

Monitoringprogramm für Mykotoxine in Körnermais 2020

2. Zwischenbericht

Datenstand: Dezember 2020

in Kooperation mit den Landwirtschaftskammern für
Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark und
mit Unterstützung durch
das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus,
die Bundesländer Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und
Steiermark, Maiszüchtungsfirmen und Wirtschaftsbeteiligte

Autoren und Autorinnen:

DI Klemens Mechtler¹⁾, Drⁱⁿ Elisabeth Reiter¹⁾, DI Julia Votzi¹⁾, DI Hans Felder¹⁾, Oliver Alber, M.A.¹⁾

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

Inhaltsverzeichnis

1	Versuchs- und Probenumfang, Parameter und Methoden 2020	3
1.1	Probenumfang 2020	3
1.2	Parameter und Analysenmethoden	4
1.3	Analysentätigkeit 2020.....	5
1.4	Anmerkungen zur Datenauswertung	5
1.5	Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung	5
1.6	Witterungsverlauf im Maisjahr 2020	5
2	Ergebnisse 2020	7
2.1	Mykotoxingehalte 2020 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.....	22
2.2.3	Fumonisine	23
3	Grenz- und Richtwerte für Mykotoxine in Mais und Maisprodukten	24
4	Abbildungsverzeichnis	26
5	Tabellenverzeichnis.....	26
6	Literaturverzeichnis.....	26

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 2020

1.1 Probenumfang 2020

Bis auf die beiden Frühdruschversuche in Mauthausen (OÖ, 9. Sept.) und Schönering (OÖ, 15. Sept.) wurden alle anderen WP-Standorte zwischen 1. Oktober und 3. November 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 2020, WP2

Ertragsversuche Reifegruppen	Sorten	Orte	Proben	Standorte
Sehr früh bis früh	27	6	147	OÖ: Bad Wimsbach, Hagenberg, Mauthausen, Schönering, Wartberg; NÖ: Kilb, Maria-Tafel, Schönfeld;
Mittelfrüh	30	8	240	OÖ: Breitbrunn, Bad Wimsbach; NÖ: Großnondorf, Zinsenhof, Persenbeug; Stmk: Weiz; Ktn: Hörzendorf, St. Andrä
Mittelfrüh bis mittelspät	25	9	225	OÖ: Ritzlhof; NÖ: Diendorf, Großnondorf; Staasdorf; Bgld: Rotenturm a.d. Pinka; Stmk: Gleisdorf, Kalsdorf, Mooskirchen; Ktn: Grafenstein
Mittelspät bis sehr spät	25	8	200	NÖ: Fuchsenbigl, Mistelbach; Bgld: Dt.-Jahrndorf, Pachfurth, Eltendorf; Stmk: Feldbach, Fluttendorf, Hatzendorf, St. Georgen;
Summe	107	31	812	

Tabelle 2: Körnermaisproben 2020 der Landwirtschaftskammern

Streifenversuche Landwirtschafts- kammern	Sorten	Orte	Proben	Standorte
Burgenland	19	1	19	Zuberbach
Kärnten	40	3	42	Jakling, Kappel, Villach
Niederösterreich	46	4	95	Bruck a. d. Leitha, Brunn, Bullendorf Haag/Krottendorf
Oberösterreich	46	4	103	Katzenberg, Linden, Mauthausen, Walding
Summe	-	12	259	
Steiermark	25 25	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 Maria Taferl und Mistelbach 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 (31 im Jahr 2020) ergeben gemeinsam mit den Versuchssorten der Landwirtschaftskammern (13 im Jahr 2020) ein flächendeckendes und dichtes Netz an Prüforten für die Mykotoxinanalysen (Abb. 1).

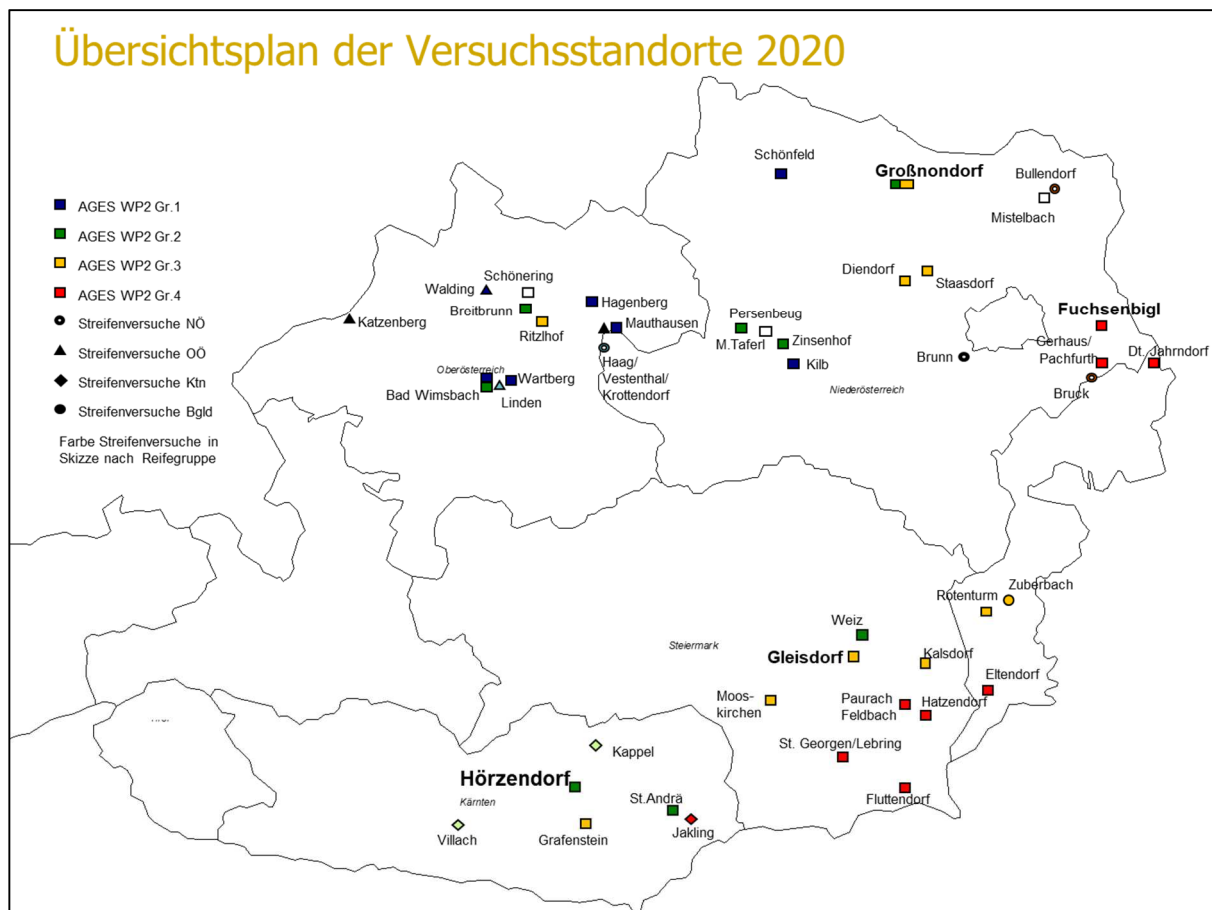


Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2020

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: Nachweisgrenzen (NG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2020 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 Analysetätigkeit 2020

Aus der Versuchsernte 2020 wurden insgesamt 1071 sortenspezifische Proben auf Deoxynivalenol, 616 auf Zearalenon und 360 auf Fumonisine untersucht. Weitere 43 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 2020

Der April war im Gesamten deutlich wärmer (österreichweit +2,1°C) und sehr trocken (österreichweit -55% des langjährigen Niederschlags) und ermöglichte einen rechtzeitigen Anbau. Die kühlere Mai- und Juni-Witterung brachte eine Verlagerung der Maiskolbenblüte um etwa 10 Tage in die zweite Julidekade mit sich. Nach einem hinsichtlich Temperatur und Niederschlagsmenge relativ durchschnittlichen Juli, zeigte sich der August flächendeckend wärmer (österreichweit +1,7°C) mit erhöhten Niederschlagsmengen (österreichweit +52%) im Vergleich zum langjährigen Mittel. Der September war zu Beginn ausgesprochen warm,

zum Monatsende hin aber deutlich kälter. In Niederösterreich, Wien, der Obersteiermark sowie in Teilen Kärntens kamen verglichen mit dem langjährigen Mittel um 25% bis 75% mehr Niederschlag zusammen. In den übrigen Maisbauregionen waren durchschnittliche Niederschlagsmengen zu verzeichnen. Der Oktober zeigte sich im Westen kühl und im Osten größtenteils wärmer im Vergleich zum langjährigen Mittel. Hinsichtlich der Niederschlagsmengen waren im Oktober in vielen Teilen des Landes, insbesondere im Osten, ergiebige Regenfälle zu verzeichnen (österreichweit +59%). Im Weinviertel, Wien und dem Nordburgenland summierte sich die 2- bis 3-fache Niederschlagsmenge, im nordöstlichen Weinviertel sogar die 3- bis 4-fache Menge. In Kärnten, im Westen Niederösterreichs und im Osten der Steiermark fiel 25% bis 75% mehr Niederschlag. Dadurch verlagerte sich die Maisernte in manchen Regionen auf Ende Oktober bis Mitte November (ZAMG 2020).

