

Pflanzen

Neue Italienische Raigräser: Caribu und Tigris

Beat Boller, Franz Schubiger und Peter Tanner, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich
Auskünfte: Beat Boller, E-Mail: beat.boller@art.admin.ch, Tel. +41 44 377 73 63

Zusammenfassung

Beim Italienischen Raigras sind zwei neue diploide Sorten zugelassen: Caribu und Tigris. Beide entstammen dem Zuchtprogramm der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Damit ist ein weiterer Fortschritt in der Züchtung von Italienischem Raigras (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* Volkart ex Schinz et Keller) erreicht. Caribu und Tigris sind das Resultat eines gezielten Zuchtansatzes. Die hohe Leistungsbereitschaft des Ökotypenmaterials, das die Sorte Oryx geliefert hatte, wurde mit einer verbesserten Resistenz gegenüber Kronenrost verbunden. Die beiden neuen Sorten zeigen gleich wie Oryx ein sehr rasches Frühjahrswachstum und ermöglichen bei früher Nutzung einen hohen Ertrag im ersten Schnitt. Die Resultate zeigen, dass die Einkreuzung von Krankheitsresistenz aus bewährtem Zuchtmaterial in wuchsfreudiges, aber krankheitsanfälliges Ökotypenmaterial eine erfolgsversprechende Züchtungsstrategie ist.

Schweizer Sorten von Italienischem Raigras (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* Volkart ex Schinz et Keller) gehören seit dem Erscheinen der tetraploiden Sorte Lipo in den 70er Jahren zu den meistverkauften Futtergrassorten im Schweizer Kunstfutterbau. Sie werden auch im benachbarten Ausland verbreitet angebaut. In den letzten Jahren erfreuten sich auch diploide Sorten wachsender Beliebtheit. Ihre Ansprüche an eine regelmässige Wasserversorgung sind dank ihres niedrigeren Wassergehaltes geringer als bei tetraploiden Sorten. Allerdings ist

bei allen diploiden Raigrassorten die Verdaulichkeit allgemein weniger gut als bei tetraploiden Sorten. Mit Oryx steht seit einigen Jahren eine Schweizer Sorte zur Verfügung, bei der dieser Nachteil weniger ins Gewicht fällt (Boller *et al.* 2002). Dank ihrer sehr raschen Frühjahrsentwicklung liefert Oryx schon früh einen ertragreichen und qualitativ hochstehenden ersten Silageschnitt. Das Nachwuchsvermögen im Sommer ist gut, und dank einer leicht geringeren Neigung zur sommerlichen Halmbildung, fällt die Verdaulichkeit nicht so stark ab wie bei anderen

Sorten. Ein Mangel von Oryx ist jedoch das gelegentlich ungenügende Resistenzniveau gegenüber dem Kronenrost (*Puccinia coronata* f.sp. *lolii*). Von dieser Pilzkrankheit wird Oryx stärker befallen als die wesentlich ältere Schweizer Sorte Axis. Axis wird seit 1990 empfohlen und verfügt über eine besonders hohe Rostresistenz (Nüesch 1990 und Boller *et al.* 2002).

Ziel war deshalb, die Krankheitsresistenz des Zuchtmaterials, das die Sorte Oryx geliefert hatte, zu verbessern und dabei deren Vorteile wie rasches Frühjahrswachstum und hohen Ertrag bei früh geerntetem ersten Schnitt zu bewahren. Mit den Sorten Caribu und Tigris kann ART das Ergebnis dieser Bemühungen vorstellen. Beide Sorten wurden aufgrund der 2002–2004 durchgeführten, offiziellen Sortenprüfung in die Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen aufgenommen (Suter *et al.* 2005). In dieser Prüfserie fiel das entscheidende erste Hauptnutzungsjahr auf den Hitze- und Dürresommer 2003. Caribu und Tigris erzielten unter diesen schwierigen Bedingungen das deutlich beste Ergebnis der geprüften Neuanmeldungen und erreichten als einzige den geforderten Indexwert für die Aufnahme in die empfehlende Sortenliste. Beide Sorten sind ebenfalls im Sortenkatalog der EU eingetragen, Tigris über den deutschen Sortenkatalog (Zulassung 2003) und Caribu über den österreichischen (Zulassung 2006).

Abb. 1. Offene Abblüte ausgelesener Elitepflanzen im Zuchtgarten. Die nicht selektionierten Pflanzen wurden vor der Blüte weggemäht. Unter den ausgelesenen Pflanzen findet eine zufällige gegenseitige Bestäubung statt. (Foto: Beat Boller, Agroscope ART)



Die hier präsentierten Parzellenversuche wurden 1997–2006 jeweils im Frühjahr an drei Versuchsorten (Zürich-Reckenholz, Oensingen und Ellighausen) angelegt und anschliessend während je drei Jahren (Saatjahr, 1. und 2. Hauptnutzungsjahr) genutzt. In jedem Versuchsjahr wurden die neuen Sorten mit mindestens einer der Standardsorten Axis, Oryx und Rangifer und weiteren Zuchtstämmen verglichen. Von Caribu liegen Ergebnisse aus 20 «Umwelten» (Versuchsort x Anlagejahr) vor, von Tigris aus elf. Die Resultate wurden mit generalisierten linearen Modellen der Software Statistical Analysis Systems (SAS®) ausgewertet. Dieses Vorgehen erlaubte die gemeinsame Auswertung von Versuchsserien mit wechselnden Vergleichssorten. Sorten und Zuchtstämmen, die in mindestens zwei Serien angebaut wurden, dienen dabei als Brücke zum Vergleich über mehrere Jahre.

Ökotypen hoch über Zürichsee entdeckt

Die beiden neuen Sorten gehen zu einem wesentlichen Teil auf Ökotypen von Italienischem Raigras zurück, die 1987 in erhöhter Lage am oberen Zürichsee, in der Region Schindellegi-Feusisberg, Schweiz, gesammelt wurden. Dieses Ökotypenmaterial aus Grenzlagen der Verbreitung von Italienischem Raigras lieferte nach zwei Zyklen von Einzelpflanzenauslese (Abb. 2, Versuche G8827 und G9115) und einer Familienauslese im Reihenversuch LI9315 die Sorte Oryx (Boller *et al.* 2002). Das Material der Erstauslesegeneration (G8827) hatte sich zwar als sehr wuchsfreudig, aber gleichzeitig extrem rost anfällig erwiesen (Boller *et al.* 2005). Deshalb startete ein Programm zur gezielten Verbesserung der Rostresistenz des neuen Ökotypenmaterials. Schlussendlich mündeten zwei verschiedene Zuchtstrategien in der Schaffung von Tigris und Caribu. Das

Züchtungsschema in Abbildung 2 zeigt die Verwandtschaftsbeziehung zwischen Oryx, Axis, Tigris und Caribu.

Diverse Resistenzen kombiniert

Die Sorte Tigris geht auf eine Gruppe von 24 Paarkreuzungen zurück, die wir 1992 durchführten. Eine Auswahl von 24 der 94 Elitepflanzen aus der Ökotypenpopulation der Region Schindellegi, die später Oryx lieferten, wurde paarweise mit 24 Pflanzen aus zwei Zuchtpopulationen (LI9115 und LI9165) gekreuzt, die nach mehreren Zyklen von Resistenzauslese in älterem Zuchtmaterial entstanden waren (Abb. 1). Wir strebten an, möglichst viele Resistenzeigenschaften dieses älteren Materials mit der vorhandenen Teilresistenz der Ökotypen von 1987 zu verbinden. Die F1-Nachkommen dieser Kreuzungen bauten wir als Einzelpflanzen im Versuch G9312 an und lasen hier streng auf Krankheitsresistenz aus. Die besten 38 Pflanzen blühten untereinander ab (Abb. 1). Nach einer weiteren Auslese auf Samener-

trag bauten wir 28 Nachkommen an und ernteten von den 25 besten Familien das Zuchtgarten-saatgut der Sorte Tigris.

Bei der Züchtung von Caribu stand die Absicht im Vordergrund, die bewährte Rostresistenz der ART-Sorte Axis in das wenig resistente Ökotypenmaterial einzukreuzen. Dazu wurden im Versuch G9115 ohne Rücksicht auf ihre zum Teil starke Rostanfälligkeit die 25 wüchsigen Pflanzen ausgewählt. Diese kreuzten wir paarweise mit 25 Elitepflanzen aus der Sorte Axis, die wir zur Sortenerhaltung im Versuch G9119 angebaut und aufgrund ihrer hohen Rostresistenz selektioniert hatten (Abb. 2). Im Versuch G9311 lasen wir dann aus den direkten Kreuzungsnachkommen (F1) 69 Elitepflanzen mit guter Rostresistenz aus. In der Annahme, dass diese Pflanzen starke Resistenzgene der Sorte Axis enthielten, liessen wir sie anschliessend gemeinsam abblühen. In einer Einzelpflanzenauslese (G9509) kombinierten wir die zweite Nachkommengene-

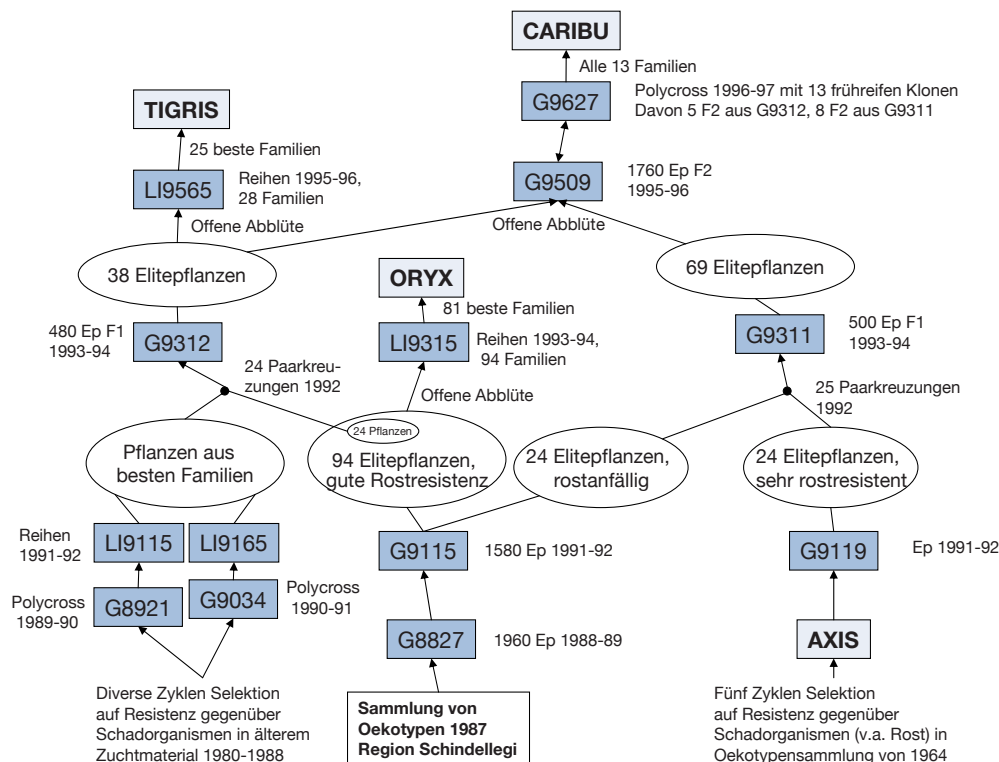


Abb. 2. Abstammung und Sortenentwicklung der Sorten Tigris und Caribu und ihre Verwandtschaft zur Sorte Oryx. Jedes Kästchen steht für eine Feldversuchsanlage mit gesetzten Einzelpflanzen (Ep) oder gesäten Reihen. Pfeile bezeichnen eine Samenernte, entweder nach offener Abblüte oder nach paarweisen Kreuzungen und deren Wiederaussaat. Mit den Kästchen verbundene Ellipsen symbolisieren eine Gruppe von Einzelpflanzen, die aus den jeweiligen Versuchen entstammt.

Tab. 1. Sortenbeschreibungen nach den Richtlinien der UPOV (Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzenzüchtungen)

Nr. ¹⁾ UPOV	Eigenschaft	Note und Ausprägung			
		AXIS	ORYX	CARIBU	TIGRIS
1.*	Ploidie	2 diploid	2 diploid	2 diploid	2 diploid
5.*	Blattfarbe im Herbst des Ansaatjahres	5 mittelgrün	5 mittelgrün	5 mittelgrün	5 mittelgrün
6.	Wuchsform im Frühjahr	3 halbaufrecht	3 halbaufrecht	3 halbaufrecht	4 halbaufrecht bis mittel
7.	Wuchshöhe im Frühjahr	5 mittel	6 mittel bis hoch	6 mittel bis hoch	6 mittel bis hoch
8.*	Zeitpunkt des Erscheinens der Blütenstände	5 mittel	4 früh bis mittel	5 mittel	5 mittel
9.	Wuchshöhe beim Erscheinen der Blütenstände	5 mittel	5 mittel	5 mittel	5 mittel
10.*	Länge des letzten Blattes	4 kurz bis mittel	5 mittel	5 mittel	5 mittel
11.*	Breite des letzten Blattes	5 mittel	5 mittel	5 mittel	5 mittel
12.*	Halmlänge	5 mittel	5 mittel	4 kurz bis mittel	5 mittel
13.	Länge des Blütenstandes	4 kurz bis mittel	3 kurz	4 kurz bis mittel	4 kurz bis mittel
14.	Anzahl Ährchen pro Blütenstand	4 gering bis mittel	4 gering bis mittel	nicht erfasst	nicht erfasst
	Ähnliche Sorten			TIGRIS, MURIELLO	PRESTYL
	Ort und Jahre der Prüfung	Scharnhorst (D) 2004-2006	Scharnhorst (D) 2004-2006	Nossen (D) 2002-2004	Nossen (D) 2001-2003

¹⁾ Merkmalsnummer nach Richtlinie TG/4/7 der UPOV vom 12. Oktober 1990

* obligatorische Merkmale, die in jeder UPOV Sortenbeschreibung enthalten sein müssen Pro Zeile sind Felder mit einem von den anderen Sorten unterschiedlichen Wert durch Schattierung hervorgehoben

ration (F2) der Kreuzungen mit den F2-Pflanzen der Zuchtpopulation, welche die Sorte Tigris geliefert hatte (G9312). Aus diesen Einzelpflanzen lasen wir zunächst 20 krankheitsresistente, frühreife Pflanzen aus und verklonten sie zu einem Polycross (G9627). Im darauffolgenden Winter fielen sieben Klone wegen starken Schneeschimmel-Befalls aus. Die verbleibenden 13 Klone mit guter Schneeschimmel-Resistenz blühten in strenger Isolation untereinander ab. Die

Nachkommen dieser Klone bilden die Sorte Caribu. Sie ist als synthetische Sorte mit 13 Komponenten zu bezeichnen.

Botanische Merkmale von Caribu und Tigris

Die botanischen Merkmale der neuen Sorten finden sich in der Sortenbeschreibung, die vom deutschen Bundessortenamt erstellt wurde (Tab. 1). Die Unterschiede zwischen den Sorten sind nicht gross. Caribu und Tigris schieben die Ähren gleich

wie Axis etwa zwei Tage später als Oryx und besitzen einen etwas längeren Blütenstand. Wie Oryx erreichen sie im frühen Frühjahr eine grössere Wuchshöhe, und das Spitzenblatt ist länger als bei Axis. Caribu wurde bei ihrer Zulassung als ähnlich zu Tigris eingestuft, das heisst in den meisten Merkmalen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Sorten. Die recht enge Verwandtschaft von Caribu und Tigris kam also auch bei der Beobachtung der morphologischen Merkmale, die für die Unterscheidbarkeit entscheidend sind, zum Ausdruck. Als Unterschied zwischen Caribu und Tigris wurde eine dunklere Blattfarbe von Caribu beim Erscheinen der Blütenstände und in der Nachwuchsentwicklung angegeben, während im Herbst, beim Beurteilungszeitpunkt, den die UPOV vorsieht, kein Unterschied in der Blattfarbe zu erkennen war.

Tigris und Caribu fallen gegen Oryx nicht ab

Die Erträge der beiden neuen Sorten unterschieden sich weder im ersten noch im zweiten Haupt-

Tab. 2. Ertrag, Üppigkeit, Frühwuchs und Ausdauer der neuen Sorten Caribu und Tigris im Vergleich zu den Standardsorten Oryx, Axis und Rangifer

	Caribu	Tigris	Axis	Oryx	Rangifer
Ertrag H1, dt Trockenmasse/ha (1. Hauptnutzungsjahr)	123,0 a	121,3 a	114,4 c	122,4 a	119,1 b
Ertrag H2, dt Trockenmasse/ha (2. Hauptnutzungsjahr)	120,0 a	117,1 ab	111,4 c	117,2 ab	115,9 b
Üppigkeit H1, Note ¹ (Mittelwert 5 Aufwüchse)	2,94 a	3,11 ab	3,48 c	3,01 ab	3,20 b
Üppigkeit H2, Note ¹ (Mittelwert 5 Aufwüchse)	3,05 a	3,26 ab	4,16 c	3,49 b	3,48 ab
Frühwuchs, Note ¹	2,95 a	3,06 a	4,16 c	2,89 a	3,40 b
Ausdauer, Note ¹	3,33 a	3,68 ab	4,51 c	3,91 b	3,62 ab

¹Bei allen Noten bedeutet 1 die beste, 9 die schlechteste Note

Mittelwerte in der gleichen Zeile gefolgt von verschiedenen Buchstaben sind signifikant voneinander verschieden.

nutzungsjahr signifikant von der Sorte Oryx (Tab. 2). Caribu hatte sogar leicht höhere Erträge, vor allem im zweiten Hauptnutzungs-jahr. Der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant. Im Gegensatz dazu lieferten die ebenfalls empfohlenen ART-Sorten Rangifer und Axis signifikant tiefere Erträge als Oryx, Tigris und Caribu; für Rangifer galt dies im ersten für Axis in beiden Hauptnutzungs-jahren. Caribu übertraf Rangifer auch im zweiten Hauptnutzungs-jahr signifikant. Caribu erreichte auch bezüglich Üppigkeit die besten Durchschnittsnoten; signifikant besser als Axis und Rangifer im ersten sowie besser als Axis und Oryx im zweiten Hauptnutzungs-jahr. Tigris schnitt in der Üppigkeitsbewertung etwas weniger gut ab, der Unterschied zu Caribu war aber nicht signifikant und die Überlegenheit gegenüber Axis immer noch deutlich. Auch im Frühwuchs, das heisst in der Bildung von Blattmasse in den ersten Wochen nach Vegetationsbeginn, standen Caribu und Tigris der ART-Sorte Oryx, die besonders frühwüchsig ist, kaum nach. Sie übertrafen Rangifer und vor allem Axis sehr deutlich. Von den geprüften Sorten zeigte Caribu die beste Ausdauer, während Oryx gegen Versuchsende jeweils nachliess.

Die Verteilung des Trockenmasse-Ertrags auf die Schnitte eines Erntejahres widerspiegelte ebenfalls die Ähnlichkeit der neuen Sorten mit Oryx (Tab. 3). Die Erträge von Oryx, Tigris und Caribu waren in den ersten vier Schnitten des ersten und den ersten drei Schnitten des zweiten Hauptnutzungs-jahres praktisch identisch. Hingegen lieferten Axis und Rangifer im ersten Schnitt jeden Erntejahres jeweils signifikant tiefere Erträge. Erst gegen Herbst des zweiten Hauptnutzungs-jahres setzte sich Caribu signifikant von Oryx ab, was auch die gute visuelle Beurteilung der Ausdauer von Caribu (Tab. 2) be-

Tab. 3. Trockenmasse-Erträge je Schnitt der neuen Sorten Caribu und Tigris im Vergleich zu den Standardsorten Oryx, Axis und Rangifer

Schnitt Nr. ¹	Erntejahr	Caribu	Tigris	Axis	Oryx	Rangifer
		Ertrag, dt Trockenmasse/ha				
1.	1. Hauptnutzungs-jahr	41,2 a	40,8 a	36,0 c	41,4 a	37,7 b
2.	1. Hauptnutzungs-jahr	31,2 a	31,8 a	29,6 b	31,0 a	31,4 a
3.	1. Hauptnutzungs-jahr	20,5 a	20,1 a	20,0 a	20,1 a	20,4 a
4.	1. Hauptnutzungs-jahr	15,9 a	15,9 a	15,8 a	16,1 a	16,3 a
5.	1. Hauptnutzungs-jahr	15,5 a	13,9 d	14,2 cd	15,1 ab	14,8 bc
1.	2. Hauptnutzungs-jahr	36,5 a	36,0 ab	34,0 c	36,8 a	34,8 b
2.	2. Hauptnutzungs-jahr	35,9 a	36,1 a	33,6 b	35,2 a	34,8 ab
3.	2. Hauptnutzungs-jahr	23,8 a	22,6 ab	22,0 b	22,8 ab	23,4 a
4.	2. Hauptnutzungs-jahr	18,1 a	17,0 ab	16,7 c	17,2 b	17,7 ab
5.	2. Hauptnutzungs-jahr	12,5 a	11,7 ab	11,0 b	11,5 b	11,6 b

¹Ein sechster Schnitt war nur sporadisch möglich, diese Ergebnisse werden nicht dargestellt. Mittelwerte in der gleichen Zeile gefolgt von verschiedenen Buchstaben sind signifikant voneinander verschieden.

stätigte. Tigris hatte gelegentlich tendenziell tiefere Erträge als Caribu, der Unterschied war jedoch nur im ohnehin ertragsschwachen fünften Schnitt des ersten Hauptnutzungs-jahres signifikant.

In unseren Versuchen nehmen wir jeweils den ersten Schnitt zu Beginn des Ährenschiebens, also zum idealen Zeitpunkt, für qualitativ hochstehende Silage. Im Vergleich zu Axis und Rangifer erzielten die neuen Sorten zu diesem frühen Nutzungszeitpunkt im ersten Hauptnutzungs-jahr einen um gut 10 % höheren Ertrag an Trockenmasse – gleich wie Oryx. Sie eignen sich also be-

sonders für eine qualitätsbetonte, intensive Futterproduktion. Die Hauptvorteile der Sorte Oryx blieben auch bei den neuen Sorten unvermindert erhalten.

Resistenz gegen Kronenrost stark verbessert

Hauptziel bei der Züchtung von Caribu und Tigris war eine Verbesserung der Resistenz gegen Kronenrost im Vergleich zu Oryx. Dass das Ziel erreicht wurde, zeigt Tabelle 4. Die mittleren Befallsnoten gingen um mehr als eine Einheit zurück, bei Caribu sogar um fast 1,5 Einheiten. Beide Sorten erreichten das Resistenzniveau von Axis; Cari-

Tab. 4. Resistenzeigenschaften der neuen Sorten Caribu und Tigris im Vergleich zu den Standardsorten Oryx, Axis und Rangifer

Anzahl Bonituren		Caribu	Tigris	Axis	Oryx	Rangifer
		Anfälligkeit, Note ¹				
17	Bakterienwelke (<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>graminis</i>)	2,34 a	2,65 ab	2,95 b	2,76 b	2,26 a
36	Kronenrost (<i>Puccinia coronata</i>)	1,87 a	2,24 b	2,38 bc	3,33 d	2,60 c
85	Blattfleckenkrankheiten (<i>Drechslera</i> spp.)	3,58 b	3,35 a	3,60 b	3,54 ab	3,61 b
48	Schneefäule im Mittelland (diverse Erreger)	4,36 b	4,36 b	5,38 c	3,99 a	4,83 c
12	Schneefäule auf 1000 m ü.M. (<i>Microdochium nivale</i>)	7,37 b	7,22 ab	7,80 b	6,78 a	7,68 b

¹Bei allen Noten bedeutet 1 die beste Note (geringste Anfälligkeit), 9 die schlechteste Note (höchste Anfälligkeit) Mittelwerte in der gleichen Zeile gefolgt von verschiedenen Buchstaben sind signifikant voneinander verschieden.

bu wurde sogar signifikant weniger von Kronenrost befallen als Axis und alle anderen geprüften Sorten. Auch gegenüber anderen Sorten. Auch gegenüber anderen wichtigen Krankheiten weisen Caribu und Tigris gute Resistenzeigenschaften auf. Tigris erzielte die beste Bewertung bezüglich Resistenz gegenüber Blattfleckenkrankheiten. Darin übertraf sie, mit Ausnahme von Oryx, alle mitgeprüften Sorten signifikant. Caribu widerstand zusammen mit Rangifer am besten der Bakterienwelke. Nur gegenüber Schneefäulepilzen erreichte keine der beiden neuen Sorten das hohe Resistenzniveau von Oryx. Sowohl im Mittelland als auch in Höhenlage erwies sich die Resistenz von Oryx gegenüber Schneefäulepilzen als signifikant besser als bei allen mitgeprüften Sorten; einzige Ausnahme bildete Tigris in der Höhenlage.

te oder überstieg, was bei 31 der insgesamt 36 Vergleiche der Fall war, waren die neuen Sorten weniger stark befallen als Oryx. Mit zunehmender Befallsstärke nahm die Überlegenheit der neuen Sorten zu, was die tiefen Regressionskoeffizienten von 0,443 für Caribu und von 0,605 für Tigris verdeutlichen. Die Resistenz von Caribu war damit noch zuverlässiger als jene von Axis, bei der sich gelegentlich gleiche oder höhere Befallswerte denn bei Oryx zeigten. Nie wurde für Caribu ein Befallswert beobachtet, der die Note 4 überstieg. Damit darf angenommen werden, dass die Futterqualität von Caribu durch Kronenrost kaum je wesentlich beeinträchtigt wird.

Somit waren beide in Abbildung 2 dargestellten Einkreuzungsstrategien zur Steigerung der Kronenrostresistenz erfolgreich. Bei der Züchtung von Caribu wurde damit ein noch besseres Ergebnis erzielt als bei Tigris, was sowohl die Ertrags- und Ausdauerleistung als auch die Rostresistenz betrifft. Dies mag erstaunen, wurden doch für die am Ursprung der Selektion stehenden Paarkreuzungen von Caribu auf Seiten des Ökotypenmaterials vom Typ Oryx gezielt rostanfällige Pflanzen zur Kreuzung mit resistenten Pflanzen der Sorte Axis gewählt, während bei den Kreuzungen zur Züchtung von Tigris zu beiden Seiten nur befallsfreie Pflanzen zum Einsatz kamen. Anscheinend übertraf die Wirkung der Resistenz aus Axis diejenige des Zuchtmaterials, das für die Züchtung von Tigris verwendet wurde.

Vererbungsmechanismen wenig bekannt

Über die Vererbung der Kronenrostresistenz in Raigräsern ist allerdings noch wenig bekannt. Nach bisherigen Erkenntnissen ist sie weitgehend rassenspezifisch. Schubiger *et al.* (2007) fanden bei der Infektion von 29 Raigras-Genotypen mit 106 ver-

schiedenen Kronenrost-Isolaten lauter unterschiedliche Reaktionsmuster der Wirt-Pathogen-Interaktion. Das heisst, jeder Raigras-Genotyp war gegen gewisse Kronenrostgenotypen anfällig und gegen andere resistent, und es gab kein Paar von Pflanzengentypen, die gegen alle Isolate die gleichgerichtete Reaktion gezeigt hätten. Dies lässt vermuten, dass eine Vielzahl von Pflanzengenen an der Resistenz gegen Kronenrost beteiligt ist.

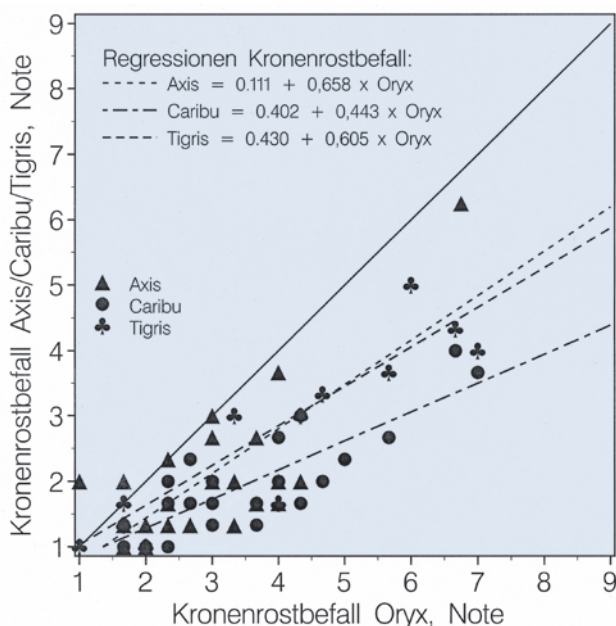
Andererseits scheint unser Zuchtmaterial auch Resistenzgene zu enthalten, die gegen viele Rostgenotypen wirken und deshalb recht umweltstabil sind. Bei der genetischen Analyse der Nachkommenschaft einer Kreuzung zwischen einer resistenten Pflanze aus dem Zuchtmaterial von ART und einer Pflanze aus der rostanfälligen Sorte Adret fanden Studer *et al.* (2007) einen Genort, der an vier von fünf untersuchten Freilandstandorten in Europa, ebenso wie in einem Gewächshaus und in einem Labortest, jeweils 23 bis 55 % der beobachteten Variabilität des Rostbefalls erklärte. Die Wirkung eines vermuteten Resistenzgens an einem weiteren Genort wurde an allen fünf Standorten nachgewiesen. Möglicherweise wurde bei der Züchtung von Caribu eine solch breit wirkende Rostresistenz aus Axis eingekreuzt. Bis jetzt fehlen jedoch noch die molekularen Werkzeuge, um das nachzuweisen. Auch mag die zusätzliche Generation von Einzelpflanzenauslese in G9509 (siehe Abb. 2) zu einer weiteren Verbesserung der Kronenrostresistenz und anderer Eigenschaften geführt haben.

Die Einkreuzung von Krankheitsresistenz aus Zuchtmaterial in wuchsfreudiges, aber krankheitsanfälliges Ökotypenmaterial scheint jedenfalls eine erfolgsversprechende Züchtungsstrategie zu sein. Die Selektion gesunder Pflanzen aus

Abb. 3. Vergleich der pro Bonitur beurteilten Anfälligkeit von Caribu, Tigris und Axis gegenüber Kronenrost mit der Standardsorte Oryx in Parzellenversuchen 1997–2007. Die durchgezogene Linie symbolisiert gleichen Rostbefall wie der Standard Oryx, die gestrichelten Linien stellen die Regressionen dar.

Erfolgreiche Strategien zur Resistenzsteigerung

Der Vergleich der Befallsbonituren von Oryx, Axis, Caribu und Tigris (Abb. 3) zeigt eindrücklich, dass es mit den neuen Sorten Caribu und Tigris gelungen ist, die Resistenz von Oryx gegenüber der wichtigen Blattkrankheit Kronenrost zuverlässig zu verbessern. Sooft der Befall mit Kronenrost bei Oryx die Stufe 2 erreich-



den unter natürlichem Infektionsdruck stehenden Kreuzungsnachkommen, wie wir sie in unseren Zuchtgärten praktizieren, lässt offenbar auch ohne genaue Kenntnisse der Resistenzmechanismen markante Fortschritte zu. Wieweit solche Fortschritte mit Hilfe der neuen Erkenntnisse der Wirt-Pathogen-Interaktionen oder molekularer Werkzeuge noch zuverlässiger erreicht werden können, wird die Zukunft weisen.

Einsatz in Mischungen

Caribu und Tigris können in allen Standardmischungen erfolgreich eingesetzt werden, in denen Italienisches Raigras vorgesehen ist (Suter *et al.* 2004), also vor allem in den Italienisch-Raigras-Klee-Mischungen der 200er Serie (SM200, 210, 230, 240). Sie lassen ähnlich gute Resultate für einen qualitativ hochstehenden Silageschnitt erwarten, wie man sie mit Oryx erzielt hat. In Lagen, die im Spätsommer zu Rostbefall neigen, zum Beispiel in milden, niederschlagsreichen Gebieten mit häufiger Taunässe durch Morgennebel, sichern sie besser gesundes, nährstoffreiches Futter während der ganzen Saison.

Dank ihrer ausgeprägten Ausdauer über zwei volle Nutzungsjahre hinweg bieten sie sich besonders für die Kombination mit Mattenklees in den CH-Mischungen an. Bestände mit Caribu und Tigris lassen dank ihrer sehr raschen Frühjahrsentwicklung einen frühen ersten Schnitt zu, was in der Standardmischung SM240 das Aufkommen von Weissklee, Englischem Raigras und Wiesenrispengras begünstigt. Bei der Verwendung der Standardmischung SM200 als überwinterndes Zwischenfutter kann der Einsatz einer diploiden Sorte die Konservierbarkeit des Herbstschnittes verbessern. Dabei fällt die gute Rostresistenz der neuen Sorten besonders ins Gewicht, da sich der Kronenrost in den üppigen, blattreichen Aufwüchsen des Aussaatjahres rasch ausbreiten kann.

Literatur

- Boller B., Schubiger F. X. & Tanner P., 2002. Oryx und Rangifer, neue Sorten von Italienischem Raigras. *Agrarforschung* 9 (6), 260-265.
- Boller B., Schubiger F. X., Tanner P., Streckeisen P., Herrmann D. & Kölliker R., 2005. La diversité génétique dans les prairies naturel-

les suisses et son utilisation en sélection. *Fourrages* 182 (245-262).

- Nüesch B., 1990. Axis, eine neue diploide Sorte des Italienisch-Raigrases. *Landwirtschaft Schweiz* 3 (5), 241-245.
- Schubiger F. X., Hürlimann H., Schläppi K., Streckeisen P. & Boller B., 2007. Virulence of crown rust isolates on genotypes of Italian and perennial ryegrass. In: Breeding and seed production for conventional and organic agriculture, 26th EU-CARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting (Ed. D. Rosellini and V. Veronesi), Cornicchia Grafiche, Perugia, 301-307.
- Studer B., Boller B., Bauer E., Poselt U. K., Widmer F. & Kölliker R., 2007. Consistent Detection of Qtls for Crown Rust Resistance in Italian Ryegrass (*Lolium Multiflorum* Lam.) Across Environments and Phenotyping Methods. *Theoretical and Applied Genetics* 115 (1), 9-17.
- Suter D., Rosenberg E. & Mosimann, E., 2004. Standardmischungen für den Futterbau, Revision 2005-2008. *Agrarforschung* 11 (9), Beilage, 12 S.
- Suter D., Briner H. U., Mosimann E., Jeangros B. & Stévenin L., 2005. Sortenversuche mit Italienischem und Bastard-Raigras. *Agrarforschung* 12 (6), 242-247.

RÉSUMÉ

Caribu et Tigris, nouvelles variétés de ray-grass d'Italie

L'homologation de deux nouvelles variétés diploïdes de ray-grass d'Italie, Caribu et Tigris (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* Volkart ex Schinz et Keller), qui proviennent du programme de sélection de la station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, marque un progrès supplémentaire pour l'amélioration génétique du ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* Volkart ex Schinz et Keller). Caribu et Tigris sont les résultats d'un programme de sélection ciblé du matériel d'écotypes très performant qui avait fourni la variété Oryx, programme visant à améliorer la résistance à la rouille couronnée. Tout comme Oryx, les deux nouvelles variétés disposent d'un potentiel de croissance très rapide au printemps et garantissent un rendement élevé lors d'une première coupe précoce. Par rapport à Oryx, la résistance à la rouille couronnée est améliorée de manière significative, en particulier pour Caribu. Caribu présente également un potentiel de rendement plus stable pour deux années complètes d'utilisation principale. Les résultats montrent que l'introduction de résistance aux maladies par croisements entre écotypes vigoureux mais sensibles et matériel de sélection résistant est une stratégie prometteuse.

SUMMARY

Caribu and Tigris - new italian raygrass varieties

With the recent registration of the new diploid varieties Caribu and Tigris, bred at the Research Station Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, further progress in the genetic improvement of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* ssp. *italicum* Volkart ex Schinz et Keller) has been achieved. Caribu and Tigris are the result of targeted breeding efforts, aiming at improving the resistance against crown rust of a highly performing, but susceptible ecotype material which previously had given rise to the variety Oryx. Both new varieties exhibit the same very rapid development in spring as Oryx and make a high yield in the first cut possible when taken early in the season. The resistance against crown rust is strongly improved compared with Oryx, particularly for Caribu. Caribu also persists more securely for two full main harvest years than does Oryx. The results show the great potential for success of a breeding strategy involving pair crosses between vigorously growing, but disease susceptible ecotype plants and highly disease resistant plants from well-established breeding material.

Key words: Caribu, cultivars, digestibility, Italian ryegrass, *Lolium multiflorum*, Oryx, Puccinia, tetraploid, Tigris, yield