

Monitoringprogramm für Mykotoxine in Körnermais 2022

2. Zwischenbericht

Datenstand: Dezember 2022

in Kooperation mit den Landwirtschaftskammern für
Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark und
mit Unterstützung durch
das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft,
die Bundesländer Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und
Steiermark, Maiszüchtungsfirmen und Wirtschaftsbeteiligte

Autoren und Autorinnen:

DIⁱⁿ Julia Kauschitz¹⁾, Drⁱⁿ Elisabeth Reiter¹⁾, DI Klemens Mechtler¹⁾, DI Hans Felder¹⁾, Oliver Alber,
M.A.¹⁾

¹⁾ Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien, Graz

Inhaltsverzeichnis

1	Versuchs- und Probenumfang, Parameter und Methoden 2022	3
1.1	Probenumfang 2022	3
1.2	Parameter und Analysenmethoden	4
1.3	Analysentätigkeit 2022.....	5
1.4	Anmerkungen zur Datenauswertung	5
1.5	Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung	5
1.6	Witterungsverlauf im Maisjahr 2022	5
2	Ergebnisse 2022	7
2.1	Mykotoxingehalte 2022 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet.....	7
2.1.1	Deoxynivalenolgehalte der Haupternte	7
2.1.2	Zearalenongehalte	10
2.1.3	Fumonisingehalte	13
2.1.4	Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte	15
2.2	Sortenspezifische Ergebnisse	17
2.2.1	Deoxynivalenol	17
2.2.1.1	Einjährige Ergebnisse	17
2.2.2	Zearalenon.....	23
2.2.3	Fumonisine	25
3	Grenz- und Richtwerte für Mykotoxine in Mais und Maisprodukten	26
4	Abbildungsverzeichnis	28
5	Tabellenverzeichnis	28
6	Literaturverzeichnis	28

Abkürzungsverzeichnis

AFLA	Aflatoxine
DON	Deoxynivalenol
ELISA	Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
IL	Illyrikum
FUM	Fumonisine
NA	Nordalpines Feuchtgebiet
OTA	Ochratoxin A
PA	Pannonikum
WP	Wertprüfung
ZEA	Zearalenon

1 Versuchs- und Probenumfang, Parameter und Methoden 2022

1.1 Probenumfang 2022

Bis auf den Frühdruschversuch in Mauthausen (OÖ, 6. Sept.) wurden alle anderen WP-Standorte zwischen 20. September und 27. Oktober geerntet. Die Versuchsstandorte sowie Sorten- und Probenanzahl sind in den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 zusammengefasst.

Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2022, WP2

Ertragsversuche Reifegruppen	Sorten	Orte	Proben	Standorte
Sehr früh bis früh	21	6	126	OÖ: Bad Wimsbach, Hagenberg, Mauthausen, Schönering , Wartberg; NÖ: Maria Taferl, Schönfeld;
Mittelfrüh	30	7	210	OÖ: Breitbrunn, Bad Wimsbach; NÖ: Großnondorf, Zinsenhof, Persenbeug; Stmk: Gleisdorf; Ktn: Pitzelstätten , St. Paul im Lavanttal
Mittelfrüh bis mittelspät	25	8	200	OÖ: Ritzlhof; NÖ: Diendorf, Großnondorf; Staasdorf; Bgld: Rotenturm a.d. Pinka ; Stmk: Gleisdorf, Kalsdorf, Mooskirchen; Ktn: Grafenstein
Mittelspät bis sehr spät	36	9	324	NÖ: Fuchsenbigl, Großharras; Bgld: Dt.-Jahrndorf, Pachfurth, Eltendorf; Stmk: Feldbach, Fluttendorf, Hatzendorf, St. Georgen;
Summe	111	30	860	

Tabelle 2: Körnermaisproben 2022 der Landwirtschaftskammern

Streifenversuche Landwirtschafts- kammern	Sorten	Orte	Proben	Standorte
Burgenland	22	1	22	Zuerbach
Kärnten	25	2	28	Kappel, Villach
Niederösterreich	50	4	94	Bruck a. d. Leitha, Brunn, Bullendorf Haag/Krottendorf
Oberösterreich	43	4	103	Katzenberg, Linden, Mauthausen, Walding
Summe	-	11	247	
Steiermark	25 35	1 (RG3) 2 (RG4)	AGES	Betreuung von 3 AGES-Standorten (Feldbach, Mooskirchen und St.Georgen)

Der WP2-Versuch in Schönering (OÖ) wurde nicht beprobt, die Versuche an den Standorten Rotenturm a.d. Pinka und Pitzelstätten sind ausgefallen.

Der Probenumfang aus der amtlichen Sortenwertprüfung des zweiten Prüffjahres (Tabelle 1) wurde durch Proben aus mehrortigen Streifenversuchen der Landwirtschaftskammern ergänzt (Tabelle 2). Die Standorte der amtlichen Sortenwertprüfung (30 im Jahr 2022) ergeben gemeinsam mit den Versuchssorten der Landwirtschaftskammern (11 im Jahr 2022) ein flächendeckendes und dichtes Netz an Prüforten für die Mykotoxinanalysen (Abb. 1).

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

Übersicht der Versuchsorte

Farbe Streifenversuche in
Skizze nach Reifegruppe

- AGES WP Gr. I
- AGES WP Gr. II
- AGES WP Gr. III
- AGES WP Gr. IV
- Streifenversuch Burgenland
- ◆ Streifenversuch Kärnten
- ▼ Streifenversuch Niederösterreich
- ▲ Streifenversuch Oberösterreich
- ⊗ Ausfall

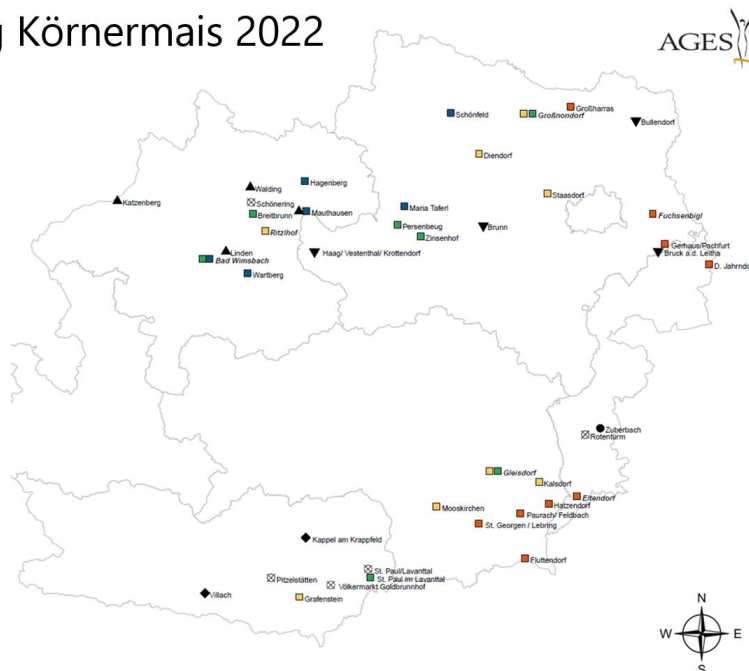


Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2022

1.2 Parameter und Analysenmethoden

Die Analyse der Mykotoxine erfolgte mit ELISA-Test-Kits, AgraQuant® Enzymimmunoassays (Romerlabs) bzw. RIDASCREEN® Enzymimmunoassay (R-Biopharm). Die Auswertung wurde mit dem Programm AUTOSOFT (AutobioLabtec Instruments) vorgenommen. Vorteil dieser Methode ist die rasche Analyse einer großen Probenanzahl und somit die rasche Verfügbarkeit der Ergebnisse. Die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen der Analysen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Nachweis- (NG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2022 eingesetzten ELISA-Test-Kits

Mykotoxin	NG (µg/kg)	BG(µg/kg)
Deoxynivalenol	200	250
Zearalenon	20	25
Fumonisine	200	250
Ochratoxin	1,9	2
T-2 und HT-2-Toxin	12	21
Alfatoxine	1,0	1,0

1.3 Analysentätigkeit 2022

Aus der Versuchsernte 2022 wurden in Summe 1107 sortenspezifische Proben auf Deoxynivalenol, 704 auf Zearalenon und 457 auf Fumonisine untersucht. Weitere 41 standortsspezifische Proben, gewonnen durch Teilmengenmischung aus den sortenspezifischen Proben der einzelnen Standorte, wurden auf Aflatoxine, Ochratoxin A und die Summe an T-2 und HT-2-Toxin untersucht.

1.4 Anmerkungen zur Datenauswertung

Bei Mykotoxingehalten unter der Nachweisgrenze kann die Analytik naturgemäß keine Werte mehr liefern. In diesen Situationen wurde die Nachweisgrenze selbst als Wert angesetzt, um diese Untersuchungsergebnisse einer statistischen Auswertung zugänglich zu machen. Mykotoxinergebnisse in Körnermaisproben zeigen in der Regel eine deutlich rechtsschiefe Verteilung. Die Ergebnisdarstellungen beziehen sich daher auf den Median der jeweiligen Datenmenge. In den Tabellen sind dagegen jeweils Mittelwerte und Mediane angeführt. Die statistische Auswertung wurde mit der Statistiksoftware R Version 3.5.1 durchgeführt (R CORE TEAM, 2015).

1.5 Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung

- Nordalpines Feuchtgebiet (Alpenvorland, Wald- und Mühlviertel)
- Pannonikum (Hauptproduktionsgebiet Nordöstliches Flach- und Hügelland)
- Illyrikum (Südöstliches Flach- und Hügelland, Alpenostrand und Kärntner Becken)

1.6 Witterungsverlauf im Maisjahr 2022

Der April war im Gesamten kühler (österreichweit -1,2°C im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre) und die Niederschlagsmenge lag in der österreichweiten Auswertung um 3% unterhalb des vieljährigen Mittels. Der warme Mai brachte eine um etwa 10 Tage frühere Maiskolbenblüte mit sich.