2 Ergebnisse 2020

2.1 Mykotoxingehalte 2020 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet

2.1.1 Deoxynivalenolgehalte der Haupternte

Mit den heurigen Witterungsbedingungen liegt die Belastung mit Deoxynivalenol im Jahr 2020 mit einem Jahresmedianwert von 1097 µg/kg und einem Jahresmittelwert von 1618 µg/kg wieder deutlich höher als in den letzten Jahren dieser Dekade. Die DON-Ergebnisse aus 2020 stellen die zweithöchsten Werte seit Beginn des KOFUMA-Projektes dar, nur im Jahr 2014 wurden höhere Werte verzeichnet.

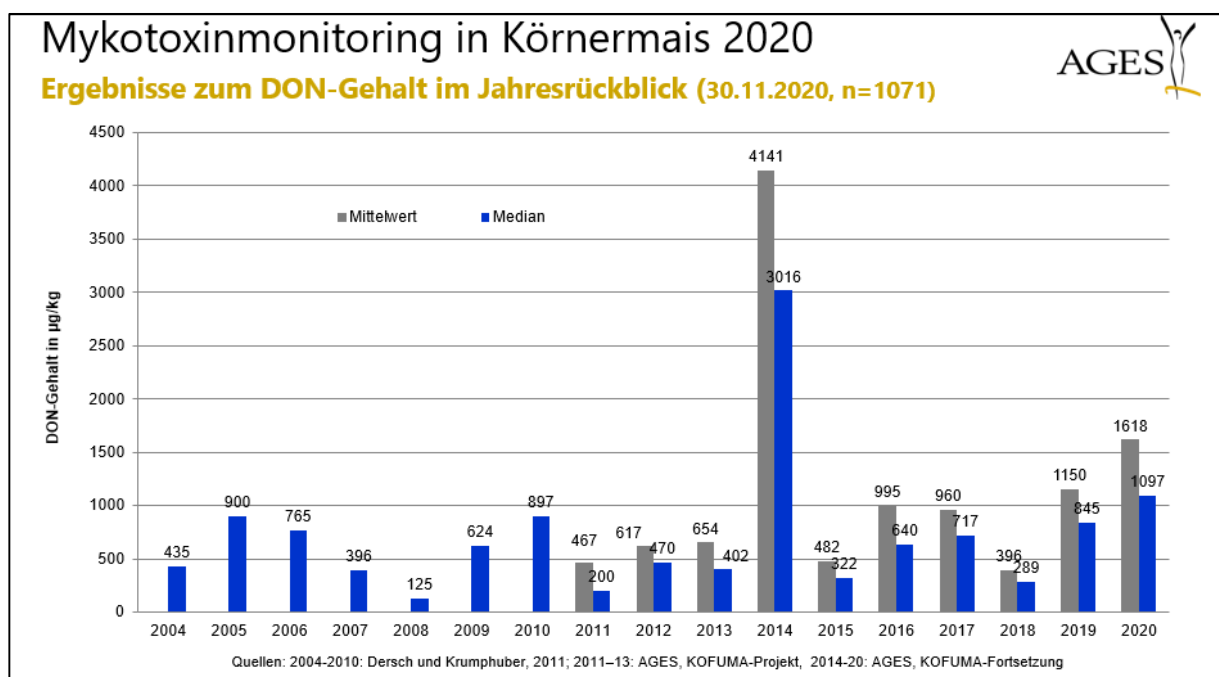


Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren

Die Darstellung der geografischen Verteilung der Mykotoxinbelastung für 2020 zeigt, dass mit Ausnahme eines Standortes im Pannonikum (Pachfurth, NÖ) an allen übrigen Standorten eine DON-Belastung über der Nachweisgrenze gefunden wurde. Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die DON-Gehalte gemessen am standortspezifischen Median bei einem Drittel der Standorte zwischen 250 bis 500 µg/kg, bei fünf weiteren Standorten zwischen 500 und 900 µg/kg und bei den übrigen sieben Standorten über 900 µg/kg. Im Pannonikum weisen fünf von acht Standorten DON-Gehalte (Median) über 900 µg/kg auf und im Illyrikum immerhin 14 von 17 Standorten, wobei von den 14 Standorten an sechs Standorten DON-Medianwerte über 1750 µg/kg, im Maximum 4.139 µg/kg, erreicht wurden. Im illyrischen Klimaraum gab es im Jahr 2020 vereinzelt Hagelereignisse, welche ein höheres Fusarium- und Mykotoxinauftreten begünstigten.

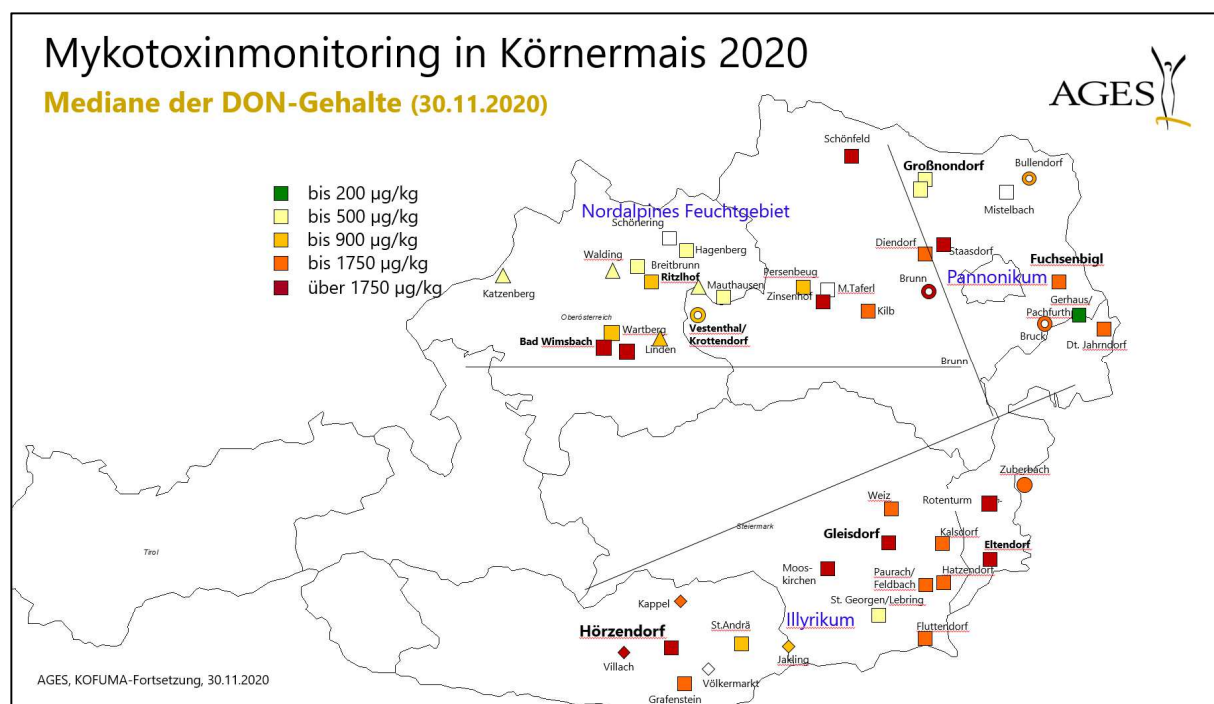


Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2020

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

Anbaugesbiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
2016							
Nordalpin	402	1175	1085	1264	887	812	971
Pannonikum	257	783	697	870	537	483	640
Illyrikum	431	966	852	1080	528	488	583
2017							
Nordalpin	493	1043	963	1123	775	732	825
Pannonikum	180	436	406	467	402	376	423
Illyrikum	484	1061	993	1129	862	800	920
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	469	1524	1367	1681	838	743	1003
Pannonikum	201	1110	962	1257	884	764	1009
Illyrikum	401	1984	1825	2142	1400	1297	1575

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2020, 30.11.2020

Dementsprechend höher bzw. hoch liegen die regionalen DON-Medianwerte mit 838 µg/kg im Nordalpinen Feuchtgebiet, 884 µg/kg im Pannonikum und 1400 µg/kg im Illyrikum. Diese Werte stellen in allen Regionen die höchsten DON-Medianwerte der letzten fünf Jahre dar, mit Ausnahme eines geringfügig höheren Medianwertes für das Nordalpine Feuchtgebiet im Jahr 2016 (887 µg/kg). Auch heuer wurde die höchste DON-Belastung im Illyrikum gemessen, wohingegen nach früheren Erfahrungen die höchsten Gehaltswerte eher im kühleren Nordalpinen Feuchtgebiet und die geringsten im Pannonikum gemessen worden waren.

