

# Mehr Gene, mehr Leistung: die neuen Englisch-Raigras-Sorten von Agroscope

Katharina Kempf, Franz Xaver Schubiger, Peter Tanner, Christoph Grieder  
Agroscope, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Christoph Grieder, E-Mail: christoph.grieder@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs11-1>

Publikationsdatum: 21. Januar 2020



Englisches Raigras ist dank seiner hohen Erträge und guten Futterwerte ein wichtiger Pfeiler des Schweizer Futterbaus. (Foto: Gabriela Brändle, Agroscope)

## Zusammenfassung

Tetraploide Sorten des Englischen Raigrases (*Lolium perenne* L.) schneiden in der Sortenprüfung oft besser ab als diploide Sorten. Dennoch sind diploide Sorten für vielfältige Nutzungsansprüche wie etwa die Beweidung gefragt. Die neu zugelassenen Sorten von Agroscope setzen sich aus den zwei diploiden Sorten Araias (frühe Reifegruppe) und Koala (späte Reifegruppe) und den drei tetraploiden Sorten Artonis (frühe Reifegruppe), Bellator und Soronia (späte Reifegruppe) zusammen. Ihre Leistung wurde mit Zuchtstämmen und empfohlenen Sorten in Parzellenversuchen von 1990 bis 2015 verglichen. Im untersuchten Zeitraum war ein signifikanter Fortschritt im Züchtungsprogramm zu beobachten, wobei dieser

im tetraploiden Material höher ausfiel als im diploiden. Gemäss dem Gesamtindex schnitten die Sorte Araias im diploiden frühen und Artonis im tetraploiden frühen Sortiment deutlich besser ab als alle bisher empfohlenen Sorten. Frühere Reife war sowohl zwischen wie auch innerhalb der Reifegruppen mit höheren Biomasse-Erträgen assoziiert. Bezüglich der Rostanfälligkeit existieren im tetraploiden Sortiment fast vollständig resistente Sorten, wobei Artonis, Bellator und Soronia deutlich resistenter sind als der Durchschnitt ihres Züchtungsjahrgangs.

**Keywords:** *Lolium perenne*, perennial ryegrass, breeding, tetraploid, diploid.

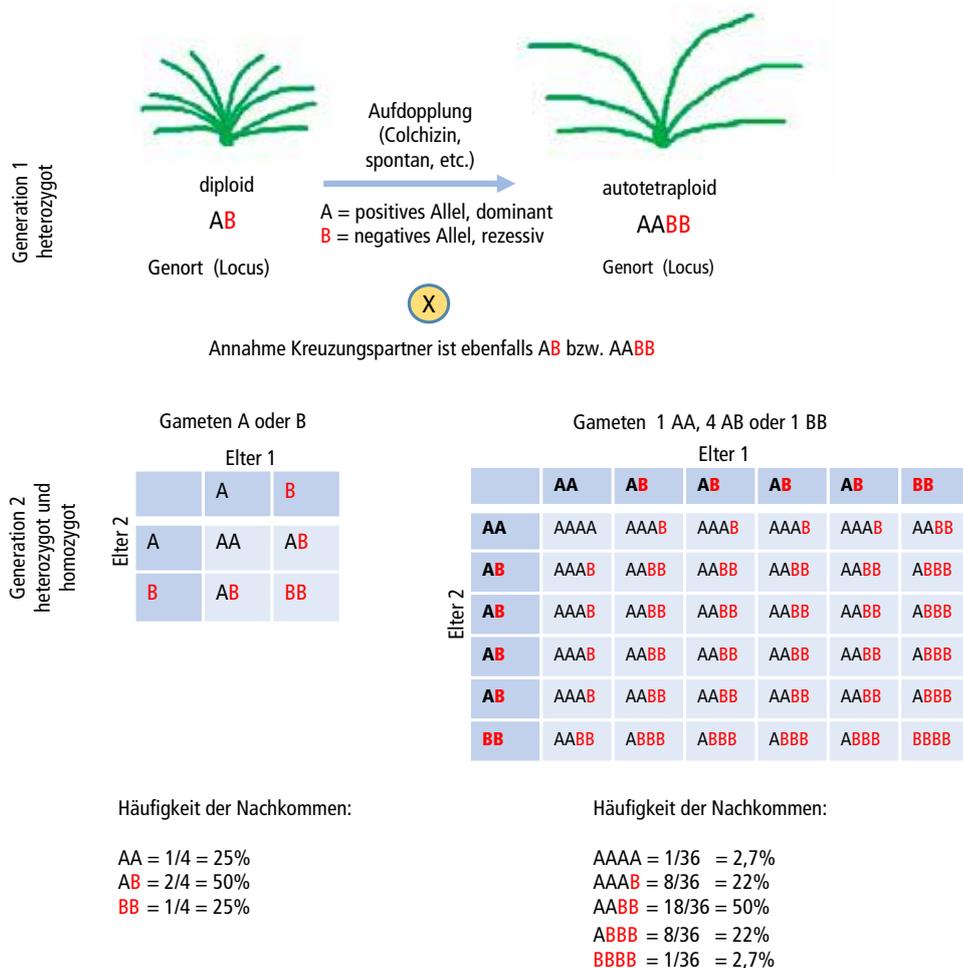
## Einleitung

**Englisches Raigras: eine erfolgreiche Zuchtgeschichte**  
 Englisches Raigras (*Lolium perenne* L.) ist eines der bedeutendsten Futtergräser, da es sehr stabile Ertragsleistungen und eine ausserordentliche Qualität bezüglich des Futterwertes aufweist. Die ersten bewusst angelegten Graslandgemeinschaften dieser Spezies werden auf das Jahr 1677 datiert, dennoch sollten fast 250 Jahre vergehen bis eine aktive, züchterische Bearbeitung von Raigräsern ihren Anfang nahm (Humphreys *et al.* 2010). Heute ist der züchterische Fortschritt von Raigras auf einem Höchststand mit steigenden Erträgen an Trockenmasse (TM), breiten Resistenzen und optimierten Qualitätsparametern (höherer Zuckergehalt, bessere Verdaulichkeit). Die jährliche Steigerung des TM-Ertrags ist mit bis zu 0,52 % jedoch einiges geringer als in der Weizen- oder Maiszüchtung, wo der jährliche Zuwachs bei 1,5 % respektive 2,6 % liegt (McDonagh *et al.* 2016). Allerdings

zeigt gerade die grosse Varietät an Genotypen, dass Potenzial für weitere Verbesserungen vorhanden ist, insbesondere für die etablierte Nutzung tetraploiden Materials.

### Tetraploidie: eine nützliche Laune der Natur

Das Erbgut der meisten höheren Pflanzen wird von zwei Eltern über die sexuelle Fortpflanzung bestimmt. Die Weitergabe des elterlichen Erbguts erfolgt in der Meiose (Reifeteilung), bei der jeweils ein Chromosomensatz («Speicherort» der Erbinformation in Form von DNA) der Eltern über den Pollen und die Eizelle weitergegeben wird. Somit erhält der Nachkomme einen zweifachen Chromosomensatz, was als diploid (2n) bezeichnet wird. Allerdings findet man im Pflanzenreich viele Arten mit einer abweichenden Konstitution, z.B. mit einer Verdopplung des diploiden Chromosomensatzes. Verant-



**Abb. 1 |** Unterschiedliche Vererbung von 2 Allelen (Genvarianten): A (dominant) und B (rezessiv) in diploiden (2n) und autotetraploiden (4n) Pflanzen.

wortlich sind spontane Fehler in der Meiose oder Mitose (Zellteilung). Solche Veränderungen können, wenn nicht letal oder die Fertilität beeinflussend, weitervererbt werden. Bei diesen sog. polyploiden Arten wird grundsätzlich zwischen Auto- und Allopolyploiden unterschieden, die sich in der Vererbung von Genvarianten (Allelen) unterscheiden. Autopolyploide Pflanzen besitzen das Vielfache des diploiden Chromosomensatzes einer Art (z. B. das tetraploide [4n] Kartoffel-Genom entstand durch Verdoppelung des ursprünglichen diploiden [2n] Kartoffel-Genoms), wohingegen Allopolyploide eine Chromosomenkombination mehrerer Arten aufweisen (z. B. das hexaploide [6n] Weichweizen-Genom entstand

durch die Kombination der Genome von drei diploiden [2n] Ursprungsarten).

Polyploide Pflanzen sind oftmals wüchsiger und robuster als ihre diploiden Verwandten. Dieses Phänomen, auch «Gigas»-Effekt genannt, ist auch darauf zurückzuführen, dass die Heterozygotie (verschiedene Allele für ein Gen), in Polyploiden länger erhalten bleibt (Stebbins 1971). Nachteilige, rezessive (verdeckte) Allele kommen nicht zur Ausprägung, solange sie nicht homozygot (ausschliesslich gleiche Allele für ein Gen) vorliegen. So ist die Wahrscheinlichkeit der Ausprägung von negativen, rezessiven Allelen in diploiden Pflanzen wesentlich höher als in Tetraploiden (BB vs. BBBB; Abb. 1).

Tab. 1 | Übersicht bereits empfohlener Sorten von Agroscope und der fünf Neuzüchtungen hinsichtlich wichtiger agronomischer Merkmale

	Gezüchtet / Zulassung	Index CH	Frühwuchs	Trockenmasse-Ertrag H1	Trockenmasse-Ertrag H2	Wüchsigkeit	VOS	Rost	Blattflecken	Ausdauer	Ährenschieben
<b>Frühe Sorten, diploid</b>											
ARAIAS*	2007	3,8	2,2	111	94	2,7	699	3,0	4,0	2,3	26,1
ARARA	1997	5,2	2,4	110	89	3,0	698	4,4	4,3	2,9	25,0
AROLUS	1997	5,0	2,5	109	90	3,5	695	4,0	3,6	3,1	23,6
<b>Frühe Sorten, tetraploid</b>											
ARTONIS*	2007	1,8	2,0	121	106	1,8	718	1,5	1,7	1,5	29,8
ALGIRA	2004	2,7	2,0	115	98	2,0	707	1,3	2,0	2,1	27,3
ARCTURUS	2004	2,7	1,7	118	100	2,2	708	1,5	2,3	2,3	25,0
ARTESIA	2000	3,3	2,1	114	98	2,4	706	2,0	2,2	2,4	25,6
ARVICOLA	1989	4,3	2,1	111	93	2,8	704	3,4	2,8	3,1	28,1
SALAMANDRA	1996	3,6	2,8	113	97	2,7	716	2,1	2,3	2,8	33,3
SALMO	2004	2,8	2,3	116	100	2,0	711	2,0	2,1	2,1	36,8
<b>Späte Sorten, diploid</b>											
KOALA*	2007	6,5	5,6	99,0	89	3,7	695	2,6	3,9	3,7	49,5
<b>Späte Sorten, tetraploid</b>											
BELLATOR*	2008	3,4	3,5	117	101	2,7	704	1,4	2,0	2,6	44,5
SORONIA*	2005	3,3	2,5	119	101	2,3	712	1,9	1,8	2,8	41,6
ALLODIA	2003	4,8	4,2	110	94	3,2	710	2,0	2,3	3,5	44,4
SORAYA	2003	3,8	4,0	107	95	2,9	706	1,9	2,1	2,8	48,8
VIDALIA	2003	4,3	4,6	108	94	2,7	712	3,0	2,3	3,1	47,3

\*Neuzüchtungen

H1, H2 = Hauptnutzungsjahr 1, 2

Index-CH = Index analog offizieller Sortenprüfung (1 = sehr gut, 9 = sehr schlecht) ohne Berücksichtigung der Konkurrenzkraft

Frühwuchs, Wüchsigkeit, Ausdauer erfasst als Bonitur von 1 (sehr gut) bis 9 (sehr schlecht)

Rost, Blattflecken erfasst als Bonitur von 1 (resistent) bis 9 (sehr anfällig)

Trockenmasseertrag gemessen in Dezitonnen pro Hektar

VOS = Verdaubare organische Substanz in g/kg Trockenmasse

Ährenschieben gemessen in Tagen nach dem 1. April

Um «Gigas»-Vorteile gezielt zu nutzen, wurde versucht, Pflanzen künstlich zu polyploidisieren (Autopolyploide). 1937 gelang offiziell der Durchbruch mittels der Anwendung des Alkaloids Colchizin aus der Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*), das die Mitose stört. 1938 wurde erstmalig Raigras colchiziniert (Myers 1939) und die erste tetraploide Sorte (Probsteidaer Tetraploide) wurde in den 50er-Jahren in Deutschland zugelassen. Tetraploide Raigräser zeichnen sich gegenüber diploiden durch folgende Eigenschaften aus: einen stärkeren Wuchs, grössere Organe (Blätter, Triebe und Blüten), höhere Konkurrenzkraft in der Frühentwicklung, ein höheres Tausendkorngewicht, einen höheren Wassergehalt, bessere Verdaulichkeit sowie eine bessere Resistenz gegenüber Krankheiten (Humphreys 1991; Smith *et al.* 2003). Besonders unter Schnittnutzung führen diese Eigenschaften zu einem Leistungsvorsprung von tetraploiden Sorten, wodurch sie diploide Sorten auf der Schweizer Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen immer mehr verdrängt haben.

### Diploide und tetraploide Sorten ergänzen sich

Starkes diploides Ausgangsmaterial ist eine Grundvoraussetzung für hochwertige tetraploide Sorten. So kann etwa in diploiden Pflanzen effizienter auf Krankheitsresistenz selektiert werden, da die rezessiven Allele für Anfälligkeit leichter im Phänotyp der Pflanze erkannt werden können (Abb. 1). Je nach Nutzungsart kann es von Vorteil sein, diploides Material zu nutzen. Diploide Raigras-Sorten sind langlebig, bestocken besser, bilden dichte Bestände, haben einen höheren TM-Gehalt und zeigen eine starke Toleranz gegenüber Umweltstress (Humphreys *et al.* 2010). Solche Eigenschaften können z. B. für den Einsatz in Weiden interessant sein.

Um diesen Aspekten Rechnung zu tragen und die Chance auf Zulassung von neuen diploiden Sorten zu erhöhen, wurden in der offiziellen Sortenprüfung von 2014 bis 2016 diploide und tetraploide Sorten erstmals getrennt beurteilt (Suter *et al.* 2017). Fünf von Agroscope gezüchtete Raigras-Sorten, Arais, Koala, Artonis, Soronia und Bellator bestanden diesen Prüfzyklus (Suter

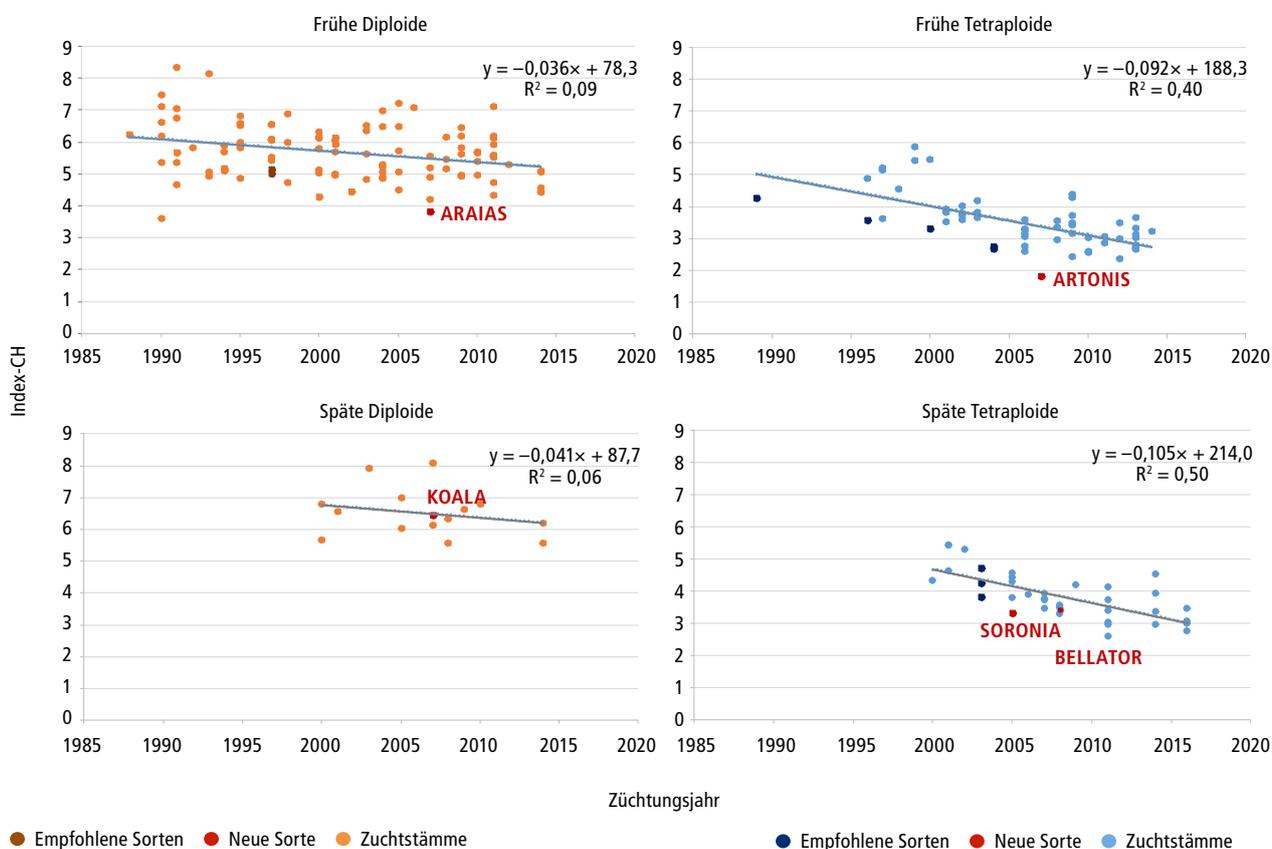


Abb. 2 | Entwicklung des Index-CH (Gesamtindex ohne Konkurrenzkraft) der zwischen 1988 und 2016 produzierten Zuchtstämme und Sorten in Abhängigkeit von Ploidie und Reifegruppe.

et al. 2017) und werden, mit Ausnahme von Bellator (Registerprüfung erst nach Publikation bestanden), in der aktuellen Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen (Suter et al. 2019) geführt.

## Material und Methoden

### Sortenabstammung

Die neuen Raigras-Sorten von Agroscope setzen sich aus den zwei diploiden Sorten Araias (frühe Reifegruppe) und Koala (späte Reifegruppe) sowie den drei tetraploiden Sorten Artonis (frühe Reifegruppe), Bellator und Soronia (späte Reifegruppe) zusammen. Die Neuzugänge Araias und Koala gehen beide auf ein Diversitätspanel bestehend aus europäischen Sorten und auf Zuchtmaterial basierend auf Schweizer Ökotypen von Agroscope zurück. Artonis stammt ausschliesslich von Schweizer Ökotypen ab. Diese wurden 1991 in höheren Lagen über 1000m ü. M gesammelt und 1999 mittels Colchizinbehandlung in den tetraploiden Zustand überführt. Soronia ist die Schwestersorte der bereits etablierten Sorte

Soraya (Grieder et al. 2015), jedoch mit etwas früherer Reife als letztere. Sie entstammt einer Kreuzung der tetraploiden Sorten Pandora, Pastoral und Elgon (spätreif) mit tetraploidem Zuchtmaterial von Agroscope (frühreif), wobei letzteres auf einer Colchizinbehandlung von diploidem Ökotypenmaterial (Sammlung 1972 und 1980) basiert. Bellator entstammt dem gleichen Material wie Soronia, das aber noch zusätzlich mit der Sorte Alligator und einem tetraploiden Ökotypen aus der Region von Les Barges gekreuzt wurde.

### Datengrundlage und statistische Auswertung

Die hier präsentierten Ergebnisse zur Leistung der neuen Sorten und Zuchtstämme aus dem Zuchtprogramm von Agroscope basieren auf Parzellenversuchen, die zwischen 1990 und 2015 angelegt wurden. Die Versuche wurden jeweils im Frühjahr an den drei Standorten Oensingen, Zürich-Reckenholz und Ellighausen ausgesät und dann während drei Jahren (Aussaatzjahr, Hauptnutzungsjahr 1 und 2) untersucht. Untersuchte Parameter bei jedem der fünf Schnitte eines Hauptnutzungsjahres

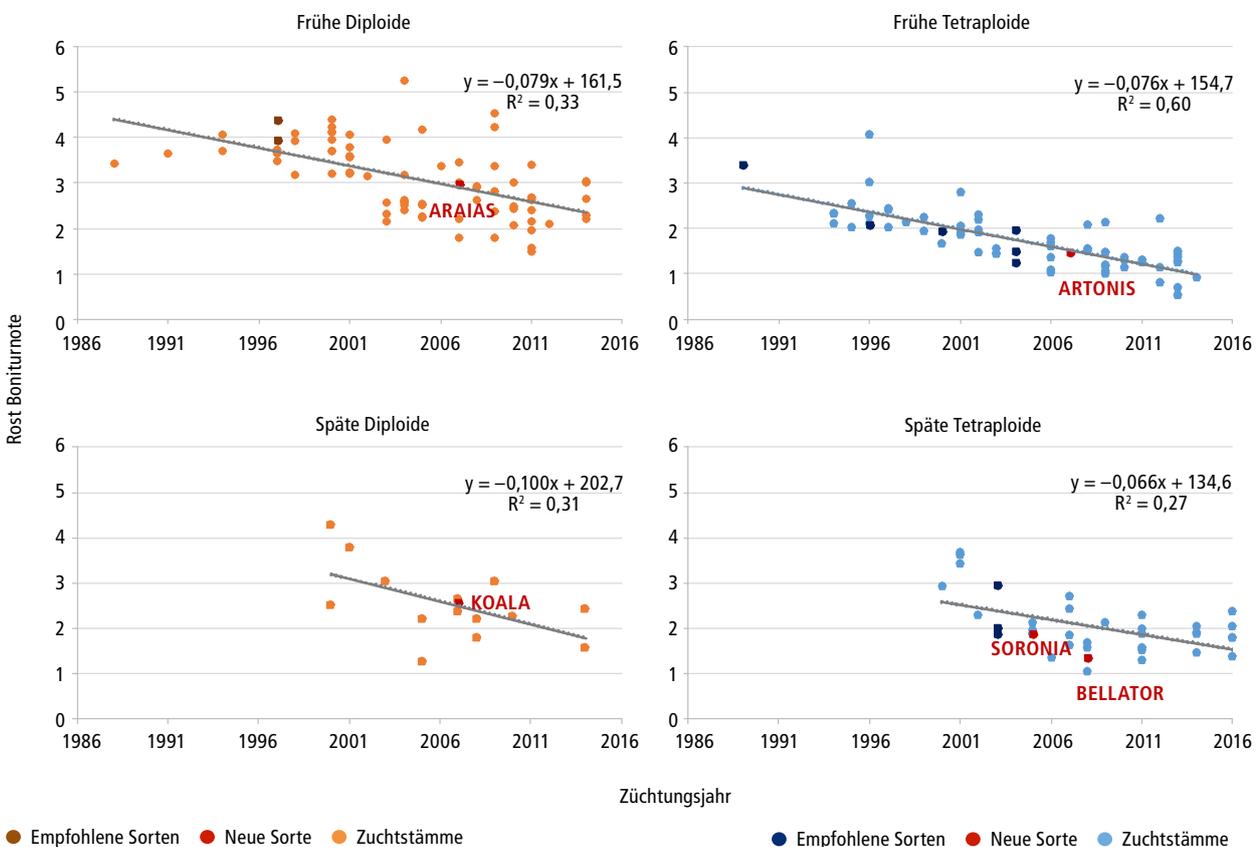


Abb. 3 | Zusammenhang zwischen Trockenmasseertrag im ersten Hauptnutzungsjahr (dt/ha) und Frühreife (Ährenschieben in Tagen nach dem 1. April) der zwischen 1988 und 2016 produzierten Zuchtstämme und Sorten.

waren der TM-Ertrag sowie der Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (VOS), der mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie an getrockneten Proben des Ernteguts bestimmt wurde. Die Entwicklung der Bestände («Wüchsigkeit») und die Krankheitsresistenz wurden zu jeder Schnittnutzung visuell auf einer Skala von 1 (sehr gut) bis 9 (sehr schlecht) bonitiert. Zusätzlich wurde ein Gesamtindex entsprechend der offiziellen Schweizer Sortenprüfung (Suter *et al.* 2017) unter Weglassen der Konkurrenzkraft berechnet (Index-CH, 1 = sehr gut, 9 = sehr schlecht).

Die fünf Sorten wurden jeweils zusammen mit weiteren Prüfgliedern in verschiedenen Versuchen respektive Anlagejahren angebaut. Daraus resultierte, dass Araias in zwölf, Koala in neun, Artonis in elf, Soronia in fünf und Bellator in zehn Umwelten (Umwelt = Kombination aus Anlagejahr und Versuchsort) geprüft wurden. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels linearem Modell in der R-Umgebung (R Core Team 2014). Dabei wurden sämtliche Versuche pro Ploidie-Gruppe (2n, 4n) gemeinsam verrechnet. Die gemeinsame Auswertung mehrerer

Versuche pro Sortiment wurde ermöglicht, da zwischen zwei aufeinanderfolgenden Anlagejahren jeweils ein überlappendes Set von Zuchtstämmen und Standard-sorten angebaut wurden. Sortenmittelwerte wurden mittels *least square means* berechnet. Auf Grundlage dieser Mittelwerte wurden Regressionsanalysen in Microsoft Excel durchgeführt, um den züchterischen Fortschritt wichtiger Merkmale graphisch darzustellen und das Bestimmtheitsmass ( $R^2$ ) zu ermitteln (Abb. 2–4). Für diese Berechnungen wurde jede Ploidie-Gruppe aufgrund des Zeitpunkts des Ährenschiebens in frühe (vor 10. Mai) und späte (nach 10. Mai) Zuchtstämme aufgeteilt, wodurch vier Sortimentsgruppen (2n-früh, 2n-spät, 4n-früh, 4n-spät) resultierten.

## Resultate und Diskussion

### Zuchtfortschritt im Genpool

Betrachtet man die diploiden und tetraploiden Sorten und Zuchtstämme hinsichtlich des Index-CH über die Zeit, so ist ein signifikanter Zuchtfortschritt zu sehen

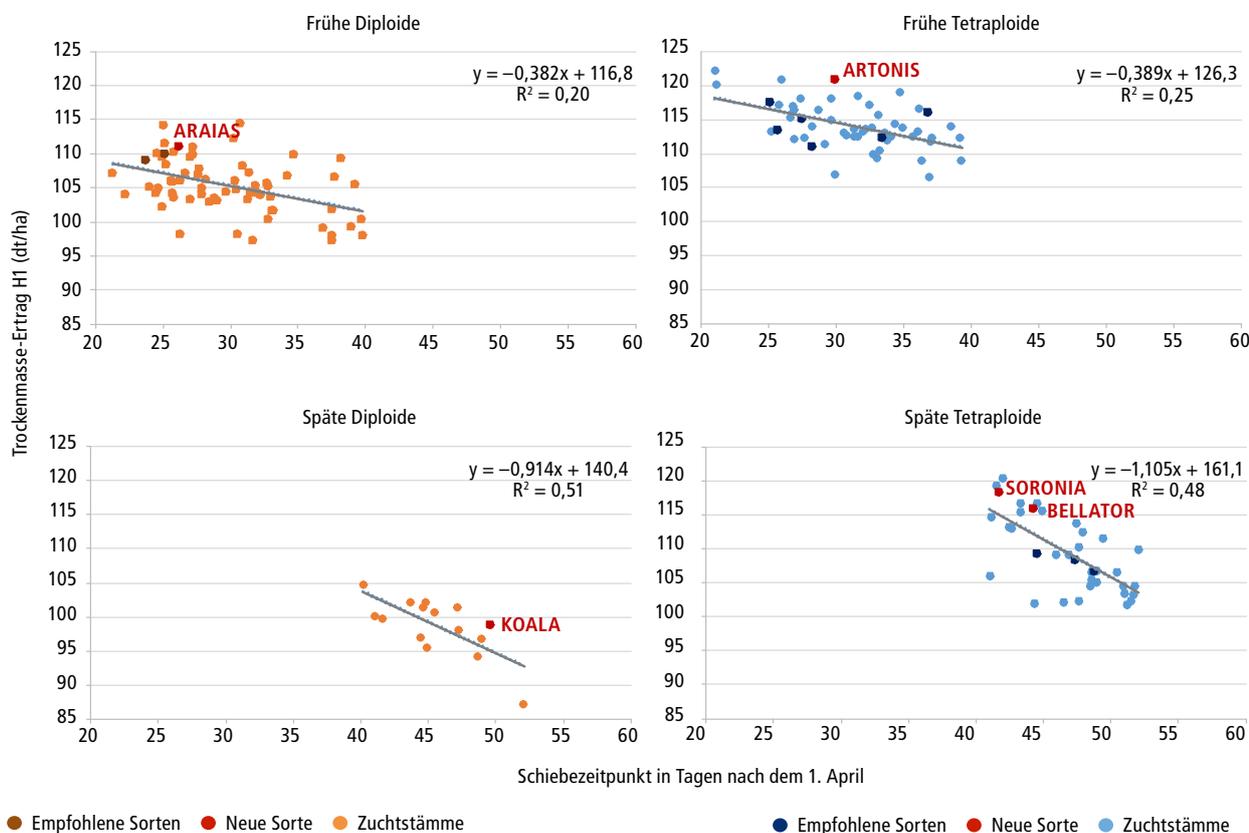


Abb. 4 | Entwicklung der Rostanfälligkeit (Boniturnote 1–9; 1 = resistent, 9 = stark anfällig) der zwischen 1988 und 2016 produzierten Zuchtstämme und Sorten in Abhängigkeit von Ploidie und Reifegruppe.

(Abb. 2). Der stärkste Fortschritt ist hierbei mit einer Verbesserung von 0,11 Punkten pro Jahr beim späten tetraploiden Sortiment zu sehen, gefolgt vom frühen tetraploiden Sortiment (0,09 Punkte pro Jahr). Bei den diploiden Sorten konnten etwas geringere Erfolge erzielt werden mit einem Fortschritt von je 0,04 Punkten pro Jahr im frühen und späten Sortiment. Die Zuchtstämme zeigen eine starke Streuung um die Regressionsgerade (Abb. 2) und die Aufgabe des Züchters ist es, diejenigen am unteren Rand der Punktwolke (beste Leistung) für die Sortenanmeldung zu selektieren. Artonis liegt z. B. 0,75 Punkte unterhalb der Regressionsgerade und zeigt somit die beste Leistung aller bisher geprüften Zuchtstämme von Agroscope. Sie ist den für den Anbau empfohlenen frühreifen tetraploiden Sorten um mindestens 0,90 Punkte überlegen (Tab. 1). Ähnlich ist die Situation im diploiden frühen Sortiment, wo sich die Sorte Araias als bisher bester Zuchtstamm von Agroscope profilierte. Im spätreifen, tetraploiden Sortiment weist Soronia, knapp gefolgt von Bellator, um bis zu 1,50 tiefere Punkte auf als die anderen empfohlenen Sorten. Hier gibt es mittlerweile aber neuere Zuchtstämme, die gemäss Index-CH als besser zu bewerten sind (Abb. 2). Der Index-CH zeigt, dass das Leistungsniveau der tetraploiden Sorten generell über dem der diploiden Sorten liegt und dass die Differenz eher noch grösser wird (stärkere Steigung der Regressionsgeraden beim tetraploiden als beim diploiden Sortiment). Eine getrennte Sortenprüfung des diploiden und tetraploiden Materials, wie von Suter *et al.* 2017 erstmals durchgeführt, erwies sich als sinnvoll, um auch weiterhin diploide Sorten empfehlen zu können.

### Bindung von Reifezeitpunkt und Ertrag

Das Zusammenspiel zwischen Zeitpunkt des Ährenschiebens (Reife) und Ertrag stellt ein wichtiges Entscheidungskriterium dar, wann ein Schnitt erfolgen soll und, je nach Nutzungsart, aus welcher Reifegruppe die Sorte gewählt werden sollte. Der TM-Ertrag im ersten Hauptnutzungsjahr war in der frühen Reifegruppe sowohl im diploiden wie auch im tetraploiden Material höher als in der späten Reifegruppe (Abb. 3). Diese Tendenz zu einer höheren Ertragsleistung im frühen Sortiment konnte auch schon in früheren Erhebungen gezeigt werden (Laidlaw 2005; Poetsch *et al.* 2016). In allen vier Sortimenten sind Ertragsrückgänge mit späterer Reife zu beobachten, wobei der Zusammenhang im späten Sortiment jeweils stärker ausfällt. Die neuen Sorten präsentieren sich mit ihrem TM-Ertrag im oberen Bereich ihrer Gruppen (Abb. 3). Soronia zeigte mit 119 dt/ha einen hohen TM-Ertrag (Tab. 1), was z. T. aber auch daran liegt,

dass sie zu den frühesten Sorten im späten tetraploiden Sortiment gehört (Abb. 3). Bellator ist vergleichsweise etwas später reif, fällt aber im Ertrag mit 117 dt/ha kaum hinter Soronia zurück. Artonis ist im Vergleich zum empfohlenen frühen tetraploiden Sortiment zwar nicht die früheste Sorte, zeigt aber den höchsten Ertrag in beiden Hauptnutzungsjahren. Araias ist im frühen diploiden Sortiment mit mindestens 1 dt/ha Mehrertrag im ersten Hauptnutzungsjahr etwas stärker als die bisher empfohlenen Sorten, wobei der Mehrertrag im zweiten Hauptnutzungsjahr, nicht zuletzt aufgrund der hohen Ausdauer, höher ausfiel.

### Gesundheit und Ausdauer

Als Grundpfeiler für ertragsstarke Graslandbestände wird der Pflanzengesundheit und Ausdauer besondere züchterische Aufmerksamkeit gewidmet. So konnte etwa die Resistenz gegen Kronenrost (*Puccinia coronata*) im frühen diploiden Sortiment von 1988 bis 2014 um durchschnittlich 2 Boniturnoten verbessert werden. Auch beim frühen und späten tetraploiden Sortiment war die Züchtung erfolgreich und erreichte Verbesserungen um 1,5 und respektive 1,1 Boniturnoten. Besonders beachtenswert ist dabei, dass im tetraploiden Sortiment mittlerweile nahezu vollständig resistentes Material vorhanden ist. Die tetraploiden Sorten Artonis, Bellator und Soronia liegen mit ihrer Leistung über dem Durchschnitt ihres Züchtungsjahres, wobei sich die diploiden Sorten Araias und Koala im Durchschnitt ihres Jahrgangs befinden (Abb. 4).

## Schlussfolgerung

Innerhalb der letzten drei Dekaden konnten züchterisch viele agronomisch wichtige Merkmale des Englischen Raigrases verbessert werden. Besonders in der Krankheitsresistenz ist ein starker Fortschritt erzielt worden. Die fünf neuen Sorten von Agroscope spiegeln diese Verbesserungen mit guten Leistungen hinsichtlich Ertrag und Krankheitsresistenz wieder. Der züchterische Aufwärtstrend scheint, besonders im tetraploiden Sortiment, anzuhalten. Das tetraploide Material hat das diploide züchterisch abgehängt, wobei die Gründe hierzu noch nicht ganz klar sind. Durch eine separate Prüfung von diploiden und tetraploiden Sorten in den offiziellen Versuchen kann die Empfehlung neuer diploider Sorten auch in Zukunft sichergestellt werden. ■

## Literatur

- Grieder C., Tanner P., Schubiger F.X. & Boller B., 2015. Sechs neue Sorten von Englischem Raigras aus Schweizer Züchtung. *Agrarforschung Schweiz* **6** (7–8), 320–327.
- Humphreys M. O., 1991. The value of polyploidy in breeding hybrid grasses. *Proceedings of the XVII meeting of the fodder crops section of Eucarpia*, Alghero (Italy) 14–18 October, 37–44.
- Humphreys M.O., Feuerstein U., Vandewalle M. & Baert J., 2010. Ryegrasses. In: *Fodder Crops and Amenity Grasses* (Ed. B. Boller, U.K. Posselt und F. Veronesi). Springer-Verlag, New York. 211–260.
- Laidlaw A.S., 2005. The relationship between tiller appearance in spring and contribution to dry-matter yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars differing in heading date. *Grass and Forage Science* **60** (2), 200–209.
- McDonagh J., O'Donovan M., McEvoy M. & Gilliland T.J., 2016. Genetic gain in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) varieties 1973 to 2013. *Euphytica* **212**, 187–199.
- Myers W.M., 1939. Colchicine induced tetraploidy in perennial ryegrass. *The Journal of Heredity* **30** (11), 499–504.
- Poetsch E.M., Resch, R. & Krautzer, B., 2016. Variability of yield and forage quality between three heading groups of English ryegrass (*Lolium perenne* L.) during the first growth. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* **67** (2), 69–75.
- R Core Team 2014. R: A language and environment for statistical computing.
- R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria.
- Smith K.F., McFarlane N.M., Croft V.M., Trigg P.J. & Kearney G.A., 2003. The effects of ploidy and seed mass on the emergence and early vigour of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **43**, 481–486.
- Stebbins G.L., 1971 *Chromosomal Evolution in Higher Plants*, Edward Arnold LTD, London, 216 S.
- Suter D., Hirschi H. & Frick R., 2017. Englisches Raigras: neue Sorten für den Schweizer Kunstfutterbau. *Agrarforschung Schweiz* **8** (7–8), 292–299.
- Suter D., Frick R. & Hirschi H.-U., 2019. Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2019–2020. *Agrarforschung Schweiz* **10** (1), 1–16.