Der Juni zeigte sich flächendeckend extrem warm (österreichweit +2,4°C im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre). Im Flächenmittel fiel im Juni österreichweit um 9% mehr Niederschlag, die Niederschlagsmengen waren allerdings sehr ungleich verteilt: Im Westen

zeigte sich eine relativ gleichmäßige Niederschlagsverteilung über den Monat hinweg, im Süden fiel der Großteil des Regens zu Beginn und am Ende des Monats. Im Osten fiel zu Beginn relativ viel Niederschlag, jedoch regnete es ab dem 10. Juni nur noch selten.

Auch der Juli zeigte sich in ganz Österreich sehr warm (österreichweit +1,3 im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre) und trocken (österreichweit -30% im Vergleich zu einem durchschnittlichen Juli).

Der August verlief überdurchschnittlich warm (österreichweit +1,1°C im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre) und brachte 15% weniger Niederschlag als im Mittel. Das seit Mai anhaltende, überdurchschnittlich hohe Temperaturniveau setzte sich bis in die erste Septemberhälfte fort.

In der zweiten Septemberhälfte zeigte sich eine deutliche Temperaturabkühlung, wodurch der September im Gesamten kälter war (österreichweit -0,8°C im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre). Der September brachte um 8% mehr Niederschlag als im vieljährigen Mittel, allerdings ist es über das gesamte Jahr gesehen zu trocken. Vor allem im Osten und Süden liegen die Niederschlagsmengen von Jänner bis September um mehr als 20 Prozent unter dem Durchschnitt.

Die niederschlagsarmen Verhältnisse setzten sich im Osten und Süden Österreichs im Oktober fort, hier fiel in vielen Regionen um 50 bis 85 % weniger Niederschlag als im Durchschnitt. Hingegen war im Westen des Landes um etwa 25 bis 45 % mehr Niederschlag im Vergleich zum vieljährigen Durchschnitt zu verzeichnen. Hinsichtlich der Temperatur zeigte sich der Oktober flächendeckend sehr heiß (österreichweit +3,4°C im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 30 Jahre) und war damit der wärmste Oktober der Messgeschichte (ZAMG 2022).

2 Ergebnisse 2022

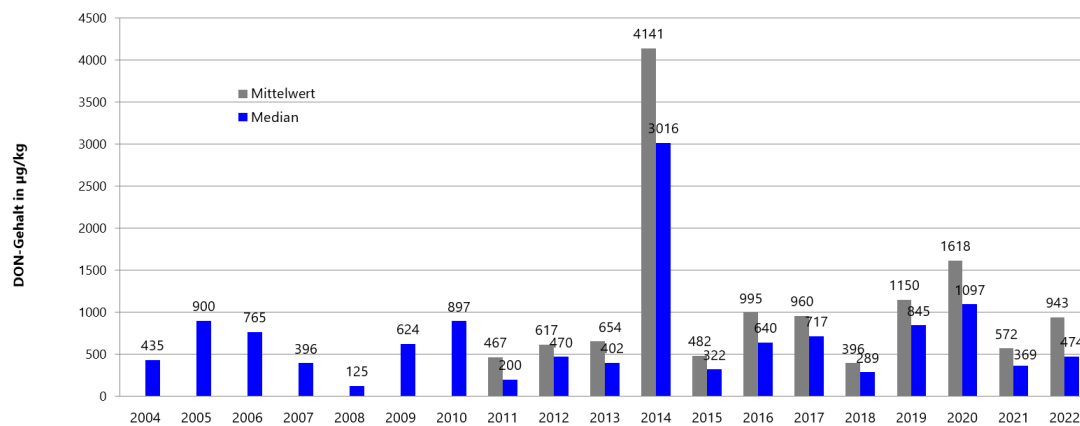
2.1 Mykotoxingehalte 2022 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet

2.1.1 Deoxynivalenolgehalte der Haupternte

Die Belastung mit Deoxynivalenol liegt im heurigen Jahr 2022 mit einem Jahresmedianwert von 474 µg/kg und einem Jahresmittelwert von 943 µg/kg höher als im vergangenen Jahr, aber niedriger als in den Jahren 2019 und 2020. Die DON-Ergebnisse aus 2022 stellen die drittniedrigsten Werte der letzten fünf Jahre dar.

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2022

Ergebnisse zum DON-Gehalt im Jahresrückblick (Dezember 2022, n=1107)



Quellen: 2004-2010: Dersch u. Krumphuber, 2011; 2011-13: AGES, KOFUMA-Projekt; 2014-22: AGES, KOFUMA-Fortsetzung

Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist die geografische Verteilung der Mykotoxinbelastung für 2022 dargestellt. Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die DON-Gehalte gemessen am standortspezifischen Median bei vier Standorten zwischen 201 bis 500 µg/kg, bei einem Standort zwischen 501 und 900 µg/kg, bei sieben Standorten zwischen 901 und 1750 µg/kg und bei vier Standorten über 1750 µg/kg. Im Pannonikum liegen die DON-Gehalte (Median) bei zwei Standorten zwischen 201 und 500 µg/kg, bei allen übrigen Standorten liegt der standortspezifische Median unterhalb der Nachweisgrenze. Im Illyrikum liegen die DON-Gehalte (Mediane) bei vier Standorten zwischen 201 und 500 µg/kg, bei einem Standort zwischen 501 und 900 µg/kg und bei drei Standorten zwischen 901 und 1750 µg/kg. Bei den übrigen sechs Standorten im Illyrikum liegen die DON-Gehalte (Mediane) unter der Nachweisgrenze.

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

Ergebnisse zum DON-Gehalt im Jahresrückblick (Dezember 2022, n=1107)

Mediane der DON-Gehalte

- bis 200 µg/kg
- bis 500 µg/kg
- bis 900 µg/kg
- bis 1750 µg/kg
- über 1750 µg/kg
- kein Wert

- AGES WP
- Streifenversuch Burgenland
- ◇ Streifenversuch Kärnten
- ▽ Streifenversuch Niederösterreich
- ▲ Streifenversuch Oberösterreich
- ⊗ Ausfall

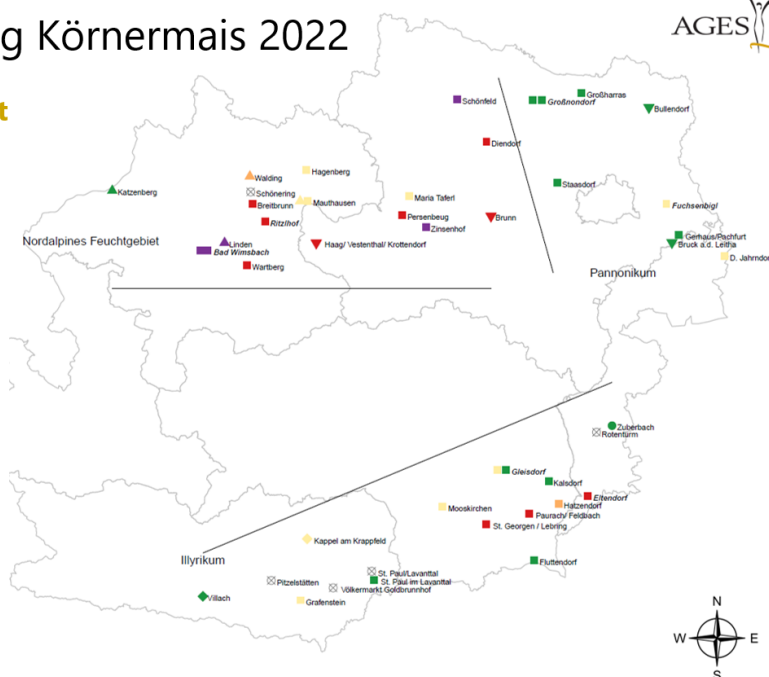


Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2022

Tabelle 4: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der DON-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen

Anbaugebiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
2018							
Nordalpin	496	263	256	270	237	231	249
Pannonikum	299	283	272	294	255	242	271
Illyrikum	449	620	570	669	483	453	523
2019							
Nordalpin	459	793	719	867	528	487	563
Pannonikum	200	910	817	1023	754	668	856
Illyrikum	387	1693	1576	1809	1375	1277	1497
2020							
Nordalpin	428	1428	1270	1587	778	661	863
Pannonikum	201	1110	962	1257	884	764	1009
Illyrikum	375	1933	1773	2092	1387	1280	1556
2021							
Nordalpin	364	747	669	826	498	453	554
Pannonikum	230	426	383	470	298	259	318
Illyrikum	409	497	451	542	315	275	354
2022							
Nordalpin	426	1527	1400	1654	1144	1021	1300
Pannonikum	291	381	335	426	200	200	200
Illyrikum	390	725	652	798	412	334	486

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

Die regionalen DON-Medianwerten liegen im Nordalpinen Feuchtgebiet bei 1144 µg/kg, im Pannonikum bei 200 µg/kg und damit unter der Nachweisgrenze und im Illyrikum bei 412 µg/kg. Der Wert für das Illyrikum stellt den zweitniedrigsten DON-Medianwert der letzten fünf Jahre dar. Der regionale DON-Medianwert für das Pannonikum stellt den niedrigsten Wert der letzten fünf Jahre dar, wohingegen für das Nordalpine Feuchtgebiet im heurigen Jahr der höchste DON-Medianwert der letzten fünf Jahre verzeichnet wird.

Im Pannonikum und Illyrikum entfallen die meisten Proben auf die niedrigste Gehaltsklasse (bis 250 µg/kg), während im Nordalpinen Feuchtgebiet die meisten Proben in der höchsten Gehaltsklasse (>2500 µg/kg) liegen. Über alle drei Anbauregionen fallen 61,4% aller Proben in die drei niedrigsten Gehaltsklassen bis 750 µg/kg.

Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2022 nach DON-Gehaltsklassen

DON in µg/kg	Nordalpines Feuchtgebiet		Pannonikum		Illyrikum		alle Anbauregionen		
	N	%	N	%	N	%	N	%	% summiert
0-250	60	14,1	192	66,0	157	40,3	409	36,9	36,9
251-500	60	14,1	41	14,1	60	15,4	161	14,5	51,5
501-750	38	8,9	28	9,6	44	11,3	110	9,9	61,4
751-1000	34	8,0	12	4,1	32	8,2	78	7,0	68,5
1001-1250	36	8,5	6	2,1	21	5,4	63	5,7	74,2
1251-1500	26	6,1	4	1,4	21	5,4	51	4,6	78,8
1501-1750	24	5,6	2	0,7	16	4,1	42	3,8	82,6
1751-2000	23	5,4	1	0,3	15	3,8	39	3,5	86,1
2001-2250	22	5,2	2	0,7	4	1,0	28	2,5	88,6
2251-2500	17	4,0	1	0,3	6	1,5	24	2,2	90,8
>2500	86	20,2	2	0,7	14	3,6	102	9,2	100,0
Gesamtergebnis	426	100,0	291	100,0	390	100,0	1107	100,0	

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

2.1.2 Zearalenongehalte

Insgesamt 704 Proben oder 64 % des Gesamtprobenaufkommens wurden auch auf Zearalenon untersucht. Der Medianwert aller Analysenergebnisse liegt bei 33 µg ZEA/kg. Der Gesamtmittelwert – unter Einsetzung des 20 µg-Wertes für Analysenergebnisse unter der Nachweisgrenze – erreicht 145 µg/kg.

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2022

Ergebnisse zum ZEA-Gehalt im Jahresrückblick (Dezember 2022, n=704)

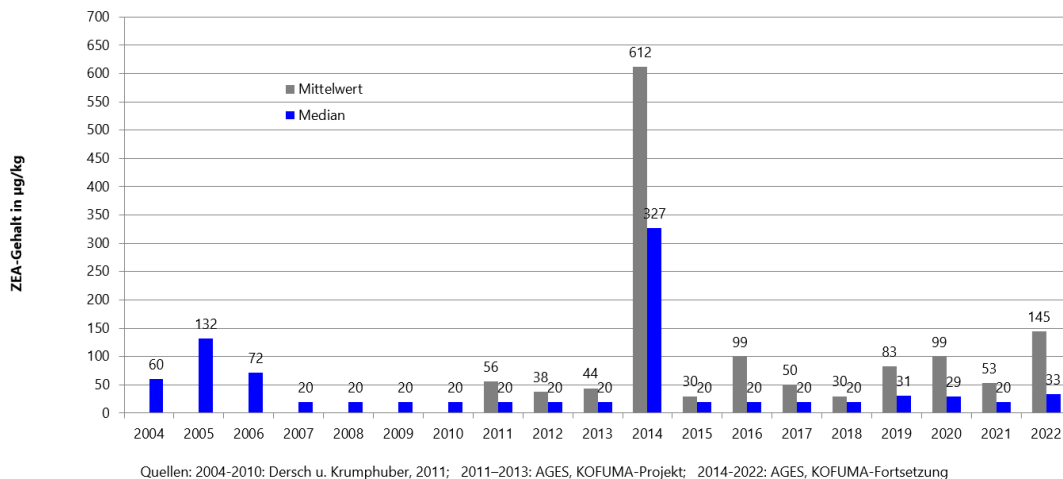


Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

Ergebnisse zum ZEA-Gehalt
im Jahresrückblick
(Dezember 2022, n=704)



Mediane der ZEA-Gehalte

- bis 50 µg/kg
- bis 100 µg/kg
- bis 150 µg/kg
- kein Wert

- AGES WP
- Streifenversuch Burgenland
- ◇ Streifenversuch Kärnten
- ▽ Streifenversuch Niederösterreich
- ▲ Streifenversuch Oberösterreich
- ⊗ Ausfall

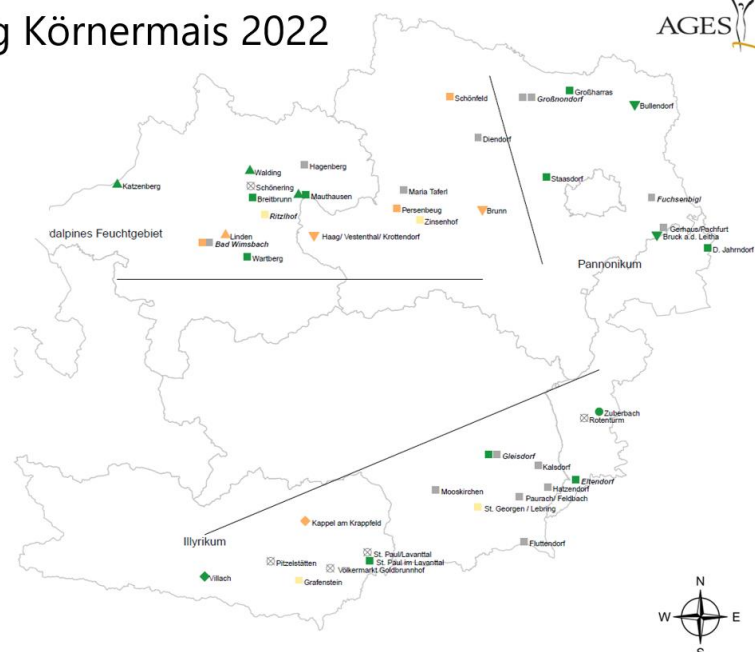


Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2022

Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die standortspezifischen ZEA-Gehalte (Mediane) bei sechs Standorten bei Werten bis 50 µg/kg, bei zwei Standorten bei Werten bis 100 µg/kg und bei weiteren sechs Standorten bei Werten bis 150 µg/kg. Im Pannonikum liegen alle standortspezifischen ZEA-Gehalte bei Werten bis 50 µg/kg. Im Illyrikum wurden zwei Medianwerte bis 100 µg/kg (Grafenstein und St. Georgen) und ein Medianwert bis 150 µg/kg in Kappel am Krappfeld festgestellt.

Tabelle 6: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der ZEA-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen

Anbaugesbiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
2018							
Nordalpin	231	23	19	27	20	20	20
Pannonikum	103	24	19	30	20	20	20
Illyrikum	232	40	33	47	20	20	20
2019							
Nordalpin	257	74	58	89	20	20	20
Pannonikum	125	51	37	64	20	20	20
Illyrikum	252	109	90	128	37	31	56
2020							
Nordalpin	235	61	47	75	20	20	20
Pannonikum	150	114	77	152	20	20	39
Illyrikum	124	61	47	74	30	22	39
2021							
Nordalpin	126	80	54	106	24	21	31
Pannonikum	146	46	36	57	20	20	23
Illyrikum	146	35	27	43	20	20	20
2022							
Nordalpin	363	225	189	261	108	86	136
Pannonikum	139	43	27	60	20	20	20
Illyrikum	202	72	55	90	20	20	29

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

Unter den gebietsspezifischen Ergebnissen wurde für das Nordalpine Feuchtgebiet ein Medianwert von 108 µg ZEA/kg festgestellt, die Medianwerte für das Pannonikum und Illyrikum liegen unter der Nachweisgrenze. Die Mittelwerte bewegen sich zwischen 43 µg ZEA/kg für das Pannonikum und 225 µg ZEA/kg für das Nordalpine Feuchtgebiet.

Über alle drei Anbauregionen entfallen 67,5 % der Proben auf die beiden niedrigsten Gehaltsklassen bis 100 µg ZEA/kg. Im Nordalpinen Feuchtgebiet weisen 12,1 % der Proben ZEA-Gehalte über 500 µg/kg auf, im Pannonikum 2,2 % und im Illyrikum 2,5 %.

Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2022 nach ZEA-Gehaltsklassen

ZEA	Nordalpines Feuchtgebiet		Pannonikum		Illyrikum		alle Anbauregionen		
in µg/kg	N	%	N	%	N	%	N	%	% summiert
0-50	131	36,1	120	86,3	147	72,8	398	56,5	56,5
51-100	44	12,1	12	8,6	21	10,4	77	10,9	67,5
101-150	32	8,8	2	1,4	6	3,0	40	5,7	73,2
151-200	36	9,9		0,0	9	4,5	45	6,4	79,5
201-250	23	6,3	1	0,7	4	2,0	28	4,0	83,5
251-300	12	3,3	1	0,7	6	3,0	19	2,7	86,2
301-350	11	3,0		0,0	1	0,5	12	1,7	87,9
351-400	10	2,8		0,0	2	1,0	12	1,7	89,6
401-450	12	3,3		0,0	1	0,5	13	1,8	91,5
451-500	8	2,2		0,0		0,0	8	1,1	92,6
>500	44	12,1	3	2,2	5	2,5	52	7,4	100,0
Gesamtergebnis	363	100,0	139	100,0	202	100,0	704	100,0	

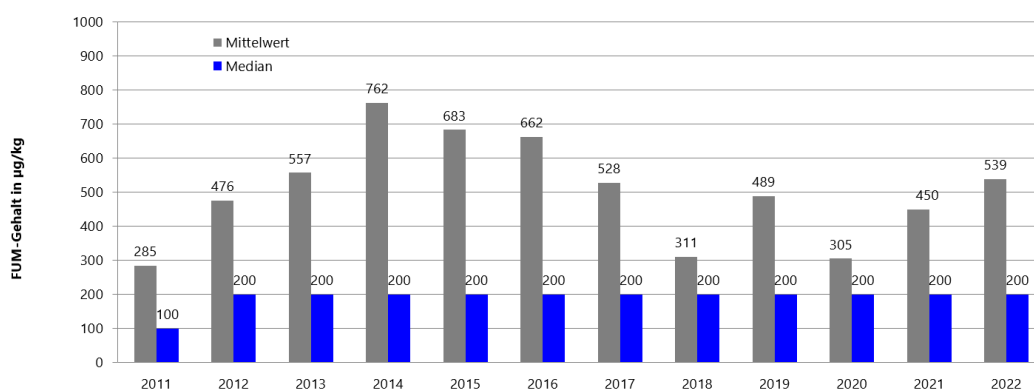
AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

2.1.3 Fumonisingehalte

Die Ergebnisse der FUM-Analysen blieben unauffällig. Der Gesamtmittelwert der insgesamt 457 Proben (539 µg/kg) und die gebietsspezifischen Mittelwerte (458 bis 721 µg/kg) liegen höher als im Vorjahr und bewegen sich auf einem für Fumonisine niedrigen Niveau. Dementsprechend hoch sind auch die Probenanteile in der niedrigsten Gehaltsklasse bis 500 µg/kg. Nur 5,1 % aller Proben weisen einen FUM-Gehalt über 2.000 µg/kg auf.

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2022

Ergebnisse zum FUM-Gehalt im Jahresrückblick (Dezember 2022, n=457)



Quellen: 2011–2013: AGES, KOFUMA-Projekt; 2014–2022: AGES, KOFUMA-Fortsetzung

Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

Ergebnisse zum FUM-Gehalt
im Jahresrückblick
(Dezember 2022, n=457)



Mediane der FUM-Gehalte

- bis 200 µg/kg
- bis 500 µg/kg
- bis 2000 µg/kg
- über 2000 µg/kg
- kein Wert

- AGES WP
- Streifenversuch Burgenland
- ◇ Streifenversuch Kärnten
- ◇ Streifenversuch Niederösterreich
- ▲ Streifenversuch Oberösterreich
- ⊗ Ausfall

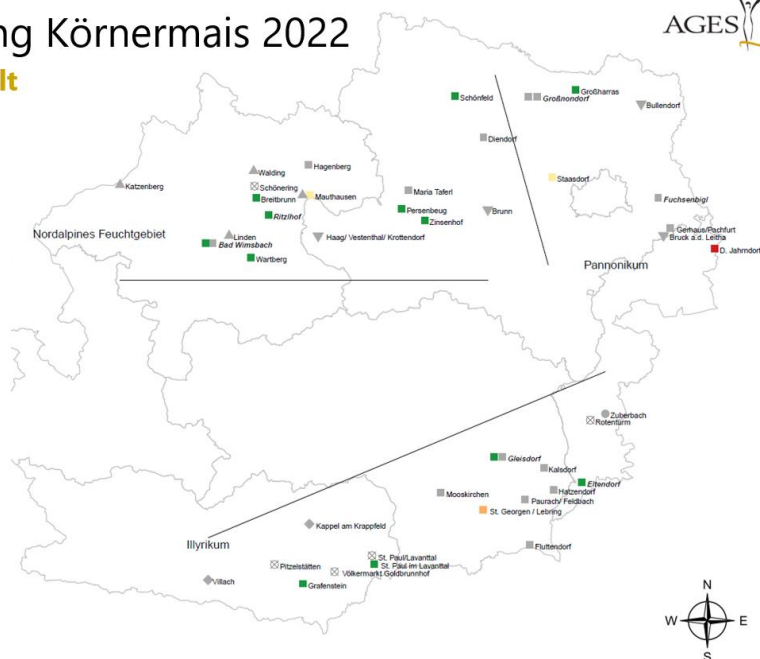


Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2022 im Körnermaisgebiet

Tabelle 8: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der FUM-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen

Anbaugesbiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
2018							
Nordalpin	68	294	207	382	200	200	200
Pannonikum	-	-	-	-	-	-	-
Illyrikum	166	294	251	338	200	200	200
2019							
Nordalpin	94	423	330	517	200	200	205
Pannonikum	80	534	425	643	328	284	464
Illyrikum	180	503	419	588	200	200	235
2020							
Nordalpin	121	226	206	245	200	200	200
Pannonikum	104	392	327	457	221	200	305
Illyrikum	105	289	246	331	200	200	200
2021							
Nordalpin	110	292	227	357	200	200	200
Pannonikum	109	662	532	793	378	327	531
Illyrikum	113	400	293	507	200	200	200
2022							
Nordalpin	208	458	361	556	200	200	200
Pannonikum	97	721	548	893	220	200	365
Illyrikum	152	534	415	654	200	200	200

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2022 nach FUM-Gehaltsklassen

FUM	Nordalpines Feuchtgebiet		Pannonikum		Illyrikum		alle Anbauregionen		
in µg/kg	N	%	N	%	N	%	N	%	% summiert
0-500	173	83,2	60	61,9	112	73,7	345	75,5	75,5
501-1000	12	5,8	16	16,5	17	11,2	45	9,8	85,3
1001-1500	6	2,9	5	5,2	11	7,2	22	4,8	90,2
1501-2000	11	5,3	5	5,2	6	3,9	22	4,8	95,0
2001-2500	2	1,0	6	6,2		0,0	8	1,8	96,7
2501-3000	1	0,5	2	2,1	2	1,3	5	1,1	97,8
3001-3500	1	0,5	2	2,1	1	0,7	4	0,9	98,7
3501-4000		0,0		0,0	2	1,3	2	0,4	99,1
>4000	2	1,0	1	1,0	1	0,7	4	0,9	100,0
Gesamtergebnis	208	100,0	97	100,0	152	100,0	457	100,0	

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

2.1.4 Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte

Mit Datenstand Dezember 2022 wurde die Analyse auf Ochratoxin A und der Summe an T-2/HT-2-Toxin an standortsspezifischen Mischproben durchgeführt, die Analyse der standortsspezifischen Mischproben auf Aflatoxine ist noch nicht abgeschlossen. Aus dem Mahlgut der sortenspezifischen Einzelproben eines Versuches wurde eine kleine aliquote Menge entnommen und zu standortsspezifischen Mischproben vereinigt.

Hinsichtlich der Ochratoxin A-Gehalte kann man festhalten, dass alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Ochratoxin A auf Getreide wird üblicherweise von *Aspergillus ochraceus* oder *Penicillium verrucosum* gebildet, ist aber eher als Lagerpilz einzustufen, und kann bei unsachgemäßer Lagerung zu höheren Kontaminationen führen (FRISVAD et al, 2007).

Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die Werte für T-2/HT-2-Toxin bei der Mehrzahl der Standorte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. An acht der 18 Standorte wurde ein T-2/HT-2-Toxin-Gehalt über der Bestimmungsgrenze festgestellt. Im Pannonikum wurde nur an einem von neun Standorten ein T-2/HT-2-Toxin-Gehalt über der Bestimmungsgrenze festgestellt (Bullendorf, NÖ: 22,8 µg/kg) und im Illyrikum traten an 11 von 14 Standorten T-2/HT-2-Toxin-Gehalte über der Bestimmungsgrenze auf. Die Mykotoxine T-2/HT-2-Toxin können unter anderem von *Fusarium sporotrichioides* gebildet werden.

Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2022 (Stand Dezember 2022)

Region		Versuchsort/Versuche	T-2 + HT-2 Toxin µg/kg	Ochratoxin A µg/kg
Nordalpines Feuchtgebiet	WP2	Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG I	<B	<N
	WP2	Wartberg, OÖ, RG I	33,2	<N
	WP2	Schönfeld, NÖ, RG I	167,0	<N
	WP2	Mauthausen, OÖ, RG I	<N	<N
	WP2	Hagenberg, OÖ, RG I	30,1	<N
	WP2	Maria Taferl, NÖ, RG I	<B	<N
	WP2	Zinsenhof, NÖ, RG II	<N	<N
	WP2	Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG II	28,1	<N
	WP2	Persenbeug, NÖ, RG II	<N	<N
	WP2	Breitbrunn, OÖ, RG II	26,7	<N
	WP2	Ritzlhof, OÖ, RG III	33,9	<N
	WP2	Diendorf, NÖ, RG III	<N	<N
	LKNÖ	Haag/Krottendorf, NÖ	23,6	<N
	LKNÖ	Brunn-LFS Phyr, NÖ	<N	<N
	LKOÖ	Walding, OÖ	<B	<N
	LKOÖ	Mauthausen, OÖ	<B	<N
	LKOÖ	Katzenberg, OÖ	30,7	<N
	LKOÖ	Linden, OÖ	<B	<N
Pannonikum	WP2	Großnondorf, NÖ, RG II	<N	<N
	WP2	Großnondorf, NÖ, RG III	<B	<N
	WP2	Staasdorf, NÖ, RG III	<N	<N
	WP2	Pachfurt, Bgld, RG IV	<N	<N
	WP2	Fuchsenbigl, NÖ, RG IV	<B	<N
	WP2	Großharras, NÖ, RG IV	<N	<N
	WP2	Deutsch Jahrndorf, Bgld, RG IV	<N	<N
	LKNÖ	Bullendorf, NÖ	22,8	<N
	LKNÖ	Bruck a.d. Leitha, NÖ	<B	<N
Illyrikum	WP2	St. Paul im Lavanttal, Ktn, RG II	28,7	<N
	WP2	Gleisdorf, Stmk, RG II	21,1	<N
	WP2	Mooskirchen, Stmk, RG III	35,3	<N
	WP2	Kalsdorf, Stmk, RG III	<B	<N
	WP2	Gleisdorf, Stmk, RG III	23,0	<N
	WP2	Grafenstein, Stmk, RG III	34,4	<N
	WP2	St. Georgen, Stmk, RG IV	<B	<N
	WP2	Hatzendorf, Stmk, RG IV	21,7	<N
	WP2	Fluttendorf, Stmk, RG IV	23,1	<N
	WP2	Feldbach, Stmk, RG IV	29,8	<N
	WP2	Eltendorf, Bgld, RG IV	36,8	<N
	LKBgld	Zuerbach, Bgld	<N	<N
	LKKtn	Kappel am Krappfeld, Ktn	82,5	<N
	LKKtn	Villach, Ktn	48,7	<N

WP2 ... Sortenwertprüfung, 2. Prüfljahr

LK ... Versuche der Landwirtschaftskammern

<N ... Wert liegt unter der Nachweisgrenze

<B ... Wert liegt unter der Bestimmungsgrenze aber über der Nachweisgrenze

2.2 Sortenspezifische Ergebnisse

Eine Darstellung der Mykotoxinergebnisse nach Reifegruppen ist für die Betrachtung des Sortenverhaltens naheliegend. Zu bedenken ist jedoch, dass ein aussagekräftiger Vergleich auf Basis von Absolutwerten über die Reifegruppen hinweg nur sehr bedingt möglich ist. Die Verbreitung der einzelnen Reifegruppen über die Anbauregionen variiert naturgemäß entsprechend ihrem Reifebedürfnis. Somit überschneiden einander genetische und gebietsspezifische Effekte in ihrer Auswirkung auf den Mykotoxingehalt.