Im Nordalpinen Feuchtgebiet und im Pannonikum entfallen die meisten Proben auf die Gehaltsklasse 251 bis 500 µg/kg, während im Illyrikum die meisten Proben in den Gehaltsklassen 2001-3000 µg/kg (14,5%) und >4.000 µg/kg (14,0%) liegen. Über alle drei Anbauregionen entfallen 27,5 % oder 294 aller Proben in die drei höchsten Gehaltsklassen über 2000 µg/kg.

Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2020 nach steigenden DON-Gehalten

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2020						
DON: Probenverteilung in % nach Gehaltsklassen						
DON	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
in µg/kg	N=469	N=201	N=401	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=1071)
bis 250	7,7	12,4	1,2	6,2	6,2	66
251-500	25,6	19,9	8,0	17,9	24,1	192
501-750	12,6	10,4	12,5	12,1	36,2	130
751-1000	8,7	12,4	10,7	10,2	46,4	109
1001-1250	5,1	15,4	10,5	9,1	55,5	97
1251-1500	3,8	7,0	9,2	6,4	61,9	69
1501-1750	4,3	5,0	7,0	5,4	67,3	58
1751-2000	4,9	5,5	5,5	5,2	72,5	56
2001-3000	13,2	7,5	14,5	12,6	85,2	135
3001-4000	7,2	2,0	7,0	6,2	91,3	66
>4000	6,8	2,5	14,0	8,7	100,0	93

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2020, 30.11.2020

Während im Nordalpinen Feuchtgebiet und im Pannonikum insgesamt die Belastungen noch auf einem gut handhabbaren Niveau liegen, ist im Illyrikum ausgehend von den Gehaltswerten in den Proben aus den Sortenprüfungen erhöhte Umsicht im Hinblick auf Qualität und Verwendungszweck der Maisernte geboten.

2.1.2 Zearalenongehalte

Insgesamt 616 Proben oder 58 % des Gesamtprobenaufkommens wurden auch auf Zearalenon untersucht. Der Medianwert aller Analysenergebnisse liegt bei 29 µg ZEA/kg und damit noch in der Nähe der Nachweisgrenze von 20 µg/kg. Der Gesamtmittelwert – unter Einsetzung des 20 µg-Wertes für Analysenergebnisse unter der Nachweisgrenze – erreicht 99 µg/kg.

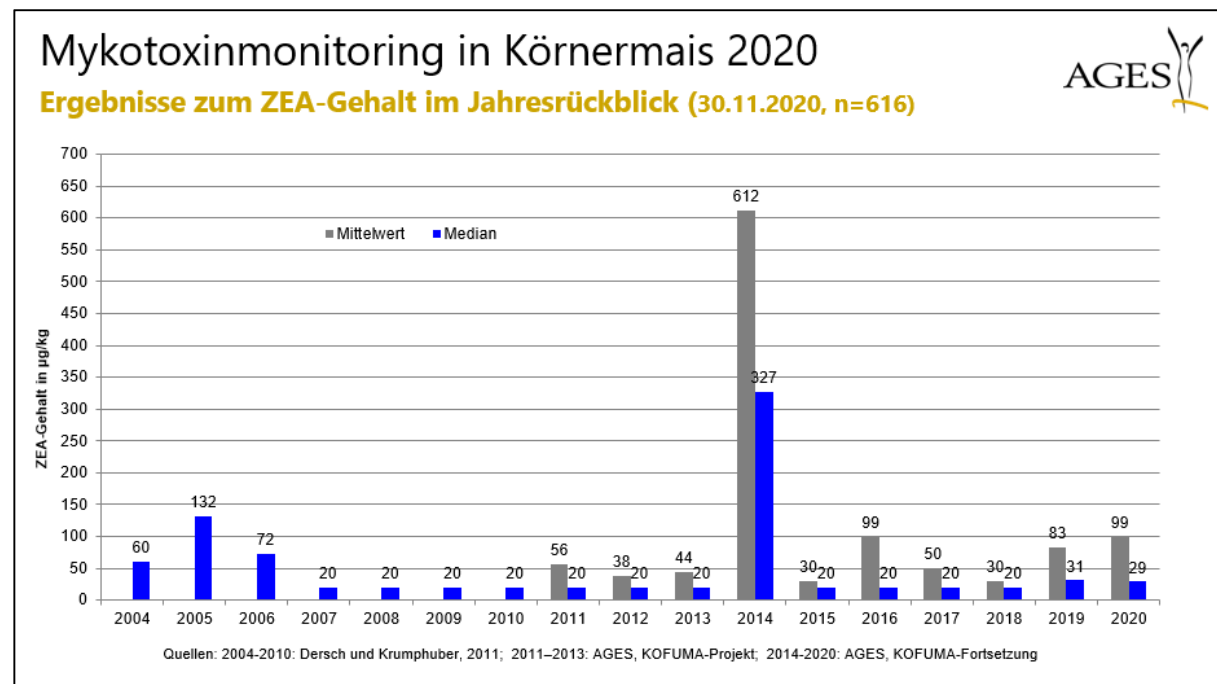


Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren

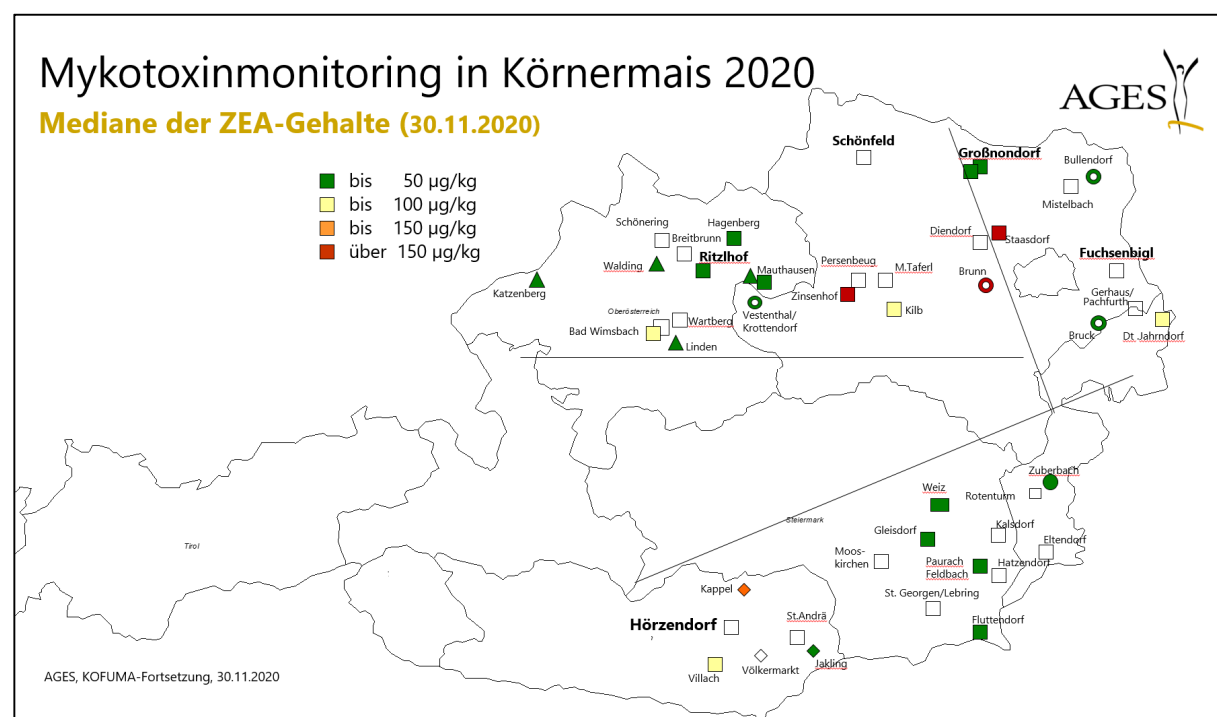


Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2020

Die regionale Verteilung zeigt im Gegensatz zu Deoxynivalenol überall eine wesentlich entspanntere Situation. Im Nordalpinen Feuchtgebiet wurden an zwei Standorten (Zinsenhof, NÖ; Brunn, NÖ) Medianwerte über 150 µg/kg erreicht. Im Pannonikum liegen mit Ausnahme von zwei Standorten (Staasdorf, NÖ; Deutsch Jahrndorf, Bgld) alle standortsspezifischen ZEA-Gehalte bei Werten bis 50 µg/kg. Im Illyrikum wurde ein Medianwert bis 100 µg/kg in Villach und ein Medianwert bis 150 µg/kg in Kappel festgestellt.

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

Anbaugebiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
2016							
Nordalpin	355	92	58	126	20	20	20
Pannonikum	147	98	-6	202	20	20	20
Illyrikum	151	118	84	151	20	20	28
2017							
Nordalpin	358	51	44	57	20	20	22
Pannonikum	94	25	19	30	20	20	20
Illyrikum	193	62	53	72	33	24	42
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	300	102	82	122	28	21	42
Pannonikum	150	114	77	152	20	20	39
Illyrikum	166	78	61	95	36	27	43

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2020, 30.11.2020

Unter den gebietsspezifischen Ergebnissen wurden für das Nordalpine Feuchtgebiet und das Illyrikum Medianwerte über der Nachweisgrenze festgestellt, der Medianwert für das Pannonikum liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Die Mittelwerte bewegen sich zwischen 78 µg ZEA/kg für das Illyrikum und 114 µg ZEA/kg für das Pannonikum.

In allen drei Regionen liegen etwa 60% der Proben in der niedrigsten Gehaltsklasse bis 50 µg ZEA/kg. Im Nordalpinen Feuchtgebiet weisen 7,0 % der Proben ZEA-Gehalte über 350 µg/kg auf, im Pannonikum und 8,0 % und im Illyrikum 3,6 %.

Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2020 nach steigenden ZEA-Gehalten

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2020						
ZEA: Probenverteilung in % nach Gehaltsklassen						
ZEA	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
in µg/kg	N=300	N=150	N=166	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=616)
bis 50	60,3	61,3	62,7	61,2	61,2	377
51-100	13,3	16,0	15,1	14,4	75,6	89
101-150	8,7	4,7	9,0	7,8	83,4	48
151-200	4,3	4,0	4,8	4,4	87,8	27
201-250	2,7	5,3	2,4	3,2	91,1	20
251-300	1,3	0,7	2,4	1,5	92,5	9
301-350	2,3	0,0	0,0	1,1	93,7	7
>350	7,0	8,0	3,6	6,3	100,0	39

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2020, 30.11.2020

2.1.3 Fumonisingehalte

Die Ergebnisse der FUM-Analysen blieben unauffällig. Der Gesamtmittelwert der insgesamt 360 Proben (305 µg/kg) und die regionalen Mittelwerte (257 bis 392 µg/kg) liegen niedriger 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 1 Probe weist einen FUM-Gehalt über 2.000 µg/kg auf.

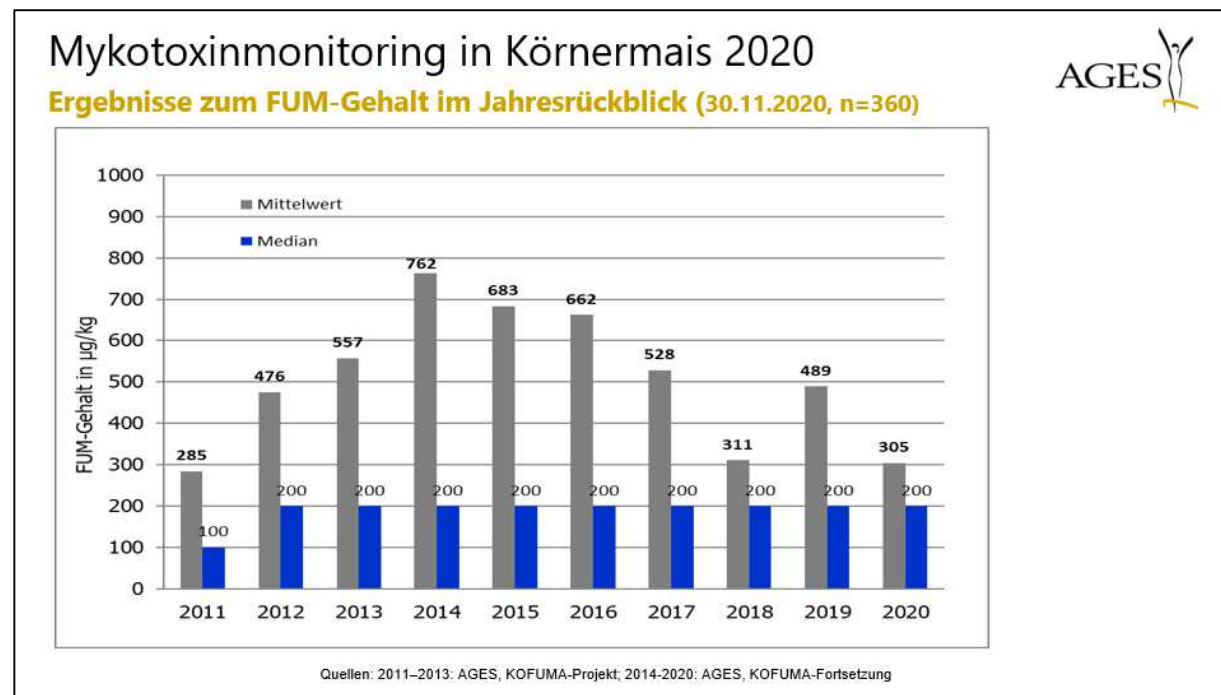


Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren

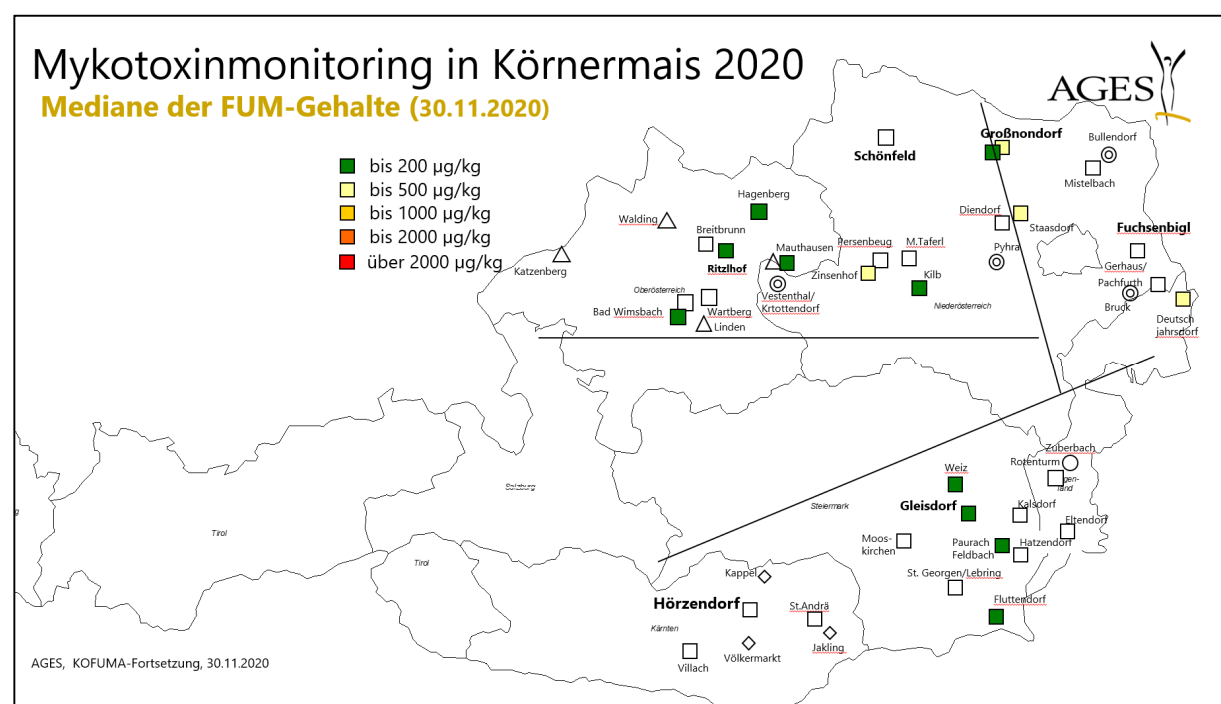


Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2020 im Körnermaisgebiet

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

Anbauggebiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
2016							
Nordalpin	168	430	314	546	200	200	200
Pannonikum	79	765	525	1005	200	200	200
Illyrikum	100	903	610	1197	200	200	200
2017							
Nordalpin	135	708	571	846	342	200	500
Pannonikum	75	465	357	573	200	200	259
Illyrikum	105	341	264	417	200	200	200
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	151	257	229	285	200	200	200
Pannonikum	104	392	327	457	221	200	305
Illyrikum	105	289	246	331	200	200	200

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2020, 30.11.2020

Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2020 nach Fumonisingehalten

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2020						
FUM: Probenverteilung in % nach Gehaltsklassen						
FUM	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
in µg/kg	N=151	N=104	N=105	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=360)
bis 500	91	78	87	86,1	86,1	310
501-1000	7	15	10	10,6	96,7	38
1001-1500	1	5	3	2,8	99,4	10
1501-2000	0	1	0	0,3	99,7	1
2001-2500	0	1	0	0,3	100,0	1
2501-3000	0	0	0	0,0	100,0	0
3001-3500	0	0	0	0,0	100,0	0
3501-4000	0	0	0	0,0	100,0	0
>4000	0	0	0	0,0	100,0	0

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2020, 30.11.2020



2.1.4 Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte

Die Analyse auf Aflatoxine, Ochratoxin A sowie der Summe an T-2/HT-2-Toxin wurde an standortsspezifischen Mischproben durchgeführt. Aus dem Mahlgut der sortenspezifischen Einzelproben eines Versuches wurde eine kleine aliquote Menge entnommen und zu standortsspezifischen Mischproben vereinigt.

Aflatoxine konnten an keinem der Standorte in nachweisbarer Menge festgestellt werden. Dasselbe gilt auch bei der Mehrzahl der Standorte für T-2/HT-2-Toxin und Ochratoxin A.

Im Nordalpinen Feuchtgebiet wurde nur an einem der 18 Standorte ein T-2/HT-2-Toxin-Gehalt über der Bestimmungsgrenze (Schönfeld, NÖ: 53 µg/kg) festgestellt und im Pannonikum an zwei von acht Standorten (Fuchsenbigl, NÖ: 27 µg/kg; Bruck a.d. Leitha, NÖ: 49 µg/kg). Auch im Illyrikum traten nur an zwei von 17 Standorten T-2/HT-2-Toxin-Gehalte über der Bestimmungsgrenze auf (Zuberbach, Bgld: 28 µg/kg; Villach, Ktn: 40 µg/kg) auf. Die Mykotoxine T-2/HT-2-Toxin können unter anderem von *Fusarium sporotrichioides* gebildet werden.

Hinsichtlich der Ochratoxin A-Gehalte kann man festhalten, dass sowohl im Nordalpinen Feuchtgebiet (Mauthausen, OÖ: 3,21 µg/kg) als auch im Pannonikum (Großnondorf, NÖ: 2,32 µg/kg) jeweils nur an einem Standort ein Wert über der Bestimmungsgrenze vorliegt. Die restlichen Werte liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Im Illyrikum wurden an vier von 17 Standorten Werte zwischen 2,41 und 3,04 µg/kg (Mooskirchen, Stmk; Hatzendorf, Stmk; Fluttendorf, Stmk; Eltendorf, Bgld) festgestellt. Ochratoxin A auf Getreide 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).

Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2020

Region		Versuchsort/Versuche	Aflatoxin B1+B2+G1+G2 µg/kg	T-2 + HT-2 Toxin µg/kg	Ochratoxin A µg/kg
Nordalpines Feuchtgebiet	WP2	Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG I	<N	<N	<N
	WP2	Wartberg, OÖ, RG I	<N	<B	<N
	WP2	Schönfeld, NÖ, RG I	<N	53	<N
	WP2	Mauthausen, OÖ, RG I	<N	<N	<N
	WP2	Kilb, NÖ, RG I	<N	<N	<N
	WP2	Hagenberg, OÖ, RG I	<N	<N	<N
	WP2	Zinsenhof, NÖ, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Persenbeug, NÖ, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Breitbrunn, OÖ, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Ritzlhof, OÖ, RG III	<N	<N	<N
	WP2	Diendorf, NÖ, RG III	<N	<N	<N
	LKNÖ	Krottendorf, NÖ	<N	<N	<N
	LKNÖ	Brunn-LFS Phyra, NÖ	<N	<N	<N
	LKOÖ	Walding, OÖ	<N	<N	<N
	LKOÖ	Mauthausen, OÖ	<N	<N	3,21
	LKOÖ	Katzenberg, OÖ	<N	<N	<N
	LKOÖ	Linden, OÖ	<N	<N	<N
Pannonikum	WP2	Großnondorf, NÖ, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Großnondorf, NÖ, RG III	<N	<N	2,32
	WP2	Staasdorf, NÖ, RG III	<N	<N	<N
	WP2	Pachfurt, Bgld, RG IV	<N	<N	<N
	WP2	Fuchsenbigl, NÖ, RG IV	<N	27	<N
	WP2	Deutsch Jahrndorf, Bgld, RG IV	<N	<N	<N
	LKNÖ	Bullendorf, NÖ	<N	<B	<N
	LKNÖ	Bruck a.d. Leitha, NÖ	<N	49	<N
Illyrikum	WP2	St. Andrä im Lavanttal, Ktn, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Weiz, Stmk, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Hörzendorf, Ktn, RG II	<N	<N	<N
	WP2	Mooskirchen, Stmk, RG III	<N	<B	2,5
	WP2	Kalsdorf, Stmk, RG III	<N	<N	<N
	WP2	Gleisdorf, Stmk, RG III	<N	<B	<N
	WP2	Grafenstein, Stmk, RG III	<N	<N	<N
	WP2	Rotenturm, Bgld, RG III	<N	<B	<N
	WP2	St. Georgen, Stmk, RG IV	<N	<N	<N
	WP2	Hatzendorf, Stmk, RG IV	<N	<N	3,04
	WP2	Fluttendorf, Stmk, RG IV	<N	<N	2,41
	WP2	Feldbach, Stmk, RG IV	<N	<B	<N
	WP2	Eltendorf, Bgld, RG IV	<N	<N	2,63
	LKBgld	Zuberbach, Bgld	<N	28	<N
	LKKtn	Jakling, Ktn	<N	<N	<N
	LKKtn	Villach, Ktn	<N	40	<N
	LKKtn	Kappel am Krappfeld, Ktn	<N	<N	<N

WP2 ... Sortenwertprüfung, 2. Prüfwahl

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 2020 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 14) 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.

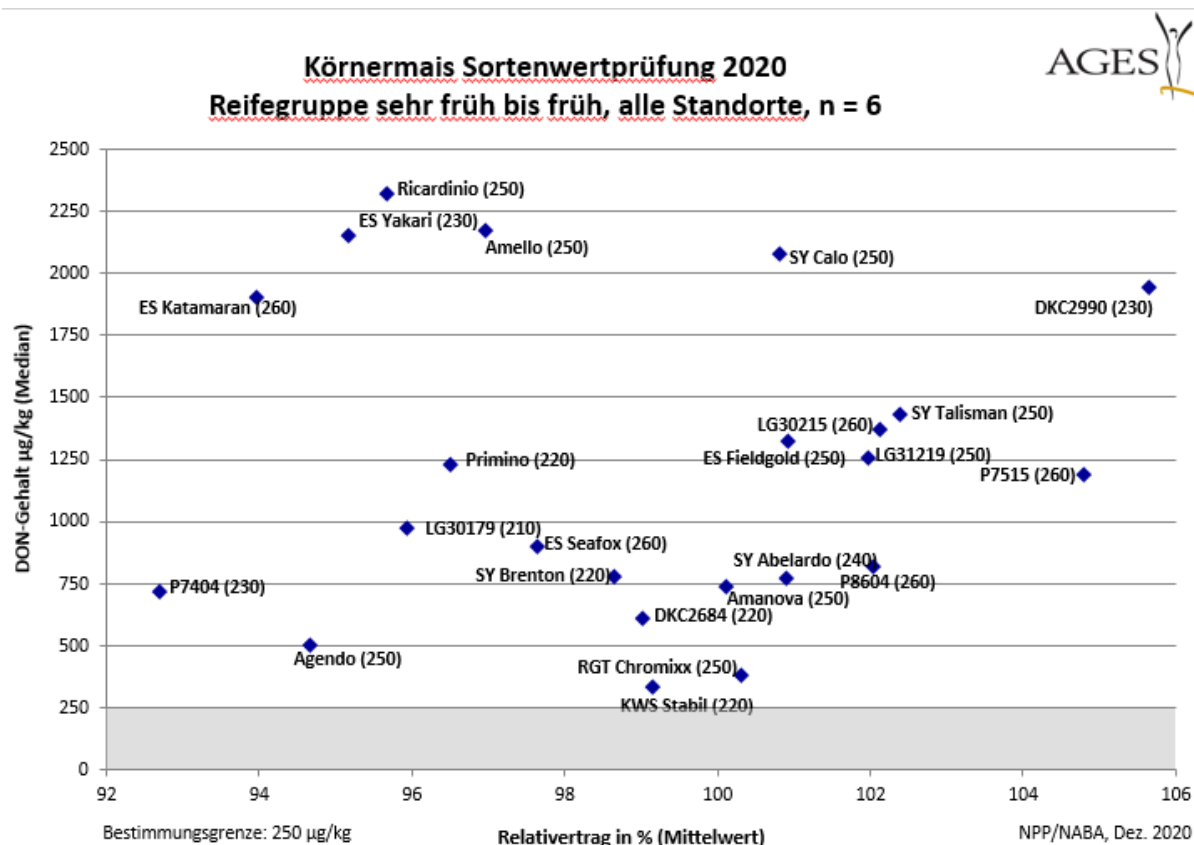


Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte

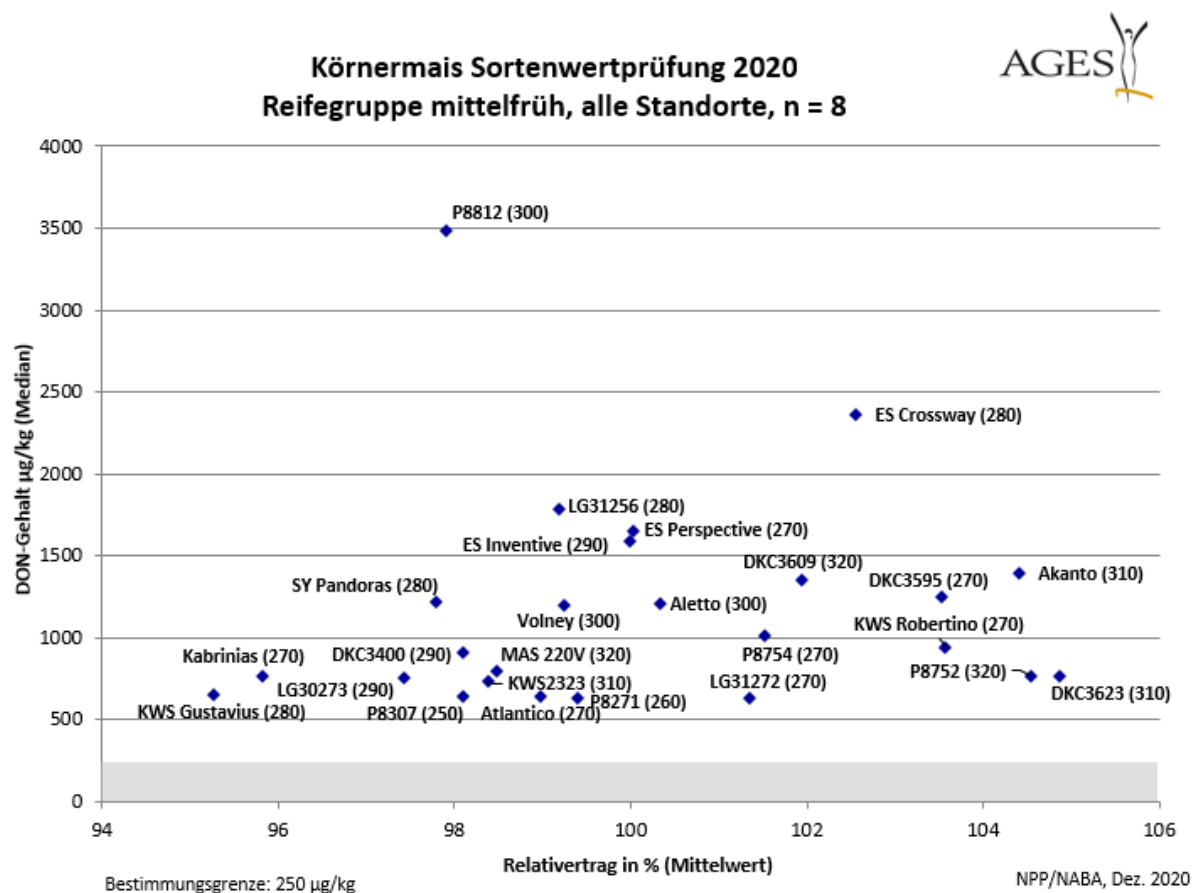


Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte

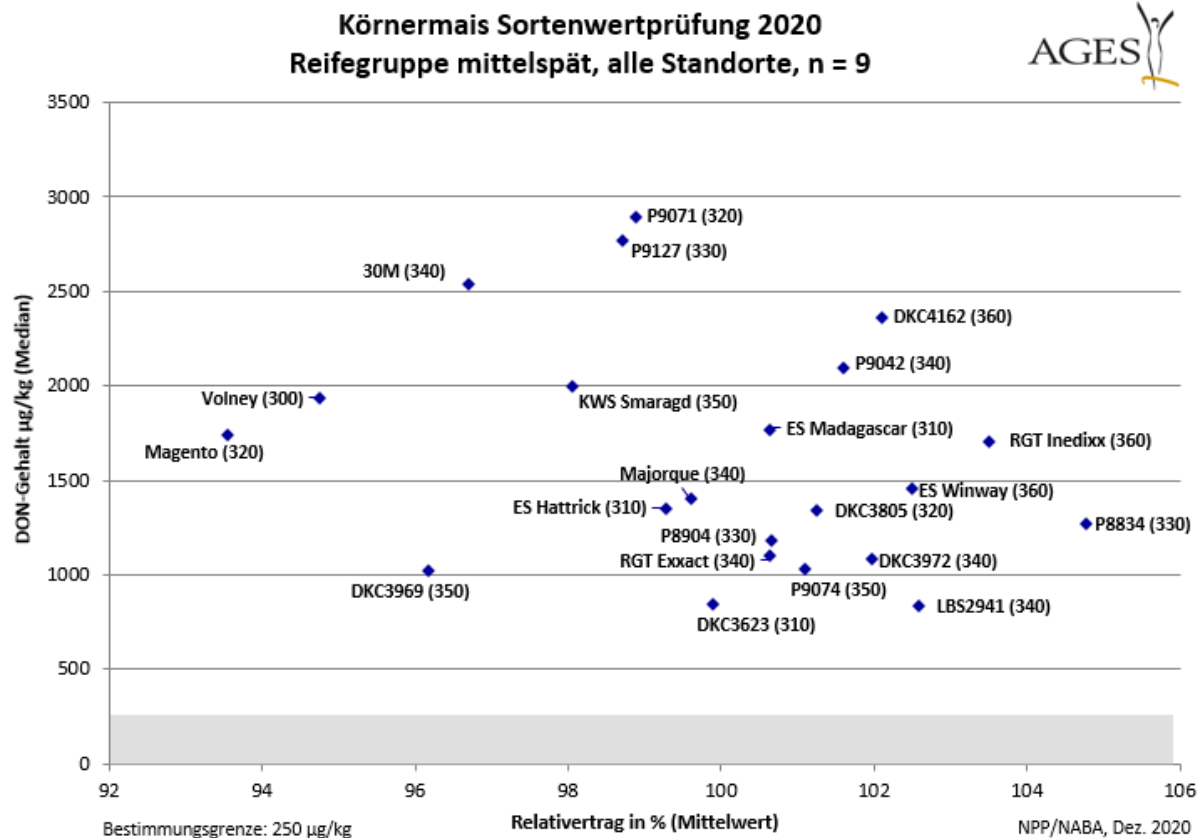


Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte

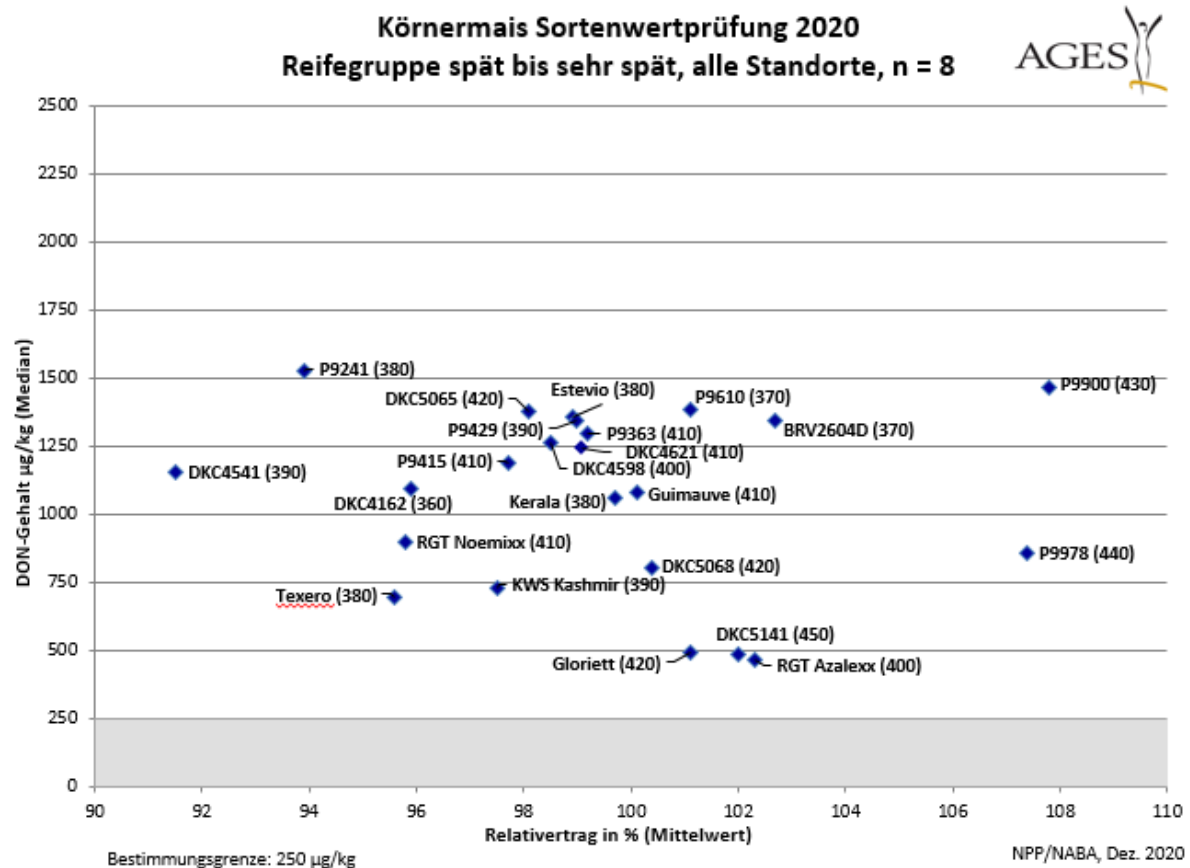


Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte

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.

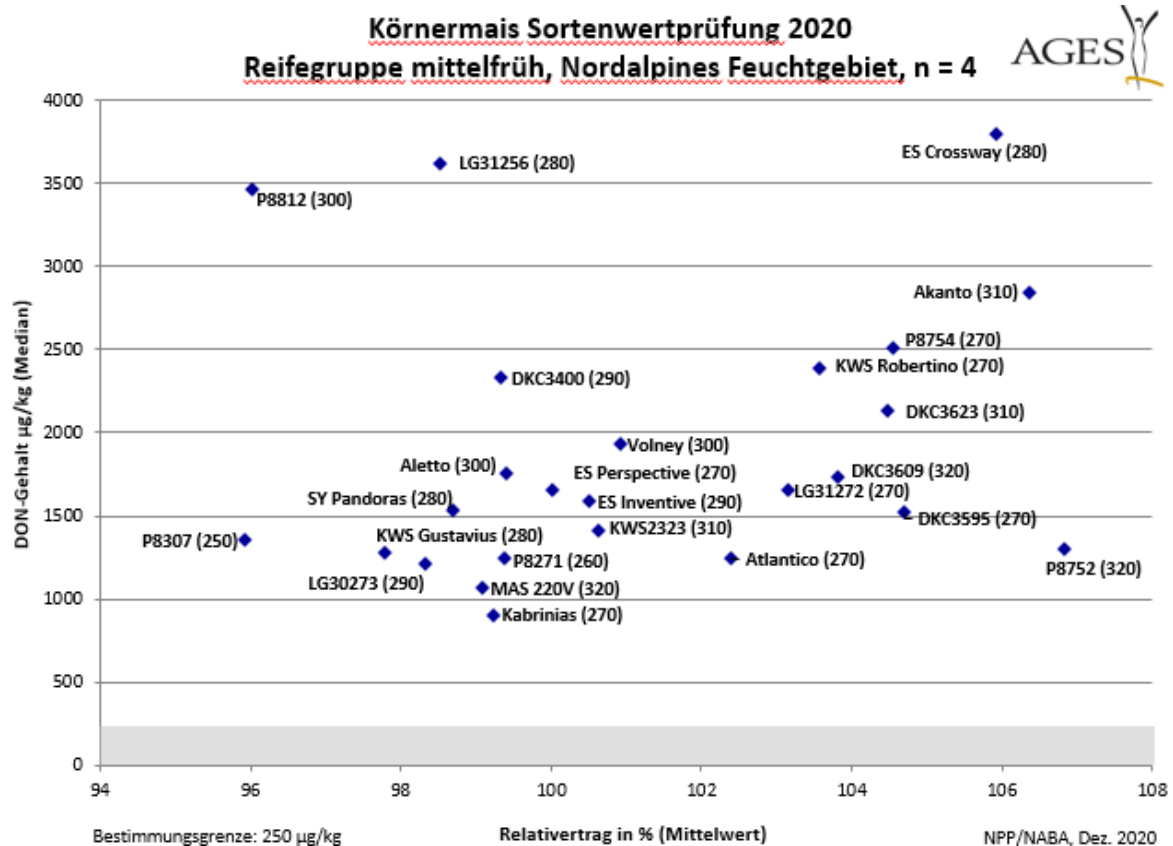


Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet

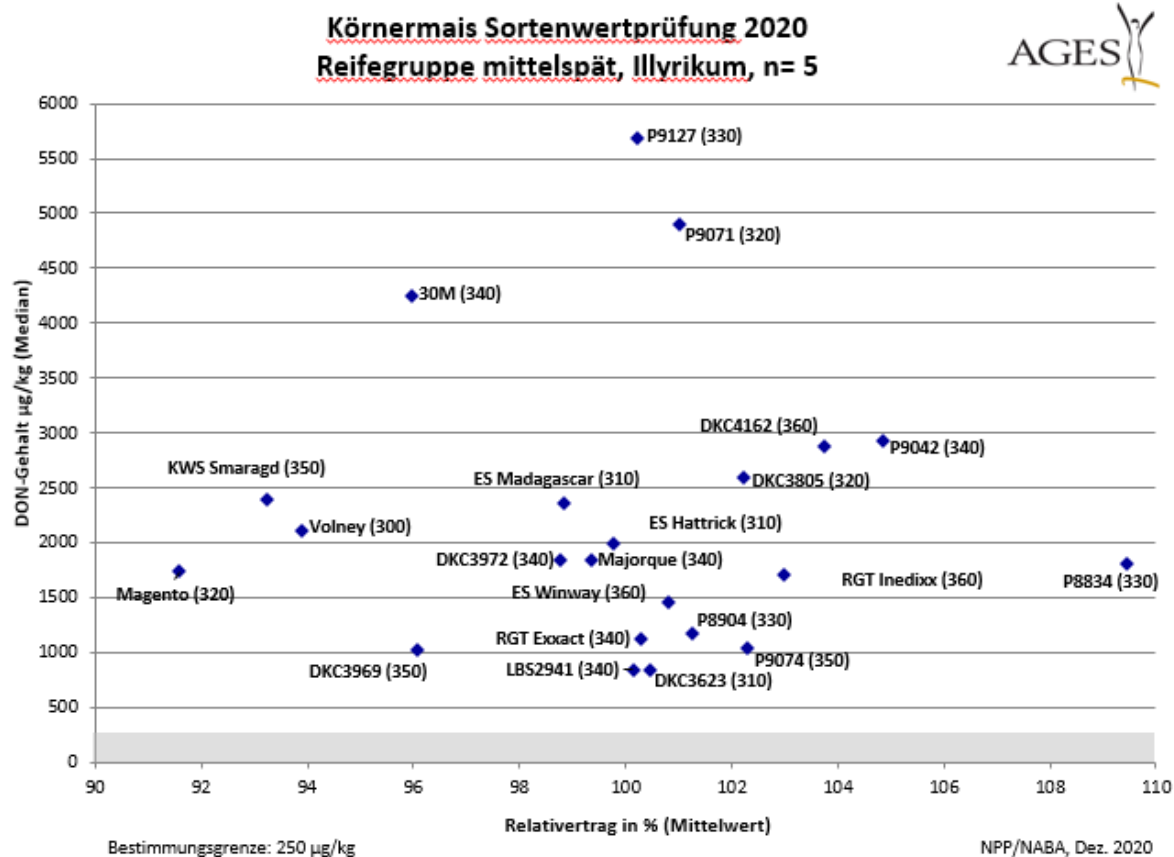


Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum

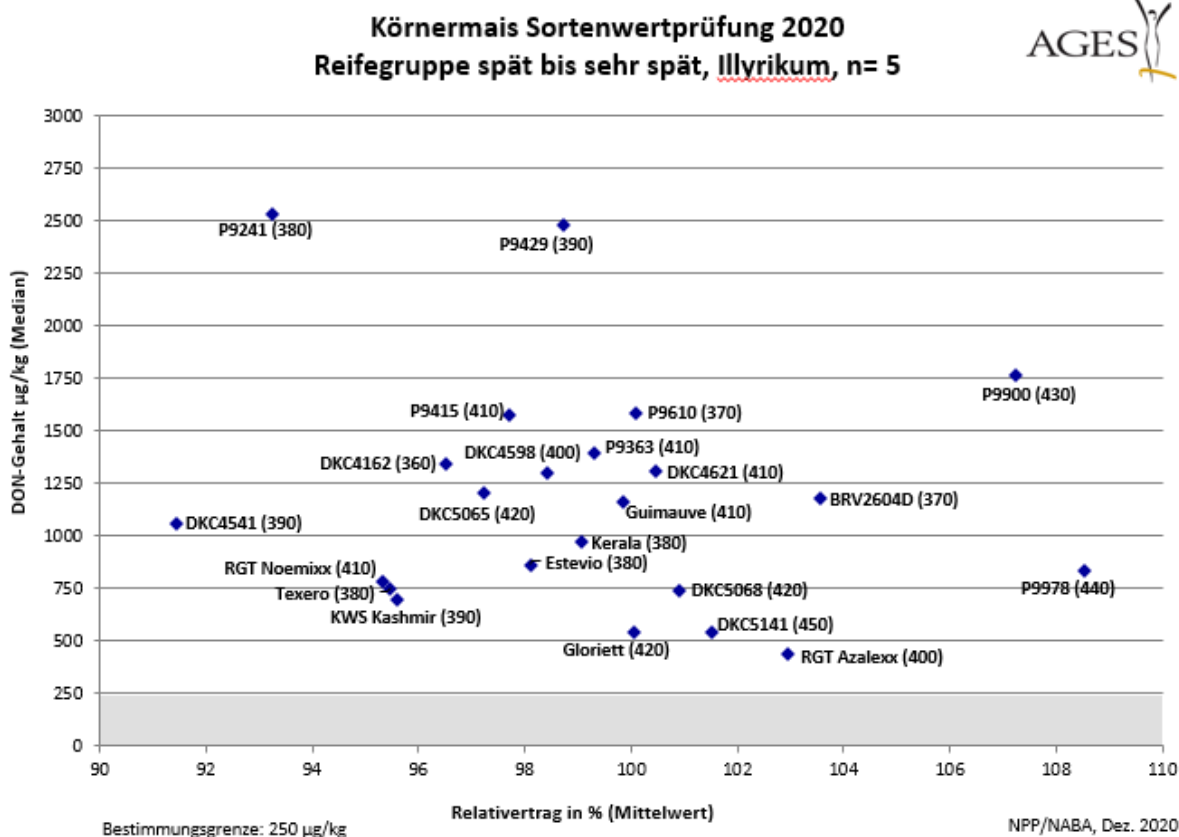


Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum

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 2020 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2020

Zearalenon	Reifegruppe sehr früh bis früh (n=3)		Reifegruppe mittelfrüh (n=3)		Reifegruppe mittelspät (n=4)		Reifegruppe spät bis sehr spät (n= 3)	
	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ
Bis 50 µg/kg	DKC 2684	220	P8307	250	Volney	300	P9610	370
	KWS Stabil	220	P8271	260	DKC3623	320	Estevio	380
	SY Brenton	220	DKC3595	270	DKC3805	320	Kerala	380
	P7404	230	ES Perspective	270	Magento	320	Texero	380
	Agendo	250	Kabrinias	270	P8834	330	P9429	390
	Amanova	250	KWS Robertino	270	P8904	330	DKC4598	400
	RGT Chromixx	250	LG31272	270	DKC3972	340	RGT Azalexx	400
	SY Talisman	250	P8754	270	Majorque	340	DKC4621	410
	ES Seafox	260	BRV2138B	280	P9042	340	Guimauve	410
			ES Crossway	280	RGT Exxact	340	P9415	410
			KWS Gustavius	280	DKC3969	350	RGT Noemixx	410
			SY Pandoras	280	ES Winway	360	DKC5068	420
			DKC3400	290	RGT Inedixx	360	Gloriett	420
			LG30273	290			P9900	430
			ES Inventive	300			P9978	440
			Volney	300			DKC5141	450
			Akanto	310				
			KWS 2323	310				
			DKC3609	320				
			DKC3623	320				
			MAS 220V	320				
Bis 100 µg/kg	LG30179	210	Atlantico	270	ES Hattrick	310	BRV2604D	370
	Primino	220	LG31256	280	30M	340	P9241	380
	ES Yakari	230	Aletto	300	LSB2941	340	KWS Kashmir	390
	SY Abelardo	240	P8752	320	KWS Smaragd	350	P9363	410
	Amello	250					DKC5065	420
	LG31219	250						
	ES Katamaran	260						
	P7515	260						
Bis 350 µg/kg	DKC2990	230			ES Madagaskar	310	DKC4162	360
	ES Fieldgold	250			P9127	330	DKC4541	390
	Ricardinio	250			P9074	350		
	SY Calo	250			DKC4162	360		
	LG30215	260				-		
	P8604	260						
Über 350 µg/kg	-	-	P8812	300	P9071	320	-	-

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).

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 2020 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2020

Fumonisine	Reifegruppe sehr früh bis früh (n=3)		Reifegruppe mittelfrüh (n=3)		Reifegruppe mittelspät (n=4)		Reifegruppe spät bis sehr spät (n=3)	
	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ
Bis 500 µg/kg	LG30179	210	P8307	250	Volney	300	DKC4162	360
	DKC 2684	220	P8271	260	ES Hattrick	310	BRV2604D	370
	KWS Stabil	220	Atlantico	270	ES Madagaskar	310	P9610	370
	Primino	220	DKC3595	270	DKC3623	320	Estevio	380
	SY Brenton	220	ES Perspective	270	DKC3805	320	Kerala	380
	ES Yakari	230	Kabrinias	270	Magento	320	P9241	380
	P7404	230	KWS Robertino	270	P9071	320	Texero	380
	SY Abelardo	240	LG31272	270	P8834	330	DKC4541	390
	Agendo	250	BRV2138B	280	P8904	330	KWS Kashmir	390
	Amanova	250	ES Crossway	280	P9127	330	P9429	390
	Amello	250	KWS Gustavius	280	30M	340	DKC4598	400
	ES Fieldgold	250	LG31256	280	DKC3972	340	RGT Azalexx	400
	LG31219	250	SY Pandoras	280	LSB2941	340	DKC4621	410
	RGT Chromixx	250	DKC3400	290	Majorque	340	Guimauve	410
	Ricardinio	250	LG30273	290	P9042	340	P9415	410
	SY Calo	250	Aletto	300	RGT Exxact	340	DKC5065	420
	SY Talisman	250	ES Inventive	300	DKC3969	350	DKC5068	420
	ES Katamaran	260	P8812	300	KWS Smaragd	350	Gloriett	420
	ES Seafox	260	Volney	300	P9074	350	P9978	440
	LG30215	260	Akanto	310	DKC4162	360	DKC5141	450
	P7515	260	KWS 2323	310	ES Winway	360		
	P8604	260	DKC3609	320	RGT Inedixx	360		
			MAS 220V	320				
			P8752	320	-			
Bis 1000 µg/kg	DKC2990	230	DKC3623	320			P9363	410
							RGT Noemixx	410
							P9900	430
Bis 2000 µg/kg	-		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, FUM und T-2/HT-2-Toxin 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>Fumonisin</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 2020	4
Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren.....	7
Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2020.....	8
Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren	10
Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2020.....	10
Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren	13
Abbildung 7: Verteilung der Fumonisiergehalte 2020 im Körnermaisgebiet	13
Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte.....	18
Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte	18
Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte.....	19
Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte.....	19
Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet	20
Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum.....	21
Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2020 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum	21

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2020, WP2.....	3
Tabelle 2: Körnermaisproben 2020 der Landwirtschaftskammern	3
Tabelle 3: Nachweisgrenzen (NG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2020 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 2020 nach steigenden DON-Gehalten.....	9
Tabelle 6: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der ZEA-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....	11
Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2020 nach steigenden ZEA-Gehalten	12
Tabelle 8: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der FUM-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....	14
Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2020 nach Fumonisiergehalten	14
Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2020	16
Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2020	22
Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2020	23
Tabelle 13: Grenzwerte für DON, ZEA und FUM und AFLA in Mais in Lebensmitteln gemäß VO (EG) 1881/2006 idgF (Stand 11.12.2020)	24
Tabelle 14: Richtwerte von DON, ZEA, FUM und T-2/HT-2-Toxin in Futtermitteln gemäß Empfehlung 576/2006/EG bzw. Höchstwerte für Aflatoxine gemäß RL 2002/32/EG idgF (Stand 11.12.2020)	25

6 Literaturverzeichnis

- AGES (Hrsg.), 2020: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2020 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2020, 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 (576/2006/EG) vom 17. August 2006 betreffend das Vorhandensein von Deoxynivalenol, Zearalenon, Ochratoxin A, T-2- und HT-2-Toxin sowie Fumonisinen 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, 2007: Verordnung (EG) Nr. 1126/2007 der Kommission vom 28. September 2007 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln hinsichtlich Fusarientoxinen in Mais und Maiserzeugnissen. Amtsblatt der Europäischen Union. L 255/14.
- 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, 2020: www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell