

# SCHLUSSBERICHT

## ERHALTUNG VON WIESENSCHWINGEL- UND RAIGRASÖKOTYPEN IN UNTERSCHIEDLICH GE- NUTZTEN NATURWIESEN



Projektleitung: Dr. Willy Kessler

Wissenschaftliche Leitung: Dr. Beat Boller

Projektbearbeitung: Madlaina Peter-Schmid

Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich

## 1. Ziele des Projektes NAP 02-58

- I. Sammlung und Vermehrung von Wiesenschwingel- (*Festuca pratensis* Huds.) und Italienisch Raigrasökotypen (*Lolium multiflorum* Lam.) aus unterschiedlich genutzten Naturwiesen.
- II. Beschreibung der inter- und intraspezifischen Variabilität der Ökotypenpopulationen aufgrund morphologischer Kriterien und agronomischer Merkmale.
- III. Erfassung der Bewirtschaftungsintensität, der botanischen Zusammensetzung sowie weiterer Standortfaktoren.
- IV. Ableiten von Kriterien zur Bewertung von Naturwiesen als Erhaltungsorte genetischer Ressourcen von Futterpflanzen und erarbeiten von Empfehlungen für eine wirkungsvolle *in-situ* Erhaltung.

## 2. Durchgeführte Arbeiten 2006

### 2.1. Erfassung von Standortfaktoren (Ziel III.)

Im Frühjahr 2006 wurde wie bereits im Jahre 2004 an allen Sammelstandorten die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände nach der Methode von Dietl (1995) erhoben. Im Weiteren wurde je Standort wieder eine botanische Analyse durchgeführt, die neben der Schätzmethode von Dietel auch den prozentualen Anteil der Zielart (*F.p.* oder *L.m.*) im Pflanzenbestand aufgrund der Trockensubstanz bestimmt. Diese Daten sowie diejenigen aus dem Jahre 2004 sollten dazu dienen, die Stabilität der Pflanzenbestände aufzuzeigen und wenn möglich eine Verknüpfung mit der vorgefundenen Diversität aufzuzeigen.

### 2.2. Beschreibung der Variabilität der Ökotypenpopulationen mit Hilfe von molekularen Markern

Molekulargenetische Marker eröffnen für die Beschreibung von genetischen Ressourcen interessante Perspektiven, da Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Populationen genau aufgezeigt werden können oder aber auch Sorten genau identifiziert werden können. Um diese

Vorteile auszunutzen, wurde im vorliegenden Projekt, das im Rahmen einer Dissertation durchgeführt wird, 12 der insgesamt 19 Populationen jeder Art sowie alle acht Sorten mit Hilfe von 22 resp. 24 SSR Markern analysiert. Die Datenerhebung und Auswertung dieser zeitaufwendigen und kostspieligen Analyse, die von Agroscope ART finanziert wurde, erfolgte hauptsächlich im Jahre 2006. Dank diesem Instrument konnte ein Ökotyp (Bärau) ganz klar als Sorte identifiziert werden und konnte so von allen weiteren Auswertungen ausgeschlossen werden. Im Weiteren konnte die genetische Diversität jeder einzelnen Population klar quantifiziert und somit der Vergleich zwischen den Populationen ermöglicht werden. Daraus können einerseits Schlüsse über eine mögliche genetische Verarmung der betreffenden Arten gezogen werden. Andererseits können genetisch diverse Standorte identifiziert sowie die spezifischen Standortfaktoren definiert werden, die wertvolle Habitats für eine Konservierung von genetischen Ressourcen darstellen.

### **2.3 Agronomische Beurteilung**

Die agronomische Beurteilung der Herkünfte erfolgt in Parzellenversuchen ähnlich einer Sortenprüfung. Die Versuche wurden 2005 mit 20 Herkünften von Italienischem Raigras und 2006 mit 20 Herkünften von Wiesenschwingel an den drei Versuchsorten von ART, Reckenholz, Oensingen und Ellighausen, angelegt. Die vorrätigen Saatgutmengen erlaubten die erwünschte 3-ortige Prüfung bei 10 Herkünften von Italienischem Raigras und bei 17 Herkünften von Wiesenschwingel. 10 weitere Herkünfte von Italienischem Raigras und 2 weitere Herkünfte von Wiesenschwingel werden 2-ortig geprüft, eine Herkunft von Wiesenschwingel nur an einem Ort. Mit Hilfe von generalisierten linearen Modellen der Statistiksoftware SAS werden die Resultate so ausgewertet, dass alle vorliegenden Resultate berücksichtigt und ein korrekter statistischer Vergleich der Herkünfte möglich ist.

Bis zum Projektende von NAP02-58 konnte das erste Hauptnutzungsjahr der Versuche mit Italienischem Raigras ausgewertet werden. Das zweite Hauptnutzungsjahr dieser Versuche (2007) sowie die beiden Hauptnutzungsjahre der Versuche mit Wiesenschwingel (2007 und 2008) sollen in einem Folgeprojekt ausgewertet und die vollständigen Daten für die nationale Datenbank bereitgestellt werden.

### **3. Ergebnisse**

Dieses Projekt wird im Rahmen einer Dissertation an der ETH durchgeführt, was die Publikation der erhaltenen Resultate in internationalen Zeitschriften resp. in der Dissertation mit sich zieht. Da zusätzlich molekulargenetische Analysen durchgeführt wurden, ist das Projekt zur Zeit noch nicht fertig bearbeitet und die Resultate noch nicht publiziert. Aus diesem Grunde verzichten wir hier vorerst auf das Aufführen von Tabellen und Graphiken der noch zu publizierenden Ergebnisse. Die gesamte Dissertation wird selbstverständlich nach Abschluss dem BLW zur Verfügung gestellt.

#### **3.1. Sammlung und Vermehrung von Wiesenschwingel- und Italienisch Raigrasökotypen aus unterschiedlich genutzten Naturwiesen. (Ziel I)**

Die untersuchten Ursprungsstandorte weisen deutliche Unterschiede bezüglich ihrer Höhenlage und der geographischen Lage auf. Dies ist sehr wichtig, um in einem weiteren Schritt Unterschiede zwischen den Ökotypenpopulationen auf Standorts- und Bewirtschaftungsfaktoren zurückführen zu können. In dieser Arbeit hat sich bisher aber gezeigt, dass die Unterschiede zwischen den Populationen gering sind und nur schwach mit Umweltfaktoren (v.a. Höhenlage, geographische Lage) verknüpft werden können. In folgenden Projekten sollten daher diese Umweltgradienten wenn möglich vergrößert werden und Ökotypenpopulationen weiter aus dem Westen (Waadt) bzw. Süden (Tessin, Graubünden) in die Sammlung eingeschlossen werden.

Die Vermehrung der Italienisch Raigrasökotypenpopulationen für die Aussaat der Parzellenversuche (agronomische Beurteilung) sowie für die Einlagerung in der Genbank war mit Ausnahme der Standorte Littau und Pfisterboden erfolgreich (Detaillierte Angaben zur Erntemenge siehe Jahresbericht 2004), d.h. die dafür benötigten 300g Saatgut konnten grösstenteils geerntet werden. Auch für Wiesenschwingel konnten ein Jahr später befriedigende Saatgutmengen geerntet werden, allerdings lieferten auch hier einige Standorte (Regensdorf, Weinigen, Oberehrendingen) zuwenig Saatgut für die Versuche und die Einlagerung (siehe Jahresbericht 2005).

### **3.2. Morphologische Beschreibung der Ökotypenpopulationen (Ziel II.)**

Im Jahre 2004 wurde an der Agroscope ART ein Feldversuch mit allen 38 gesammelten Ökotypenpopulationen angelegt. Die Beschreibung der einzelnen Populationen mit Hilfe von 16 morphologischen Merkmalen wurde an insgesamt 60 Einzelpflanzen pro Population durchgeführt. Die morphologischen Merkmale entsprechen mehrheitlich den in den Richtlinien für die Durchführung der Prüfung auf Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit (UPOV, 1990, 2002) aufgeführten Merkmale. Zusätzlich wurden jedoch noch weitere morphologische Merkmale berücksichtigt. Die untersuchten Merkmale sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1 Morphologische Merkmale gemessen an insgesamt 60 Einzelpflanzen von je 19 Wiesenschwingel (*F.p.*) und Ital. Raigras (*L.m.*) Ökotypenpopulationen**

Merkmale	Beschreibung	Arten	Methode
CR	Kronenrostresistenz im Aussaatjahr	<i>F.p./L.m.</i>	Scala: 1 = resistent bis 9 = sehr anfällig
Hv	Wuchsform vegetative (Herbst/Frühjahr)	<i>F.p./L.m.</i>	Scala: 1 = aufrecht bis 9 = flach (UPOV, 1990 <sup>1</sup> ; 2002 <sup>2</sup> )
WH	Winterhärte zu Vegetationsbeginn	<i>F.p./L.m.</i>	Scale: 1 = resistent bis 9 = tot
NHs	Natürliche Höhe im Frühling	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm (UPOV, 1990; 2002)
DE	Zeitpunkt Ährenschieben	<i>F.p./L.m.</i>	Anzahl Tage ab 1. Mai (UPOV, 1990; 2002)
He	Wuchsform Zeitpunkt Ährenschieben	<i>F.p.</i>	Scala: 1 = aufrecht bis 9 = flach (UPOV, 2002)
Nhe	Natürliche Höhe Zeitpunkt Ährenschieben	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm (UPOV, 1990; 2002)
HA	Natürliche Höhe bei Vollreife	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm, 30d nach Ährenschieben (UPOV, 1990; 2002)
LI	Internodiumslänge	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm, 30d nach Ährenschieben
EL	Blütenlänge	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm, 30d nach Ährenschieben (UPOV, 1990; 2002)
LF	Fahnenblattlänge	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm, Zeitpunkt Ährenschieben ( <i>L.m.</i> ), 30d nach Ährenschieben ( <i>F.p.</i> ) (UPOV, 1990; 2002)
WF	Blattbreite	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm, Zeitpunkt Ährenschieben ( <i>L.m.</i> ), 30d nach Ährenschieben ( <i>F.p.</i> ) (UPOV, 1990; 2002)
LS	Ährchenlänge	<i>F.p./L.m.</i>	Messung in cm, 30d nach Ährenschieben (UPOV, 1990)
NS	Anzahl Ährenchen/Blüte	<i>F.p./L.m.</i>	30d nach Ährenschieben (UPOV, 1990)
NC	Anzahl Halme	<i>F.p./L.m.</i>	30d nach Ährenschieben
LA	Grannenlänge	<i>L.m.</i>	Messung in cm, 30d nach Ährenschieben
NI	Halmbildung im 2. Aufwuchs	<i>L.m.</i>	Scala: 1 = sehr wenig Halme bis 9 = sehr viele Halme

<sup>1</sup> UPOV. 1990. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability: Ryegrass (*Lolium spp.*) TG/4/7. International union for the protection of new varieties of plants (UPOV), Genf.

<sup>2</sup> UPOV. 2002. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability: Meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) and Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) TG/39/8. International union for the protection of new varieties of plants (UPOV), Genf.

Die Resultate in diesem Schlussbericht basieren auf Auswertungen die mit allen 19 Italienisch Raigrasökotypenpopulationen aber mit nur 18 Wiesenschwingelökotypenpopulationen durchgeführt wurden. Da der Wiesenschwingelökotyp Bärau sowohl in der morphologischen als auch in der genetischen Charakterisierung eindeutig als Sorte identifiziert werden konnte, wurde er von allen, im Frühjahr 2007 durchgeführten Auswertungen, definitiv ausgeschlossen.

Mit Hilfe einer hierarchischen Varianzanalyse konnten innerhalb der Wiesenschwingelpopulationen signifikante Unterschiede für alle untersuchten Merkmale (Ausnahme Blattbreite und Ährchenlänge) gezeigt werden. Nicht signifikante Unterschiede innerhalb der Italienisch Raigraspopulationen wurden für die Merkmale Ährchenlänge und Winterhärte gefunden. Italienisch Raigrasökotypen und Sorten waren sich generell sehr ähnlich und unterschieden sich nur in den Merkmalen Kronenrostresistenz, Frühreife, Höhe zum Zeitpunkt Ährenschieben und der Anzahl Halme signifikant voneinander. Die Unterschiede zwischen Sorten und Ökotypenpopulationen waren bei Wiesenschwingel sehr viel grösser, wobei die Merkmale Kronenrostresistenz, Wuchsform und Höhe zum Zeitpunkt Ährenschieben, Halmlänge und Blütenstandslänge bei Vollreife, Blattbreite, Ährchenlänge und Anzahl Ährchen sowie die Anzahl Halme signifikant dazu bestrugen. Die geringen Unterschiede innerhalb und zwischen den Italienisch Raigrasökotypen und Sorten konnten mit der molekularen Analyse auch bestätigt werden.

Den höchsten Korrelationskoeffizienten vorkommend in beiden Arten konnte für die Merkmale Halmlänge zum Zeitpunkt Ährenschieben und bei Vollreife beobachtet werden (*F.p.*  $r = 0.89$ ; *L.m.*  $r = 0.86$ ). Die Pflanzhöhe zum Zeitpunkt Ährenschieben sowie die Frühreife waren in Italienisch Raigras auch sehr stark korreliert ( $r = 0.86$ ), etwas schwächer war diese Korrelation hingegen in Wiesenschwingel ( $r = 0.64$ ). Im Weiteren konnten signifikante Korrelationen gefunden werden, die auch mit der Literatur bestätigt werden konnten. So konnte ein klarer Einfluss der Höhenlage auf die Kronenrostresistenz für beide Arten beobachtet werden. Für Wiesenschwingel konnte eine negative Korrelation für Frühreife und Blattlänge gezeigt werden, die auch von anderen Autoren schon beobachtet wurde. Zudem beeinflusst die Höhenlage den Blühzeitpunkt von Wiesenschwingel und aufrechte Schwingeltypen waren winterhärter. Einen Zusammenhang zwischen Wuchsform und Exposition wurde für Italienisch Raigras gefunden, der auch in der Literatur bereits bestätigt ist. Ebenfalls korrelieren in Italienisch Raigras die Blattlänge und Blattbreite miteinander.

Die phänotypische Ähnlichkeit zwischen den Populationen wurde vorerst mit Hilfe einer Clusteranalyse dargestellt. Dabei ergaben sich für Wiesenschwingel insgesamt drei Gruppen,

die sich signifikant voneinander unterscheiden. Gruppe 1 beinhaltet alle vier Sorten, Gruppe 2 hauptsächlich Ökotypenstandorte mit Schnittnutzung (Ausnahme Hasliberg G. → schwache Frühjahrsweide) oder sehr extensiver Weide (Birmensdorf) und Gruppe 3 hauptsächlich Standorte die ganzheitlich oder teilweise (Frühjahr/Herbst) beweidet wurden. Die Ökotypenpopulationen der Gruppe 2 (Schnittnutzung) unterschieden sich signifikant von denjenigen der Gruppe 3 bezüglich ihres aufrechteren Wuchses, ihrer geringeren Pflanzhöhen, den kürzeren Blütenständen und den längeren Blättern. Zudem waren die Populationen der Gruppe 2 frühreifer. Eine klare Abtrennung der Wiesenschwingelsorten von den Ökotypen konnte ebenfalls mit der genetischen Analyse gezeigt werden.

Die Clusteranalyse der Italienisch Raigras Populationen zeigte eine klare Abspaltung der Schweizer Sorten Axis und Oryx, gefolgt von der Sorte Abercomo und Ökotyp Reichenbach, die sich ebenfalls signifikant von allen Ökotypenpopulationen unterscheiden. Gruppe 4 beinhaltet die Sorte Barlizzi sowie mittelintensiv bewirtschaftete Standorte, in der Gruppe 3 finden sich hauptsächlich sehr intensiv bewirtschaftete Standorte mit Ausnahme von einigen heutzutage mittelintensiv bewirtschafteten (Hüttlingen, Latterbach, Lenzen, Littau). Die Bodenanalyse dieser Standorte lässt hingegen, aufgrund der sehr hohen P und K Gehalte, eine früher intensivere Bewirtschaftung vermuten. Die Ökotypenpopulationen der Gruppe 4 zeigen verglichen mit denjenigen der Gruppe 3 eine bessere Kronenrostresistenz, sind spätreifer und weisen mehr Halme und längere Halme auf.



**Tabelle 2 Trockenmasseerträge im ersten Hauptnutzungsjahr von 20 Ökotypenherkünften und 4 Zuchtsorten von Italienischem Raigras**

Gruppe	Name	TM Ertrag 1.Schnitt H1, kg/a	TM Ertrag 2.Schnitt H1, kg/a	TM Ertrag 3.Schnitt H1, kg/a	TM Ertrag 4.Schnitt H1, kg/a	TM Ertrag 5.Schnitt H1, kg/a	TM Ertrag total H1, kg/a
Ökotyp	Bazenheid	27.9 bcd	28.4 a	17.6 ab	16.5 cdefg	14.6 cdefg	104.9 ab
Ökotyp	Doppleschwand	32.4 a	28.2 ab	13.7 h	14.7 fg	14.0 efg	102.9 abcd
Ökotyp	Egg	30.3 ab	27.9 ab	16.1 bcdef	18.3 abc	16.6 a	109.1 a
Ökotyp	Egliswil	26.1 cde	27.6 abcd	17.2 bc	19.7 ab	14.3 defg	104.8 ab
Ökotyp	Gachnang	25.7 cde	25.6 def	16.7 bcd	19.3 ab	16.1 ab	103.5 abc
Ökotyp	Gommiswald	28.6 abc	28.7 a	16.8 bcd	18.0 abcd	13.9 fg	106.2 ab
Ökotyp	Huetten	26.1 cde	27.9 ab	16.9 bc	19.0 ab	15.3 abcdef	105.1 ab
Ökotyp	Huettlingen	24.7 def	26.9 abcde	17.1 bc	17.6 bcd	14.4 defg	100.7 bcd
Ökotyp	Laenzen	30.0 ab	27.7 abc	15.8 cdefg	16.7 cdef	15.4 abcde	105.6 ab
Ökotyp	Latterbach	25.9 cde	25.8 cdef	14.1 gh	15.6 defg	14.7 bcdefg	96.2 de
Ökotyp	Littau	27.6 bcd	25.7 def	16.8 bcd	18.8 abc	15.9 abc	104.8 ab
Ökotyp	Niederurnen	30.2 ab	27.8 abc	17.3 abc	15.5 efg	13.8 g	104.5 ab
Ökotyp	Oberehrendingen	25.3 cdef	24.9 f	15.5 cdefgh	19.5 ab	16.7 a	101.9 bcd
Ökotyp	Pfisterboden	25.2 cdef	26.2 bcdef	14.5 fgh	15.2 efg	15.5 abcde	96.6 de
Ökotyp	Reichenbach	23.6 ef	25.1 f	15.2 defgh	14.4 g	13.4 g	91.7 e
Ökotyp	Root	28.2 bcd	25.6 def	16.4 bcdef	18.5 abc	15.8 abcd	104.4 ab
Ökotyp	Tuerlen	26.5 cde	27.0 abcde	16.3 bcdef	16.5 cdef	15.4 abcde	101.7 bcd
Ökotyp	Weiningen	25.5 cdef	27.3 abcde	16.3 bcdef	20.2 a	16.5 a	105.8 ab
Ökotyp	Wernetshausen	30.0 ab	27.1 abcde	15.0 efg	17.5 bcde	14.6 cdefg	104.2 ab
Ökotyp	Wolhusen	28.3 abcd	26.3 bcdef	15.0 defgh	17.4 bcde	14.0 efg	101.1 bcd
Sorte	ABERCOMO	21.7 fg	25.2 ef	16.6 bcde	18.1 abcd	14.3 defg	95.9 de
Sorte	AXIS	19.5 g	24.8 f	18.8 a	18.5 abc	15.8 abc	97.4 cde
Sorte	BARLIZZY	30.8 ab	25.0 f	16.0 bcdefg	18.3 abc	15.5 abcde	105.6 ab
Sorte	ORYX	27.9 bcd	24.3 f	16.7 bcd	17.9 abcd	16.6 a	103.4 abc
Mittel Ökotypen		27.4	26.9	16.0	17.4	15.0	102.8
Mittel Sorten		25.0	24.9	17.0	18.2	15.6	100.6
F-Wert, p							
Ökotypen vs. Zuchtsorten		13.79 0.0003	31.5 <0.0001	9.29 0.0027	3.31 0.071	5.77 0.0176	3.12 0.079
Sorten innerhalb Zuchtsorten		15.13 <0.0001	0.36 0.779	3.67 0.0138	0.12 0.948	3.51 0.017	3.5 0.017
Herkunft innerhalb Ökotypen		3.02 <0.0001	2.67 0.0005	2.82 0.0002	4.19 <0.0001	3.97 <0.0001	3.03 <0.0001

Werte gefolgt von mindestens einem gleichen Buchstaben sind nicht signifikant ( $p=0.05$ ) voneinander verschieden

### 3.3. Agronomische Merkmale der Populationen

Die Ökotypenpopulationen von Italienischem Raigras zeichneten sich zum Teil durch hohe Trockenmasseerträge aus (Tabelle 3). 17 der 20 geprüften Ökotypenpopulationen erbrachten im Mittel über zwei bis drei Versuchsstandorte einen höheren Jahresertrag an Trockenmasse als das Mittel der vier mit geprüften Zuchtsorten. Die Herkünfte Egg, Gommiswald und Weiningen übertrafen sogar, wenn auch nicht signifikant, die ertragreichste Sorte Barlizzy. Nur die Herkünfte Latterbach, Reichenbach und Pfisterboden lieferten signifikant weniger Trockenmasse als die europaweit erfolgreiche Sorte Oryx.

Die jahreszeitliche Verteilung des Trockenmasseertrages variierte unter den Herkünften stark. Doppleschwand, Laenzen, Wernetshausen und Niederurnen starteten mit hohen Frühjahrserträgen, liessen dann aber im Sommer und Herbst stark nach. Oberehrendingen, Weiningen und Gachnang begannen mit einem schwachen ersten Schnitt, gehörten aber im Spätsommer und Herbst zu den ertragreichsten Herkünften. Dadurch glichen sich die summierten Jahreserträge an, sodass die relativen Unterschiede geringer waren als bei den Erträgen der einzelnen Schnitte.

Bei den Krankheitsbonituren fiel die generell hohe Rostanfälligkeit der Ökotypen auf (Tabelle 3). Keine Herkunft erreichte das mittlere Resistenzniveau der vier mit geprüften Sorten. Es gab jedoch noch markante Unterschiede zwischen den Herkünften. Gachnang, Oberehrendingen, Root und Türlen waren signifikant weniger rostanfällig als 14 andere Herkünfte, andererseits wiesen Gommiswald und Hütten signifikant höhere Befallsnoten auf als 16 besser klassierte Herkünfte. Diese Resultate bestätigen die gute Eignung der Kronenrostresistenz als Unterscheidungsmerkmal zwischen den Herkünften. Auch für andere Blattkrankheiten (vor allem *Drechslera* spp.) waren die Ökotypen anfälliger als die Sorten, die Unterschiede waren aber geringer als beim Rost.

Im Gegensatz zu den Blattkrankheiten befielen Schneeschimmel und *Xanthomonas*, der Erreger der Bakterienwelke, die meisten Ökotypen weniger stark als das Mittel der Sorten. Auch hier gab es markante Unterschiede zwischen den Herkünften. Auffallend viele Herkünfte verbanden eine hohe Schneeschimmelresistenz mit einer guten *Xanthomonas*-Resistenz. Die Herkünfte Bazenheid, Egg, Gommiswald, Länzen, Littau, Niederurnen und Wernetshausen waren sowohl gegenüber Schneeschimmel als auch gegenüber *Xanthomonas* nicht anfälliger als die jeweils resistensteste Herkunft oder Sorte. Umgekehrt gehörten Egliswil, Gachnang, Latterbach, Pfisterboden, Reichenbach und Türlen bei beiden Erregern zu den anfälligsten Herkünften. Über alle 24 Sorten und Herkünfte waren *Xanthomonas* und Schneeschimmelresistenz mit einem Koeffizienten von 0.46 signifikant positiv korreliert.

**Tabelle 3 Krankheits- und Wuchsbonituren in Parzellenversuchen mit 20 Ökotypenherkünften und 4 Zuchtsorten von Italienischem Raigras**

Gruppe	Name	Anfälligkeit für Schnee-schimmel (9=sehr anfällig)	Frühwuchs (Bonitur, 1=sehr üppig)	Sommerwuchs (Bonitur, 1=sehr üppig)	Anfälligkeit für Rost (9=sehr anfällig)	Anfälligkeit für Xanthomonas (9= sehr anfällig)	Anfälligkeit für div. Blattkrank-heiten (9=sehr anfällig)
Ökotyp	Bazenheid	5.00 abcd	3.11 abc	2.83 abc	4.88 efg	2.67 abcd	4.11 hi
Ökotyp	Doppleschwand	4.97 abc	2.51 ab	3.69 defgh	4.76 ef	3.83 efghi	4.44 i
Ökotyp	Egg	5.22 abcde	3.56 abcd	3.06 bcd	4.38 de	3.00 abcdef	3.89 fghi
Ökotyp	Egliswil	5.97 f	4.01 cdefgh	3.61 defgh	4.82 efg	3.67 defgh	3.44 cdefg
Ökotyp	Gachnang	5.78 defg	4.78 fgh	3.56 defg	3.50 c	4.83 ij	3.00 abc
Ökotyp	Gommiswald	5.13 abcde	2.85 abc	3.03 bcd	6.09 i	2.33 ab	4.00 ghi
Ökotyp	Huetten	5.89 efg	3.89 cdefg	3.28 cde	5.71 hi	2.67 abcd	3.56 cdefgh
Ökotyp	Huettlingen	6.11 fg	4.67 efghi	3.22 cde	4.00 cd	3.33 bcdefg	3.22 abcde
Ökotyp	Laenzen	4.56 a	3.11 abc	2.50 ab	4.50 de	2.17 a	3.78 efg
Ökotyp	Latterbach	5.63 cdefg	5.01 ghi	4.11 gh	4.93 efg	3.83 efghi	4.00 ghi
Ökotyp	Littau	5.13 abcde	2.85 abc	3.28 cde	5.43 gh	2.50 abc	3.00 abc
Ökotyp	Niederurnen	5.11 abcd	2.78 ab	2.44 a	5.17 fgh	2.00 a	3.89 fghi
Ökotyp	Oberehendingen	5.30 abcdef	4.68 efghi	3.78 efg	3.54 c	4.50 hij	3.00 abc
Ökotyp	Pfisterboden	5.63 cdefg	5.01 ghi	4.28 h	3.93 cd	3.83 efghi	3.33 bcdef
Ökotyp	Reichenbach	5.89 f	3.78 bcdef	3.78 efg	4.79 ef	3.83 efghi	4.11 hi
Ökotyp	Root	4.80 abc	3.35 abcd	3.36 cdef	3.59 c	3.50 cdefgh	3.44 cdefg
Ökotyp	Tuerlen	5.78 defg	4.22 defgh	3.83 efg	3.63 c	4.00 fghi	3.33 bcdef
Ökotyp	Weiningen	5.30 abcdef	5.18 hi	3.19 cde	4.37 de	3.83 efghi	3.11 abcd
Ökotyp	Wernetshausen	4.78 ab	3.44 abcd	3.06 bcd	5.33 fgh	2.83 abcde	3.78 efg
Ökotyp	Wolhusen	4.97 abc	3.68 bcdef	3.94 fgh	5.48 ghi	4.17 ghi	3.67 defgh
Sorte	ABERCOMO	7.47 h	5.18 hi	4.28 h	3.43 c	5.50 j	3.89 fghi
Sorte	AXIS	6.44 g	5.67 i	3.61 defgh	1.29 a	2.83 abcde	2.78 ab
Sorte	BARLIZZY	4.63 a	2.51 a	4.19 gh	4.43 de	4.00 fghi	2.67 a
Sorte	ORYX	5.56 bcdef	3.67 bcde	3.89 fgh	1.96 b	4.00 fghi	3.00 abc
Mittel Ökotypen		5.35	3.82	3.39	4.64	3.37	3.61
Mittel Sorten		6.03	4.26	3.99	2.78	4.08	3.08
F-Wert, p							
Ökotypen vs. Zuchtsorten		17.4 <0.0001	5.77 0.0176	22.1 <0.0001	83.34 <0.0001	10.88 0.0013	15.52 0.0001
Sorten innerhalb Zuchtsorten		14.74 <0.0001	11.99 <0.0001	1.3 0.278	11.66 <0.0001	7.59 0.0001	5.25 0.0017
Herkunft innerhalb Ökotypen		2.64 0.0006	3.96 <0.0001	4.49 <0.0001	3.55 <0.0001	4.08 <0.0001	3.09 <0.0001

Werte gefolgt von mindestens einem gleichen Buchstaben sind nicht signifikant ( $p=0.05$ ) voneinander verschieden

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass an den Herkunftsstandorten für diese lebensbedrohenden Krankheiten ein starker natürlicher Selektionsdruck besteht, der das Vorkommen resistenter Pflanzen begünstigt. Das hohe Resistenzniveau vieler Herkünfte macht sie interessant als Quelle für Züchtungsprogramme und hilft, die natürlichen Bestände stabil zu halten.

### **3.4. Erfassung von Standortfaktoren (Ziel III.)**

An allen Ursprungshabitaten wurden Standortfaktoren wie geographische Lage, Höhenlage, Exposition und Neigung sowie sämtliche Bodeneigenschaften (pH, P, K, Mg, Ca, Corg., Ton-, Schluff- und Sandgehalt) bestimmt. Die Bewirtschaftungsintensität wurde aufgrund von Interviews mit den Bewirtschaftern eruiert und basiert auf den Angaben zur Nutzungshäufigkeit im Wirzkalender. Im Weiteren wurden in den Jahren 2004 und 2006 die botanische Zusammensetzung sowie der Anteil der Zielart (*F.p.* oder *L.m.*) im Pflanzenbestand bestimmt. Detaillierte Angaben zu den Standortfaktoren sind in Tabelle 4 aufgeführt.

**Tabelle 4 Standortfaktoren der 19 Wiesenschwingel- und 19 Ital. Raigrasökotypenpopulationen. Versorgungsklassen für P, K, Mg gemäss Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau 2001 (Agrarforschung 8(6) 2001); A (arm), B (mässig), C (genügend), D (Vorrat), E (angereichert)**

Herkunft	Geog. Länge (°E)	Geog. Breite (°N)	Höhe (m a.s.l.)	Exposition (°N)	Neigung (%)	Anz. Arten (2004)	Anz. Arten (2006)	% F.p. /L.m. (2004)	% F.p. /L.m. (2006)	pH (CaCl2)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Corg. (%)	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)
<i>F. pratensis</i>																		
Bärau	7°49'	46°56'	750	240	31	24	25	6.3	11	5.0	B	B	B	1403	3.1	21	31	43
Birmensdorf	8°27'	47°21'	540	1	17	29	28	9	8	6.2	B	C	D	5725	3.7	38	28	28
Blaachli	7°30'	46°37'	1470	180	30	35	32	15	5	5.7	B	B	B	2303	3.7	28	39	27
Boppelsen	8°25'	47°28'	580	150	10	45	46	7	0	7.1	B	B	E	51103	2.9	25	34	36
Brandösch	7°54'	46°58'	920	0	0	49	47	19	4	5.3	D	C	C	1794	3.2	20	24	50
Gibswil	8°54'	47°19'	770	120	30	35	33	12	2	6.0	B	D	B	3506	4.0	25	51	17
Grandval	7°26'	47°17'	660	130	20	35	34	8	4	7.1	B	C	B	40041	3.4	38	24	32
Hasliberg G.	8°12'	46°45'	1130	260	45	22	20	6	8	5.6	B	C	C	3187	3.7	32	21	40
Hasliberg K.	8°12'	46°45'	1170	215	37	26	24	16	7	5.1	B	B	B	2353	2.9	31	39	25
Hulftegg	8°58'	47°21'	910	106	72	36	35	8	2	6.9	B	C	E	6843	3	34	26	35
Marbach	7°55'	46°52'	880	290	36	32	29	16	12	5.7	B	B	B	3080	2	21	26	49
Moron	7°17'	47°16'	1190	200	10	40	32	8	6	6.7	B	D	D	8420	3.8	27	28	39
Mösli	8°33'	47°45'	810	180	27	30	30	12	4	6.0	B	D	B	7577	5	54	28	10
Mulleren	9°05'	47°05'	1050	270	25	33	34	4	0	6.3	B	D	C	9007	8	38	34	16
Oberehrendingen	8°21'	47°29'	610	265	25	55	54	7	0	6.3	B	D	B	7459	4	47	29	17
Pfisterboden	8°31'	47°15'	790	225	17	43	39	8	0	7.0	B	D	E	41168	5	44	30	18
Regensdorf	8°27'	47°25'	465	310	8	30	31	17	12	6.8	B	B	E	12519	3	29	29	37
Tafers	7°13'	46°48'	620	175	34	47	49	17	10	7.0	B	B	C	24430	3	22	26	47
Weiningen	8°26'	47°25'	530	260	10	38	34	7	0	5.6	B	B	D	2817	3	29	28	40
<i>L. multiflorum</i>																		
Bazenheid	9°03'	47°26'	600	70	10	17	19	42	16	6.0	B	D	E	5275	5	38	28	26
Doppleschwand	8°03'	47°01'	880	150	30	26	21	23	27	5.2	C	C	D	2089	3	23	30	43
Egg	8°27'	47°10'	980	290	10	25	23	8	5	5.2	B	D	C	2066	4	23	34	36
Egliswil	8°11'	47°21'	520	170	12	22	16	46	49	6.9	B	E	C	13681	3	25	32	37
Gachnang	8°51'	47°32'	520	290	10	26	24	10	14	6.7	C	C	E	5436	4	27	27	40

Projekt NAP 02-58

Tabelle 4 (Fortsetzung)

<b>Herkunft</b>	<b>Geog. Länge (°E)</b>	<b>Geog. Breite (°N)</b>	<b>Höhe (m a.s.l.)</b>	<b>Exposition (°N)</b>	<b>Neigung (%)</b>	<b>Anz. Arten (2004)</b>	<b>Anz. Arten (2006)</b>	<b>% F.p. /L.m. (2004)</b>	<b>% F.p. /L.m. (2006)</b>	<b>pH (CaCl2)</b>	<b>P (mg/kg)</b>	<b>K (mg/kg)</b>	<b>Mg (mg/kg)</b>	<b>Ca (mg/kg)</b>	<b>Corg. (%)</b>	<b>Ton (%)</b>	<b>Schluff (%)</b>	<b>Sand (%)</b>
Gommiswald	9°02'	47°15'	760	260	22	25	24	11	9	4.7	B	C	B	1443	3	25	32	38
Hütten	8°39'	47°11'	740	175	25	28	24	23	36	5.9	B	C	C	3094	3	28	31	35
Hüttlingen	8°59'	47°35'	430	175	20	17	17	22	22	7.0	E	D	E	29480	4	33	29	32
Latterbach	7°36'	46°40'	640	0	0	21	21	37	4	6.9	E	D	E	76299	6	19	23	48
Lenzen	8°56'	47°21'	690	0	0	29	26	8	3	6.7	E	D	E	7593	7	28	20	41
Littau	8°14'	47°03'	460	0	0	23	14	22	43	7.0	D	B	D	24842	4	21	27	45
Niederurnen	9°04'	47°07'	430	0	0	18	20	57	16	5.9	B	B	B	3652	5	36	49	6
Oberehrendingen	8°21'	47°29'	560	265	13	26	24	19	4	6.9	B	D	D	15712	4	39	25	30
Reichenbach	7°41'	46°38'	700	0	0	31	31	9	3	7.0	B	B	E	77829	5	24	30	37
Root	8°24'	47°07'	470	290	7	19	18	36	44	5.8	B	B	C	1827	3	18	33	45
Türten	8°31'	47°16'	670	195	14	27	26	14	4	6.9	D	D	E	14293	4	44	28	21
Weiningen	8°26'	47°26'	530	250	5	29	23	11	17	6.3	B	C	D	4293	3	30	27	38
Wernetshausen	8°52'	47°18'	760	250	9	17	10	9	4	5.5	C	E	D	1854	3	24	31	40
Wolhusen	8°04'	47°02'	650	290	10	25	23	22	10	5.5	C	B	C	3074	3	21	33	41

### **3.4. Ableiten von Kriterien zur Bewertung von Naturwiesen als Erhaltungsorte genetischer Ressourcen von Futterpflanzen und erarbeiten von Empfehlungen für eine wirkungsvolle *in-situ* Erhaltung (Ziel IV).**

Die morphologische sowie auch die genetische Charakterisierung hat eine hohe Variabilität v.a. innerhalb der Populationen gezeigt. Die Unterschiede zwischen den Populationen sind für Italienisch Raigras geringer, was auch durch den stark verbreiteten Anbau dieser Art in angesäten Kunstwiesen zurückgeführt werden kann. Die Verbreitung von Wiesenschwingel ist viel isolierter und das Verbreitungsgebiet durch das Vorkommen in höheren Lagen grösser, was wohl zu stärker differierenden Ökotypenpopulationen geführt hat.

Mit Hilfe einer Redundanzanalyse (RDA) kann der Einfluss einzelner Standortfaktoren auf die genetische Variabilität bestimmt werden. Daraus können dann Kriterien zur Bewertung von Naturwiesen abgeleitet werden. Erste Auswertungen haben gezeigt, dass vor allem Standortfaktoren wie geographische Lage und Höhenlage einen signifikanten Einfluss auf die Variabilität haben können. Um einen möglichst grossen Anteil der Variabilität mit Hilfe von Konservierungsmassnahmen zu erhalten, sollten mögliche Erhaltungsorte entsprechend diesen Kriterien ausgewählt werden, wobei darauf geachtet werden sollte, dass möglichst grosse Gradienten berücksichtigt werden. Da das Projekt zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht fertig bearbeitet ist, können an dieser Stelle hingegen keine weiteren Schlussfolgerungen gezogen werden.

## **4. Ausblick 2007**

- Publikation der Ergebnisse der molekularen Charakterisierung in einer internationalen Fachzeitschrift (peer-reviewed)
- Publikation der Ergebnisse der morphologischen Charakterisierung in einer internationalen Fachzeitschrift (peer-reviewed)
- Synthese der molekularen und morphologischen Daten sowie der Standortfaktoren und Ableitung von Empfehlungen für Erhaltungsstrategien von genetischen Ressourcen (Schlussfolgerungen → siehe Ziel IV)
- Redaktion der Dissertation