Die folgenden sortenspezifischen Diagramme und Tabellen bilden das Sortenverhalten in der Mykotoxinbildung daher nur jeweils innerhalb einer Reifegruppe ab.

2.2.1 Deoxynivalenol

2.2.1.1 Einjährige Ergebnisse

In den Diagrammen werden die sortenspezifischen Mediane der DON-Gehalte auf Basis der orthogonalen Sortenwertprüfungen 2022 getrennt nach Reifegruppen über alle Standorte (Abb. 8 bis 11) hinweg sowie für bestimmte Regionen, aus welchen ausreichend viele Ergebnisse in der jeweiligen Reifegruppe vorliegen, (Abb. 12 bis 15) den entsprechenden Mittelwerten der Relativverträge gegenübergestellt.

Da ab 2018 alle Standorte des sehr frühen bis frühen Sortiments in das Nordalpine Feuchtgebiet verlegt wurden, ist die Darstellung der sortenspezifischen DON-Gehalte über alle Standorte dieser Reifegruppe auf Seite 18 nunmehr unmittelbar auch jene für das Nordalpine Feuchtgebiet.

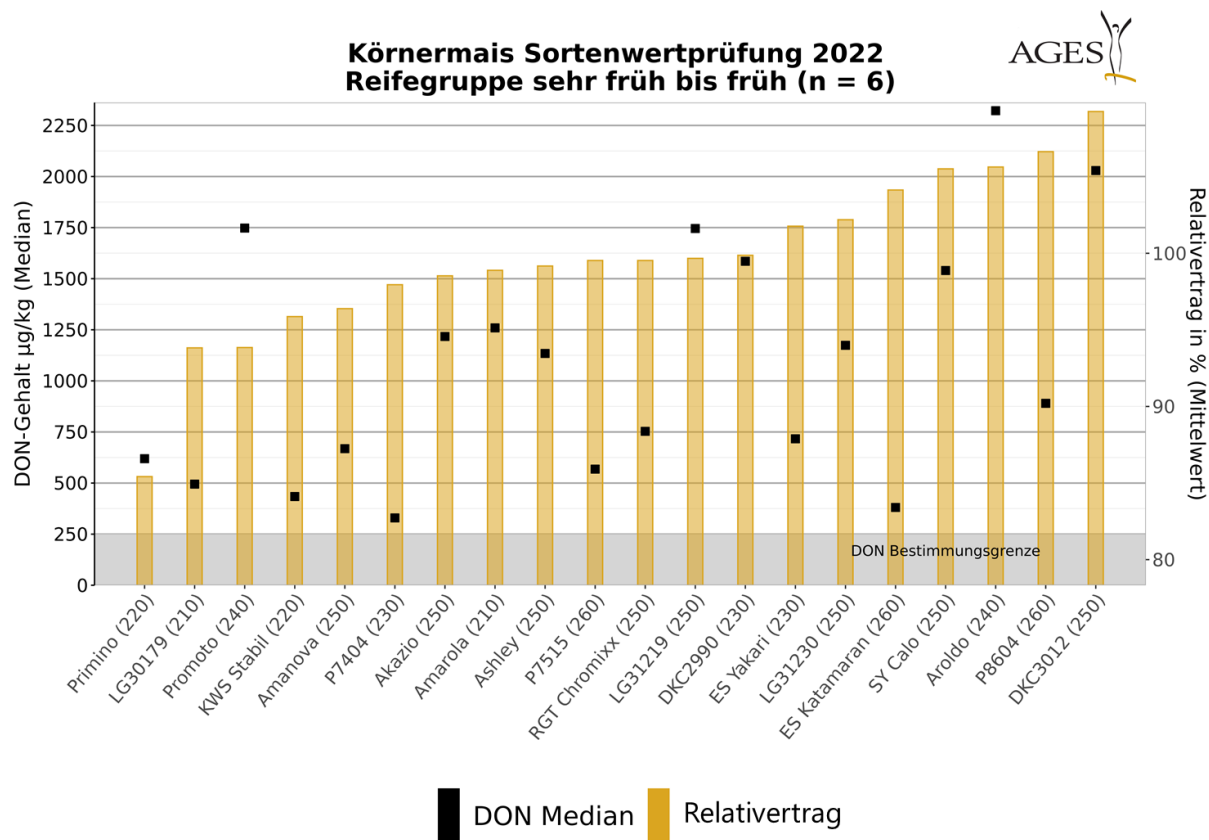


Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte

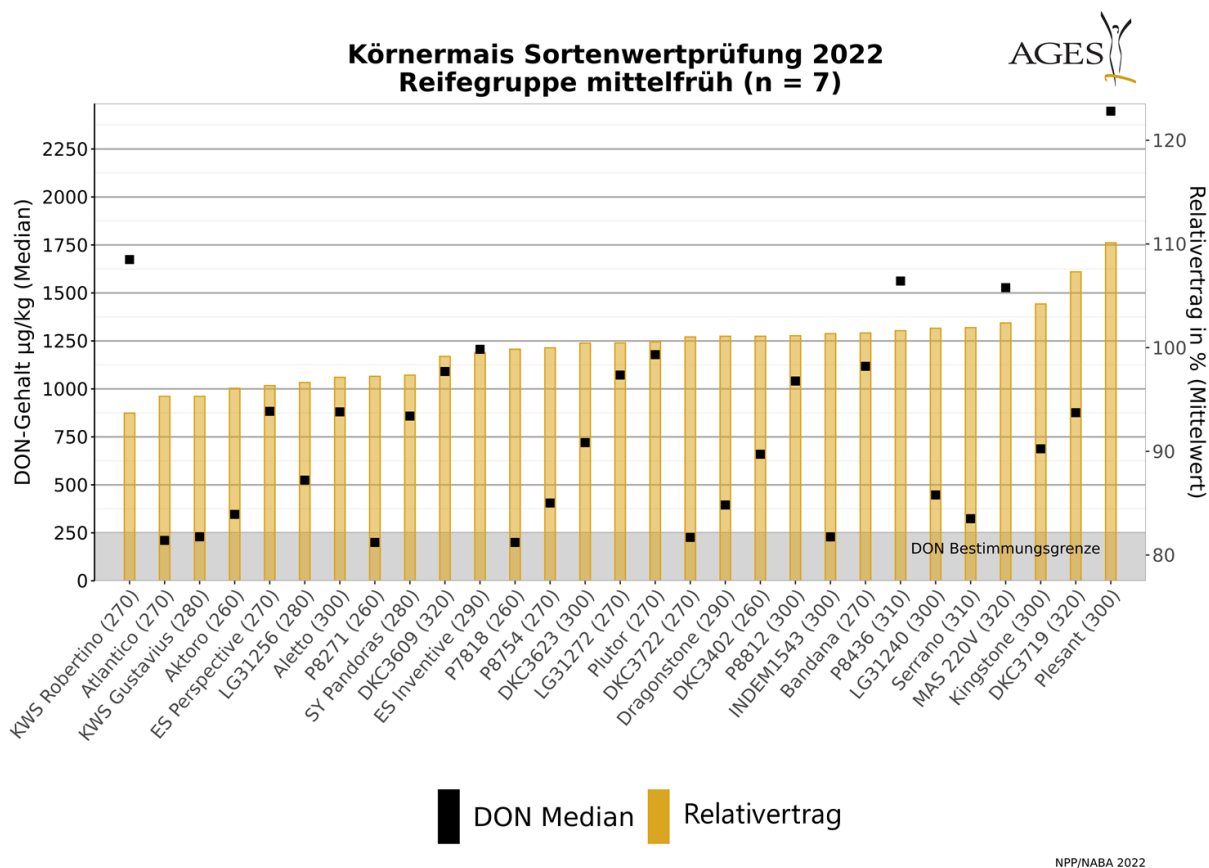
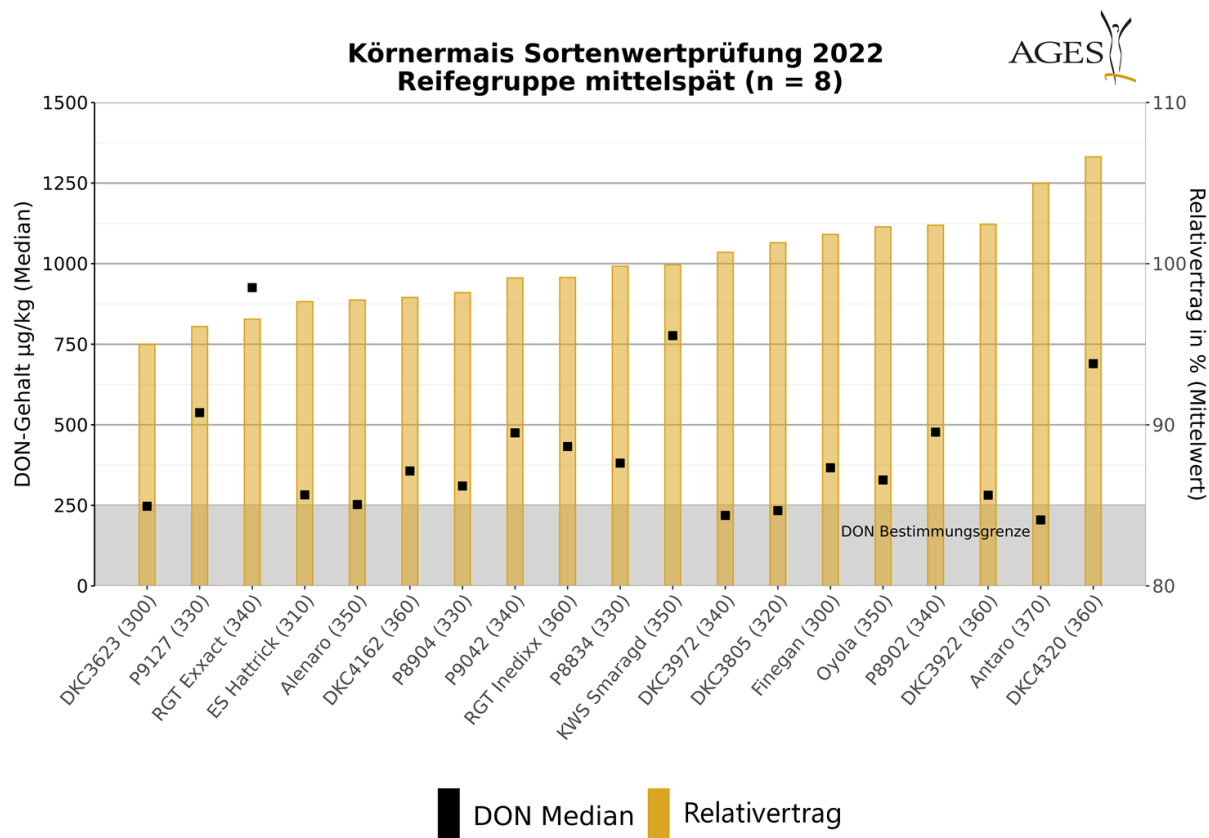
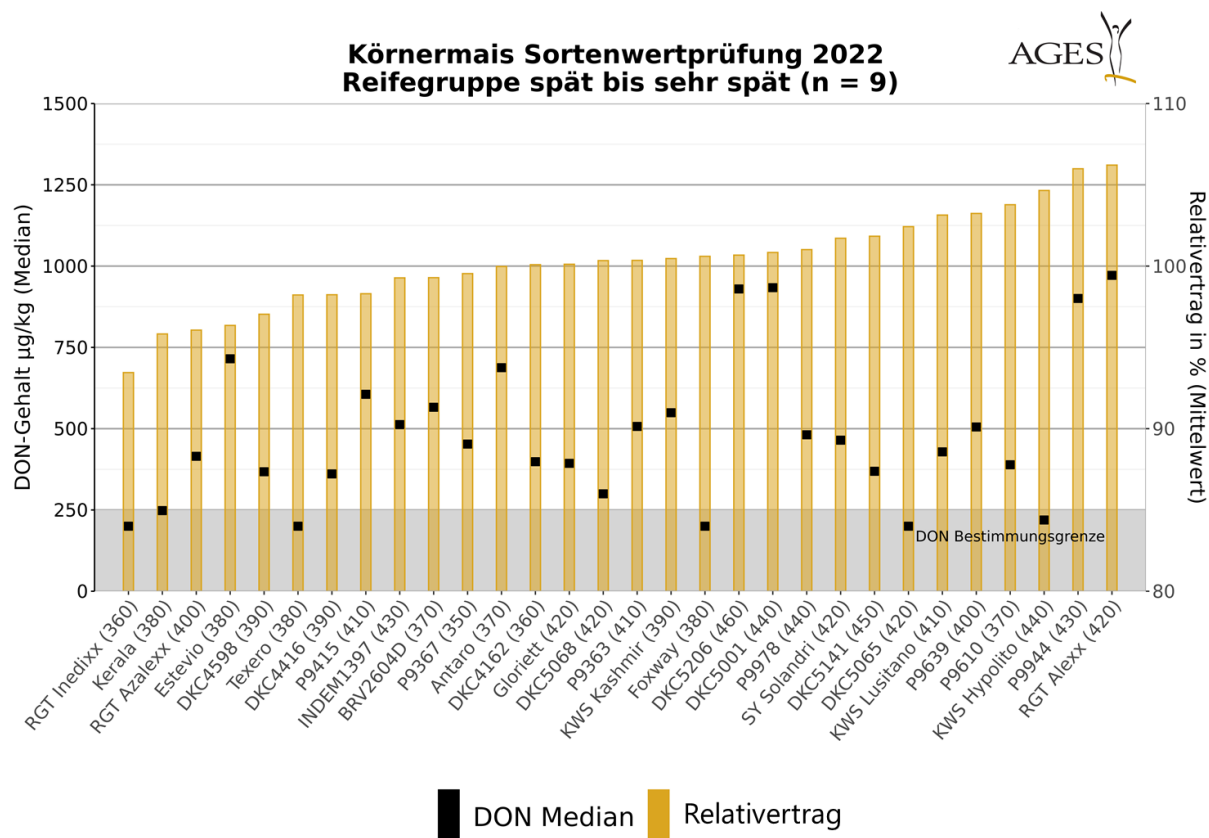


Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte



NPP/NABA 2022

Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte

NPP/NABA 2022

Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte

Da ab 2018 alle Standorte des sehr frühen bis frühen Sortiments in das Nordalpine Feuchtgebiet verlegt wurden, ist die Darstellung der sortenspezifischen DON-Gehalte über alle Standorte dieser Reifegruppe auf Seite 18 nunmehr unmittelbar auch jene für das Nordalpine Feuchtgebiet.

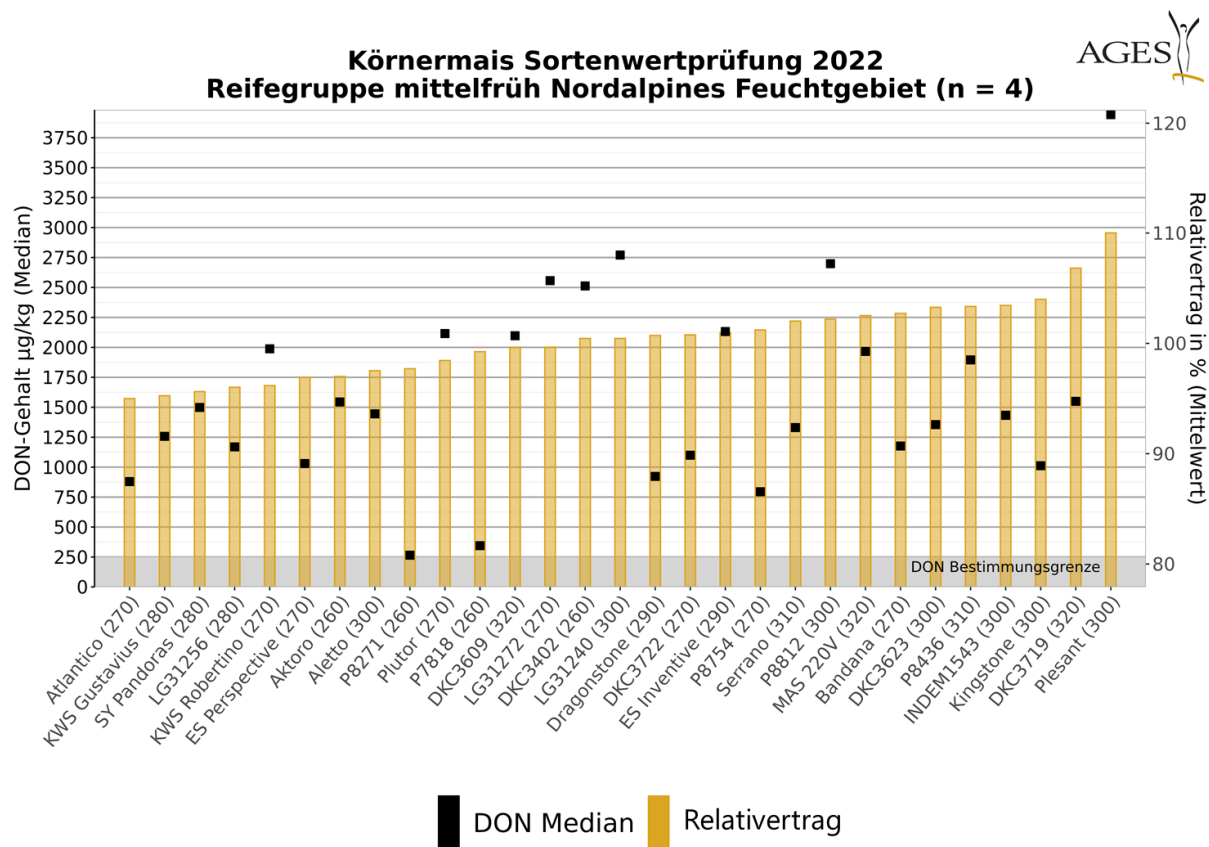
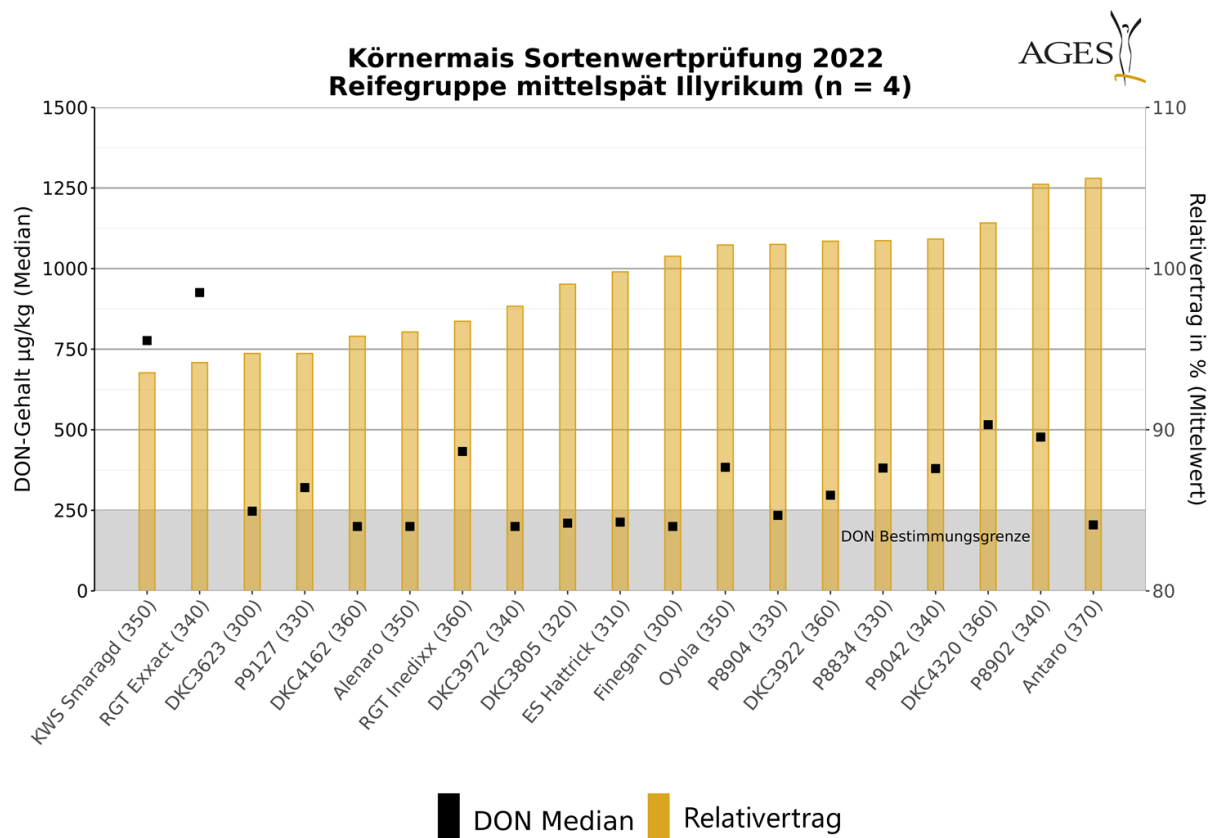
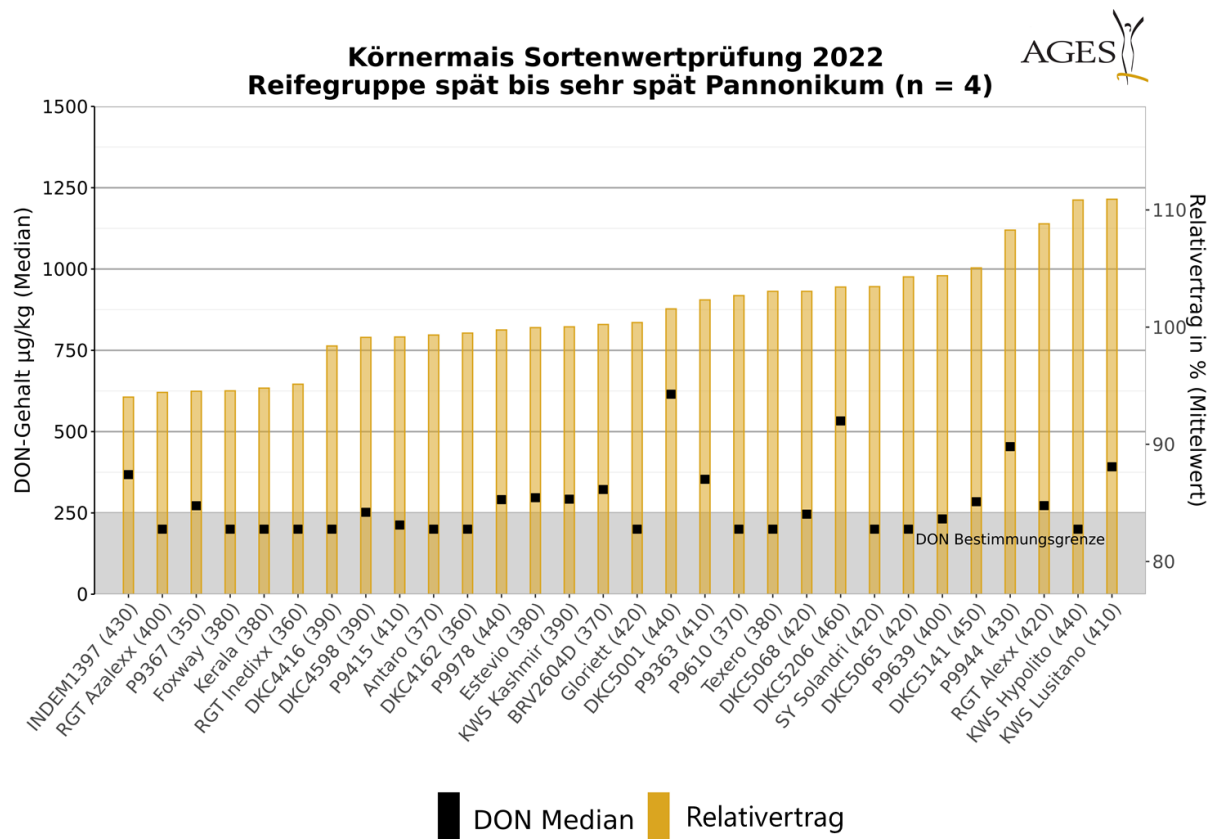


Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet



NPP/NABA 2022

Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum



NPP/NABA 2022

Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Pannonikum

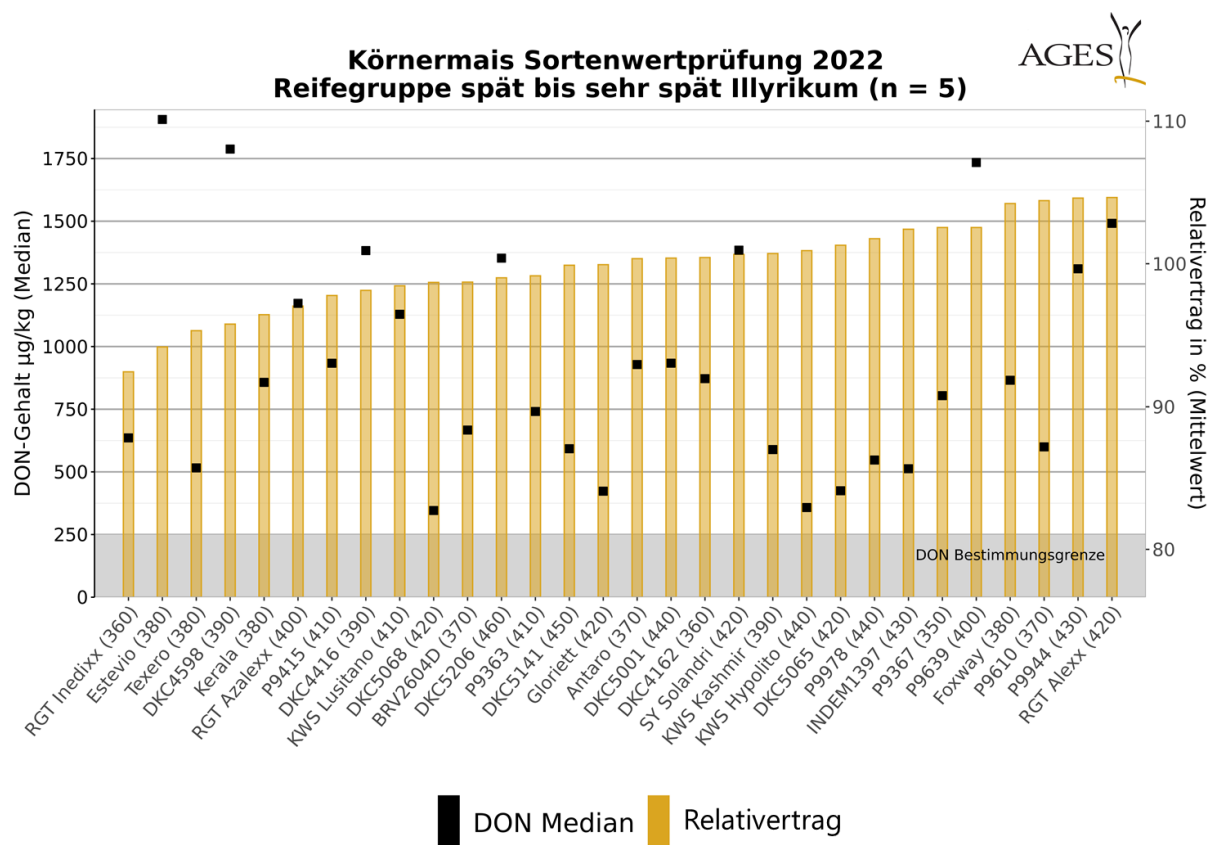


Abbildung 15: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum

2.2.2 Zearalenon

Das Sortenverhalten im Merkmal ZEA-Gehalt (Bestimmung mittels ELISA-Test) wird durch Zuordnung der Sorten zu bestimmten Gehaltsbereichen anhand ihres Medians der in den Sortenwertprüfungen 2022 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

Die Grenzen der Gehaltsbereiche in der tabellarischen Aufgliederung orientieren sich an einschlägigen ZEA-Höchstgehalten in Lebensmitteln (VO (EG) 1126/2007) und ZEA-Richtwerten für Futtermittel (Empfehlung der Kommission, 576/2006/EG).

Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2022

Zearalenon	Reifegruppe sehr früh bis früh (n=3)		Reifegruppe mittelfrüh (n=5)		Reifegruppe mittelspät (n=4)		Reifegruppe spät bis sehr spät (n= 4)	
	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ
Bis 50 µg/kg	LG30197	210	P7818	260	DKC3623	300	DKC4162	360
	Primino	220	P8271	260	Finegan	300	RGT Inedixx	360
	ES Yakari	230	ES Perspective	270	ES Hattrick	310	Antaro	370
	P7404	230	SY Pandoras	280	DKC3805	320	BRV2604D	370
	Akazio	250	Dragonstone	290	P8904	330	P9610	370
	Amanova	250	Aletto	300	P9127	330	Estevio	380
	Ashley	250	INDEM1543	300	DKC3972	340	Foxway	380
	LG31219	250	Serrano	310	P8902	340	Kerala	380
	LG31230	250			P9042	340	Texero	380
	RGT Chromixx	250			Alenaro	350	DKC4416	390
	SY Calo	250			KWS Smaragd	350	KWS Kashmir	390
	ES Katamaran	260			Oyola	350	P9639	400
					Antaro	370	RGT Azalex	400
							KWS Lusitano	410
							P9363	410
							P9415	410
							DKC5065	420
							DKC5068	420
							Gloriett	420
							RGT Alexx	420
							INDEM1397	430
							DKC5001	440
							KWS Hypolito	440
							P9978	440
							DKC5141	450
							DKC5206	460
Bis 100 µg/kg	KWS Stabil	220	Atlantico	270	P8834	330	P9367	350
	P7515	260	KWS Robertino	270	RGT Inedixx	360	DKC4598	390
			P8754	270			SY Solandri	420
			LG31256	280			P9944	430
			ES Inventive	290				
			Kingstone	300				
			P8436	310				
			DKC3719	320				
Bis 350 µg/kg	Amarola	210	Aktoro	260	RGT Exxact	340	-	
	DKC2990	230	Bandana	270	DKC3922	360		
	Aroldo	240	DKC3722	270	DKC4162	360		
	Promoto	240	LG31272	270	DKC4320	360		
	DKC3012	250	Plutor	270				
	P8604	260	KWS Gustavus	280				
			DKC3623	300				
			LG31240	300				
			P8812	300				
			DKC3609	320				
			MAS 220V	320				
Über 350 µg/kg	-		DKC3402	260	-		-	
			Plesant	300				

