ*) und alte (*ex situ*) Sammlung.

Rolle des Endophytgehaltes

Natürliche Populationen von Wiesenschwingel enthalten oft den endophytisch lebenden Pilz *Neotyphodium uncinatum*. Dieser hat bekanntermassen positive Auswirkungen auf die Vitalität und die Stresstoleranz der Pflanzen, bildet aber im Gegensatz zu den Endophyten in Raigras und Rohrschwingel keine toxischen Alkaloide. Deshalb wurde in dieser Untersuchung dem Vorkommen der Endophyten besondere Beachtung geschenkt.

Während die Pflanzen der *in situ* erhaltenen Akzessionen durchwegs zu mindestens 70 % mit Endophyten besiedelt waren, hatten die *ex situ* erhaltenen, alten Akzessionen ihren Symbionten mit Ausnahme der Herkunft Fey weitgehend verloren (siehe Zwischenbericht für 2007). Deshalb wurde bei der Ernte der Vermehrungen zwischen endophythaligen und endophytfreien Pflanzen unterschieden, so dass für 7 Akzessionen (2 alte und 5 neue) in den Reihenversuchen der Einfluss des Endophytgehaltes auf die Leistungsfähigkeit der Populationen untersucht werden konnte.

Wie Tabelle 4 zeigt, waren die endophythaligen Teilpopulationen leistungsfähiger als die endophytfreien. Die Überlegenheit in der Üppigkeit nahm dabei im Lauf des Versuches stark zu. Im H2 (2010) wurden die endophythaligen Teilpopulationen im Mittel um 1.3 Noten besser bewertet als die endophytfreien. Einzig bei der Akzession „Bassins alt“ hatte der Endophyt keinen positiven Einfluss auf die Wuchsfreude. Demgegenüber wurden die endophytfreien Teilpopulationen weniger stark von Rost befallen.

Tabelle 4. Mittelwerte der Üppigkeits- und Krankheitsbonituren der Reihenversuche 2008-2010 mit endophythaligen (e+) und endophytfreien (e-) Teilpopulationen von 7 Akzessionen an den Standorten Ellighausen und Reckenholz.

Akzession			Üppig- keit A0	Üppig- keit H1	Üppig- keit H2	Früh- wuchs	Rost	Schnee- schim- mel	Xantho- monas	Schie- ben Note	Natürl. Höhe Frühjahr
Babental	neu	e+	2.06	1.92	3.25	1.25	3.67	2.08	3.83	8.83	33.50
Babental	neu	e-	2.72	2.50	5.83	1.67	3.50	1.67	4.17	10.00	30.67
Bassins	alt	e+	2.67	3.33	5.92	2.33	3.67	2.17	4.00	12.00	30.00
Bassins	alt	e-	2.17	2.83	5.67	1.83	2.58	2.17	4.00	12.00	30.00
Bassins	neu	e+	2.14	2.17	3.25	1.17	4.33	2.17	3.08	11.67	35.00
Bassins	neu	e-	2.94	2.67	5.83	1.50	3.58	1.50	3.67	11.67	35.33
Brandösch	neu	e+	2.97	2.25	3.83	3.08	2.96	1.92	3.33	13.17	28.50
Brandösch	neu	e-	3.06	3.67	5.17	3.50	3.67	2.17	2.83	13.00	25.00
Fahy	neu	e+	2.14	1.92	4.08	1.50	2.63	2.17	3.25	12.17	34.17
Fahy	neu	e-	2.44	2.67	4.50	1.50	2.67	2.33	4.00	12.00	31.00
Fey	alt	e+	2.83	3.67	4.25	3.00	3.42	1.83	3.50	13.33	27.33
Fey	alt	e-	2.44	3.33	5.33	2.67	3.00	1.83	3.50	13.67	26.67
Fey	neu	e+	2.39	2.58	3.21	2.50	3.50	1.50	2.50	12.17	30.00
Fey	neu	e-	2.67	2.00	4.67	2.33	2.17	1.50	2.83	13.33	31.33
Mittel "alt" e+			2.75	3.50	5.09	2.67	3.54	2.00	3.75	12.67	28.67
Mittel "alt" e-			2.31	3.08	5.50	2.25	2.79	2.00	3.75	12.83	28.33
Mittel "neu" e+			2.34	2.17	3.52	1.90	3.42	1.97	3.20	11.60	32.23
Mittel "neu" e-			2.77	2.70	5.20	2.10	3.12	1.83	3.50	12.00	30.67
Mittel e+			2.46	2.55	3.97	2.12	3.45	1.98	3.36	11.90	31.21
Mittel e-			2.63	2.81	5.29	2.14	3.02	1.88	3.57	12.24	30.00

Entwicklung der botanischen Zusammensetzung an den Ursprungsstandorten

An allen 5 Standorten wurde in den Jahren 2006, 2008 und 2010 je eine Vegetationsaufnahme gemacht und die Ertragsanteile der einzelnen Arten eingeschätzt. Tabelle 5 listet die vorkommenden Arten auf und zeigt Trends in der Verschiebung der Artanteile. Seit der jeweils letzten Aufnahme neu in mindestens Ertragsklasse 2 (> 1 %) aufgetretene Arten sind rot, solche, die verschwunden sind, grün markiert. Zunahmen um mindestens 2 Klassen sind orange, Abnahmen um mindestens 2 Klassen hellblau hervorgehoben.

Die Veränderungen in den Artanteilen waren an den 5 Standorten ähnlich. Brandösch und Fey waren in jedem Jahr die artenärmsten Standorte. Beim Standort Fahy bestand ein Trend zu einer Zunahme der Artenzahl. Die Verschiebungen in der Artzusammensetzung waren nicht so gross, dass die Bestände nach 2 oder 4 Jahren einem anderen Pflanzenverband hätten zugeordnet werden müssen. Eine Clusteranalyse der Vegetationsaufnahmen auf der Basis der Abundanz der vorkommenden Arten gruppierte die drei zeitversetzten Aufnahmen des jeweils selben Standortes zusammen, obwohl die einzelnen Aufnahmen zueinander eine relativ grosse Distanz aufwiesen (Abbildung 5).

Projekt NAP 03-04

Tabelle 5. Vegetationsaufnahmen 2006, 2008 und 2010 mit Ertragsklassen nach Dietsl an den 5 Herkunftsstandorten der Akzessionen

Standort/Flurname	Babent: 2006	Babent: 2008	Babent: 2010	Bassin: 2006	Bassin: 2008	Bassin: 2010	Brandö: 2006	Brandö: 2008	Brandö: 2010	Fahy_N 2006	Fahy_N 2008	Fahy_N 2010	Fey 2006	Fey 2008	Fey 2010
Jahr	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010	2006	2008	2010
Anzahl Arten	29	26	27	26	31	28	20	24	18	24	33	28	16	21	20
Pflanzenverband	Cynosurion			Arrhenatherion			Trifolio-Lolion			Arrhenatherion			Trifolio-Lolion		
Anteil Gräser, geschätzt [%]	60	70	70	65	89	80	58	50	60	85	60	65	77	56	80
Anteil Klee, geschätzt [%]	10	15	15	10	1	2	12	20	30	5	25	10	8	22	5
Anteil Kräuter, geschätzt [%]	30	15	15	25	10	18	30	30	10	10	15	25	15	22	15
Gräser															
Alopecurus pratensis L.	4	4	4				2	3	4						4
Arrhenatherum elatius (L.) J. & C. Presl				6	4	3				4	4	3		1	1
Cynosurus cristatus L.	3	5	3	2				3	2	2	3	5			
Dactylis glomerata L.	2	2	1	5	4	5	4	4	3	2	2	2	3	2	4
Festuca arundinacea Schreb.	2				1	2									
Festuca pratensis Huds.	4	2	2	3	4	4	5	5	3	3	2	2	5	3	5
Festuca rubra L.					3	3				2	3	3	6	3	7
Lolium multiflorum Lam.											1				
Lolium perenne L.	6	5	6	5	4	3	4	3	4				7	5	6
Phleum pratense L.	1			2	1								4	3	2
Poa pratensis L.				4	2	3	4	5	6	4	3	4	2	2	3
Trisetum flavescens (L.) P. Be	2	2	2	2	3	1				3	4	6			
Anthoxanthum odoratum L.	2	1	3				2	1	1	3	3	2			2
Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg.				2	2	1									
Agropyron repens (L.) P. Beauv.							2	2							
Agrostis stolonifera L.														4	
Agrostis tenuis Sibth.	5	5	3		2	1				5	5	5	2	3	
Bromus mollis L.	3	2	3	2	1	2				3	2	2			
Holcus lanatus L.	1	4	2	2						5	5	3	4	4	4
Poa annua L.													2		
Poa trivialis L.	3	4	3	2	5		6	4	2	2	2		3	3	2
Leguminosen															
Lotus corniculatus L.											2	2			
Trifolium pratense L.	4	4	4	4	1	1				3	5	5			
Trifolium repens L.	2	2	2	2	1	1	5	6	6	2	3	3	4	6	3
Lathyrus pratensis L.											1				
Medicago lupulina L.										2	4	2			
Vicia cracca L.					1	1								2	2
Vicia sepium L.	1	3	2								2	2			
Vicia hirsuta (L.) Gray											2				
Kräuter															
Ajuga reptans L.	1		1												
Cardamine pratensis L.				1			1								
Carum carvi L.					1										
Centaurea jacea L.		1			1										
Crepis biennis						2						2			
Knautia arvensis (L.) Coult.												1			
Plantago lanceolata L.	3	2	5	2		2				3	2	2	3	4	4
Achillea millefolium L.		1						1					2	3	3
Alchemilla vulgaris aggr.						1	2	2	1						
Anemone nemorosa			1												
Anthriscus sylvestris aggr.						2									
Bellis perennis L.							1	2	5			1			
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.			2												
Cerastium arvense L.															
Cerastium fontanum Baumg.	2	2	1					2	2	2	2	2			1
Colchicum autumnale L.				1	1										
Galium mollugo L.				2	1	2									
Galium spec.					1	1									
Glechoma hederaceum L.					1										
Heracleum sphondylium L.	2	3	1	3	1	2	5	4	3	2	3	3			
Leucojum vernum L.											1				
Myosotis arvensis Hill	1	1	2			1				3	1	1			
Ornithogalum umbellatum L.											1				
Plantago major L.	1				1			1							
Ranunculus acris L. subsp. fri	5	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	1	2	2
Ranunculus ficaria L.							3								
Ranunculus repens L.	2	2	2				3	3						2	2
Rhinanthus alectorolophus (Sc	1									1	2	4			
Rumex acetosa L.	3	2	2	2	2	2	1	1	1	3	2	2	2	1	2
Rumex obtusifolius L.															1
Stellaria graminea L.															1
Taraxacum officinale aggr.	3		2	3	3	3	3	4	4		2	1	5	4	5
Tragopogon orientalis L.		1	1	2	2	2					1	4			
Veronica arvensis L.	3	1	3	1		1		2		1	1				
Veronica chamaedrys L.				1	1	1		2	2		1				
Veronica filiformis Sm.							2	1	2						
Veronica montana L.		1													
Veronica serpyllifolia L.	2				1		1								

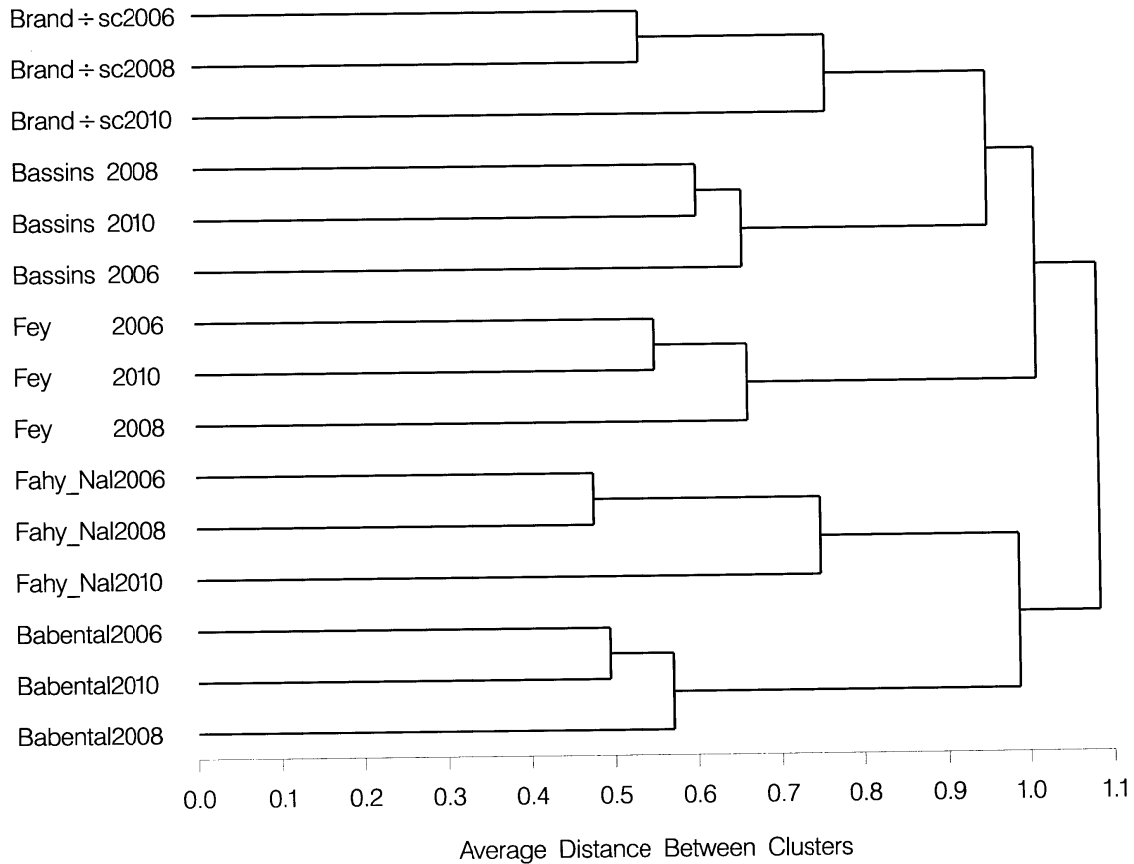


Abbildung 5: Dendrogramm der Vegetationsaufnahmen 2006 bis 2010 am Ursprungsstandort der fünf Herkünfte nach einer Clusteranalyse bezogen auf die Abundanzen der vorkommenden Arten. Die Indizes neu und alt beziehen sich auf die neue (*in situ*) und alte (*ex situ*) Sammlung.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt beispielhaft, wie sich Populationen wichtiger Futterpflanzen bei der *In-situ*-Erhaltung unter dem Druck der Standort- und Bewirtschaftungseinflüsse durch natürliche Selektion weiter entwickeln, wenn man annimmt, dass die Pflanzen, die in den Versuchen aus dem *ex situ* erhaltenen Saatgut heranwuchsen, die Eigenheiten der natürlichen Ausgangspopulation zum Zeitpunkt der Sammlung in den 1970er Jahren repräsentieren. Besonders stark waren die Verschiebungen bei den morphologischen UPOV-Merkmalen, welche für die Beschreibung von Sorten beigezogen werden. Aber auch Parameter der agronomischen Leistungsfähigkeit veränderten sich mit der Zeit. Dies bedeutet, dass die mit Sammlungsmaterial von einem bestimmten Standort einmal erhobenen Charakteristika nur für eine beschränkte Zeit Gültigkeit haben. Diese Feststellung steigert den Wert einer *Ex-situ*-Erhaltung des Saatgutes gut beschriebener, natürlicher Populationen von Futterpflanzen. Solche Populationen können für die Pflanzenzüchtung, aber auch für wissenschaftliche Untersuchungen wertvoll sein, weil wichtige, genetisch fixierte Eigenschaften bereits bekannt sind. Andererseits schnitten die neu *in situ* gesammelten Populationen in vielen agronomischen Leistungsmerkmalen besser ab als die Populationen aus der *Ex-situ*-Erhaltung. In agronomischer Hinsicht kann man also davon ausgehen, dass die natürliche Selektion bei der *In-situ*-Erhaltung positiv auf höhere Leistung, bzw. bessere Anpassung an Stressfaktoren gerichtet ist. Das Erhaltungskonzept für Futterpflanzen sollte deshalb die *In-situ*-Erhaltung nicht aus den Augen verlieren.