2.2.3 Fumonisine

Das Sortenverhalten im Merkmal FUM-Gehalt (Bestimmung mittels ELISA-Test) wird durch Zuordnung der Sorten zu bestimmten Gehaltsbereichen anhand ihres Medians der in den Sortenwertprüfungen 2022 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2022

Fumonisine	Reifegruppe sehr früh bis früh (n=3)		Reifegruppe mittelfrüh (n=5)		Reifegruppe mittelspät (n=4)		Reifegruppe spät bis sehr spät (n=4)	
	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ
Bis 500 µg/kg	Amarola	210	DKC3402	260	DKC3623	300	P9367	350
	LG30179	210	P7818	260	Finegan	300	DKC4162	360
	KWS Stabil	220	P8271	260	ES Hattrick	310	RGT Inedixx	360
	Primino	220	Atlantico	270	DKC3805	320	BRV2604D	370
	DKC2990	230	Bandana	270	P8834	330	P9610	370
	ES Yakari	230	DKC3722	270	P8904	330	Estevio	380
	P7404	230	ES Perspective	270	P9127	330	Foxway	380
	Aroldo	240	KWS Robertino	270	DKC3972	340	DKC4598	390
	Promoto	240	LG31272	270	P8902	340	RGT Azalexx	400
	Akazio	250	Plutor	270	P9042	340	P9639	400
	Amanova	250	KWS Gustavius	280	RGT Exxact	340	KWS Lusitano	410
	Ashley	250	LG31256	280	Alenaro	350	P9363	410
	DKC3012	250	SY Pandoras	280	KWS Smaragd	350	P9415	410
	LG31219	250	Dragonstone	290	Oyola	350	DKC5068	420
	LG31230	250	ES Inventive	290	DKC3922	360	Gloriett	420
	RGT Chromixx	250	Aletto	300	DKC4162	360	RGT Alexx	420
	ES Katamaran	260	DKC3623	300	DKC4320	360	SY Solandri	420
	P7515	260	INDEM1543	300	RGT Inedixx	360	KWS Hypolito	440
	P8604	260	Kingstone	300	Antaro	370	DKC5206	460
			LG31240	300				
			P8812	300				
			Plesant	300				
			P8436	310				
			Serrano	310				
			DKC3609	320				
			DKC3719	320				
			MAS 220V	320				
Bis 1000 µg/kg	-	-	-	-	-	-	Antaro	370
							Kerala	380
							Texero	380
							DKC4416	390
							KWS Kashmir	390
							DKC5065	420
							INDEM1397	430
							P9944	430
							DKC5001	440
							DKC5141	450
Bis 2000 µg/kg	SY Calo	250	Aktoro	260	-	-	P9978	440
			P8754	270				
Bis 4000 µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
Über 4000 µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-

3 Grenz- und Richtwerte für Mykotoxine in Mais und Maisprodukten

Tabelle 13: Grenzwerte für DON, ZEA und FUM und AFLA in Mais in Lebensmitteln gemäß VO (EG) 1881/2006 idgF (Stand 11.12.2020)

Erzeugnisse	Grenzwert (ppb) (µg/kg)	
Deoxynivalenol		
Unverarbeiteter Mais (außer Nassmahlen)		1750
Maismahlfraktionen > 500 µm		750
Maismahlfraktionen ≤ 500 µm		1250
Zearalenon		
Unverarbeiteter Mais		350
Raffiniertes Maisöl		400
Mais, Snacks und Frühstückscerealien auf Maisbasis für den unmittelbaren Verzehr		100
Verarb. LM auf Maisbasis für Kleinkinder und Säuglinge		20
Maismahlfraktionen > 500 µm		200
Maismahlfraktionen ≤ 500 µm		300
Fumonisine		
Unverarbeiteter Mais		4000
Zum unmittelbaren Verzehr best. Mais		1000
Frühstückscerealien und Snacks auf Maisbasis		800
Beikost auf Maisbasis		200
Maismahlfraktionen >500 µm		1400
Maismahlfraktionen ≤ 500 µm		2000
Aflatoxine	AFB1	Summe
		B1, B2, G1, G2
Getreide und Getreideerzeugnisse, einschließlich verarbeitete Getreideerzeugnisse	2	4
Mais, der vor seinem Verzehr oder seiner Verwendung als Lebensmittelzutat einer Sortierung oder einer anderen physikalischen Behandlung unterzogen werden soll	5	10

Tabelle 14: Richtwerte von DON, ZEA und FUM in Futtermitteln gemäß Empfehlung 576/2006/EG bzw. Höchstwerte für Aflatoxine gemäß RL 2002/32/EG idgF (Stand 11.12.2020)

Erzeugnisse	Richtwert (ppb) (µg/kg)
<i>Deoxynivalenol</i>	
FM-Ausgangserzeugnisse (inkl Mais)	8000
Maisnebenerzeugnisse	12000
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel außer	5000
- Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Schweine	900
- Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Kälber (<4 Monate), Lämmer und Ziegenlämmer	2000
<i>Zearalenon</i>	
FM-Ausgangserzeugnisse (inkl Mais)	2000
Maisnebenerzeugnisse	3000
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Ferkel und Jungsauen	100
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Sauen und Mastschweine	250
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für Kälber (<4 Monate), Milchkühe, Schafe und Ziegen	500
<i>Fumonisine</i>	
Futtermittelausgangserzeugnisse, Mais und Maiserzeugnisse	60000
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel für	
- Schweine, Pferde, Kaninchen und Heimtiere	5000
- Fische	10000
- Geflügel, Kälber (<4 Monate), Lämmer und Ziegenlämmer	20000
- Wiederkäuer (>4 Monate) und Nerze	50000
<i>Aflatoxin B1</i>	
Futtermittelausgangserzeugnisse	20
Ergänzungs- und Alleinfuttermittel außer	10
- Mischfuttermittel für Milchrinder und Kälber, Milchschafe und Lämmer, Milchziegen und Ziegenlämmer, Ferkel und Junggeflügel	5
- Mischfuttermittel für Rinder (außer Milchrindern und Kälbern), Schafe (außer Milchschaafen und Lämmern), Ziegen (außer Milchziegen und Ziegenlämmern), Schweine (außer Ferkeln) und Geflügel (außer Junggeflügel)	20
<i>T-2/HT-2-Toxin</i>	
Mischfuttermittel für Katzen	50

4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2022	4
Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren.....	7
Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2022.....	8
Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren	10
Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2022.....	10
Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren	13
Abbildung 7: Verteilung der Fumonisiergehalte 2022 im Körnermaisgebiet	13
Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte	18
Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte	18
Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte	19
Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte.....	19
Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet	20
Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum.....	21
Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Pannonikum	21
Abbildung 15: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum	22

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2022, WP2.....	3
Tabelle 2: Körnermaisproben 2022 der Landwirtschaftskammern	3
Tabelle 3: Nachweis- (NG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2022 eingesetzten ELISA-Test-Kits.....	5
Tabelle 4: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der DON-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....	8
Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2022 nach DON-Gehaltsklassen	9
Tabelle 6: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der ZEA-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....	11
Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2022 nach ZEA-Gehaltsklassen	12
Tabelle 8: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der FUM-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....	14
Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2022 nach FUM-Gehaltsklassen.....	14
Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2022 (Stand Dezember 2022) ..	16
Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2022	24
Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2022	25
Tabelle 8: Grenzwerte für DON, ZEA und FUM und AFLA in Mais in Lebensmitteln gemäß VO (EG) 1881/2006 idgF (Stand 11.12.2020)	26
Tabelle 9: Richtwerte von DON, ZEA und FUM in Futtermitteln gemäß Empfehlung 576/2006/EG bzw. Höchstwerte für Aflatoxine gemäß RL 2002/32/EG idgF (Stand 11.12.2020).....	27

6 Literaturverzeichnis

- AGES (Hrsg.), 2022: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2022 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2022, ISSN 1560-635X.
- Dersch, G., Krumphuber C., 2011: Wodurch Fusarien beeinflusst werden. Der Fortschrittliche Landwirt. Hft. 20 /2011. S 36-37.
- Europäisches Parlament, 2002: Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung L 140/10

- Europäische Kommission, 2006a: Empfehlung der Kommission (2006/576/EG) vom 17. August 2006 betreffend das Vorhandensein von Deoxynivalenol, Zearalenon, Ochratoxin A, T-2- und HT-2-Toxin sowie Fumonisin in zur Verfütterung an Tiere bestimmten Erzeugnissen. Amtsblatt der Europäischen Union. L 229/7.
- Europäische Kommission, 2006b: Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Amtsblatt der Europäischen Union. L 364/5.
- Europäische Kommission, 2013: Empfehlung der Kommission vom 27. März 2013 (2013/165/EU) über das Vorhandensein der Toxine T-2 und HT-2 in Getreiden und Getreideerzeugnissen. Amtsblatt der Europäischen Union. L 91/12
- Frisvad, J. C., et al. (2007). Mycotoxin producers. In. Food Mycology - A Multifaceted Approach to Fungi and Food. J. Dijksterhuis and R. A. Samson. Boca Raton, CRC Press: 135-159.
- Mechtler, K., Felder, H., Lemmens, M., Reiter, E., Kuchling, S., 2014: Optimierung einer zuverlässigen Methodik zur Bewertung der genetischen Bestimmtheit und Differenzierung der Anfälligkeit gegenüber Kolbenfusariosen im Maissortiment in Österreich- Projekt KOFUMA, Abschlussbericht.
- R CORE TEAM, 2015: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- ZAMG –Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2022: www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell