

Monitoringprogramm für Mykotoxine in Körnermais 2021

2. Zwischenbericht

Datenstand: Dezember 2021

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 Julia Kauschitz¹⁾, Drⁱⁿ Elisabeth Reiter¹⁾, DI Klemens Mechtler¹⁾, 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 2021	3
1.1	Probenumfang 2021	3
1.2	Parameter und Analysenmethoden	4
1.3	Analysentätigkeit 2021.....	5
1.4	Anmerkungen zur Datenauswertung	5
1.5	Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung	5
1.6	Witterungsverlauf im Maisjahr 2021	5
2	Ergebnisse 2021	7
2.1	Mykotoxingehalte 2021 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.....	27

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 2021

1.1 Probenumfang 2021

Bis auf die beiden Frühdruschversuche in Mauthausen (OÖ, 20. Sept.) und Schönering (OÖ, 14. Sept.) wurden alle anderen WP-Standorte zwischen 6. Oktober und 3. November geerntet. Die Versuchstandorte sowie Sorten- und Probenanzahl sind in den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 zusammengefasst.

Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2021, WP2

Ertragsversuche Reifegruppen	Sorten	Orte	Proben	Standorte
Sehr früh bis früh	26	7	182	OÖ: Bad Wimsbach, Hagenberg, Mauthausen, Schönering, Wartberg; NÖ: Kilb, Maria Taferl, 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; Bgl: Rotenturm a.d. Pinka; Stmk: Gleisdorf, Kalsdorf, Mooskirchen; Ktn: Grafenstein
Mittelspät bis sehr spät	29	8	232	NÖ: Fuchsenbigl, Großharras; Bgl: Dr. Jahndorf, Pachfurth, Eltendorf; Stmk: Feldbach, Fluttendorf, Hatzendorf, St. Georgen;
Summe	110	32	879	

Tabelle 2: Körnermaisproben 2021 der Landwirtschaftskammern

Streifenversuche Landwirtschafts- kammern	Sorten	Orte	Proben	Standorte
Burgenland	18	1	18	Zuberbach
Kärnten	46	4	61	St. Paul/Lavanttal, Völkermarkt, Kappel, Villach
Niederösterreich	47	4	88	Bruck a. d. Leitha, Brunn, Bullendorf Haag/Krottendorf
Oberösterreich	43	5	105	Katzenberg, Linden, Mauthausen, Walding, Hofkirchen im Traunkreis
Summe	-	14	272	
Steiermark	25 29	1 (RG3) 2 (RG4)	AGES	Betreuung von 3 AGES-Standorten (Feldbach, Mooskirchen und St.Georgen)

Der WP2-Versuch in Schönering (OÖ) wurde nicht beprobt, der Versuch an dem Standort Deutsch Jahrendorf ist 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 (32 im Jahr 2021) ergeben gemeinsam mit den Versuchssorten der Landwirtschaftskammern (14 im Jahr 2021) ein flächendeckendes und dichtes Netz an Prüforten für die Mykotoxinanalysen (Abb. 1).

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2021

Übersicht der Versuchsorte

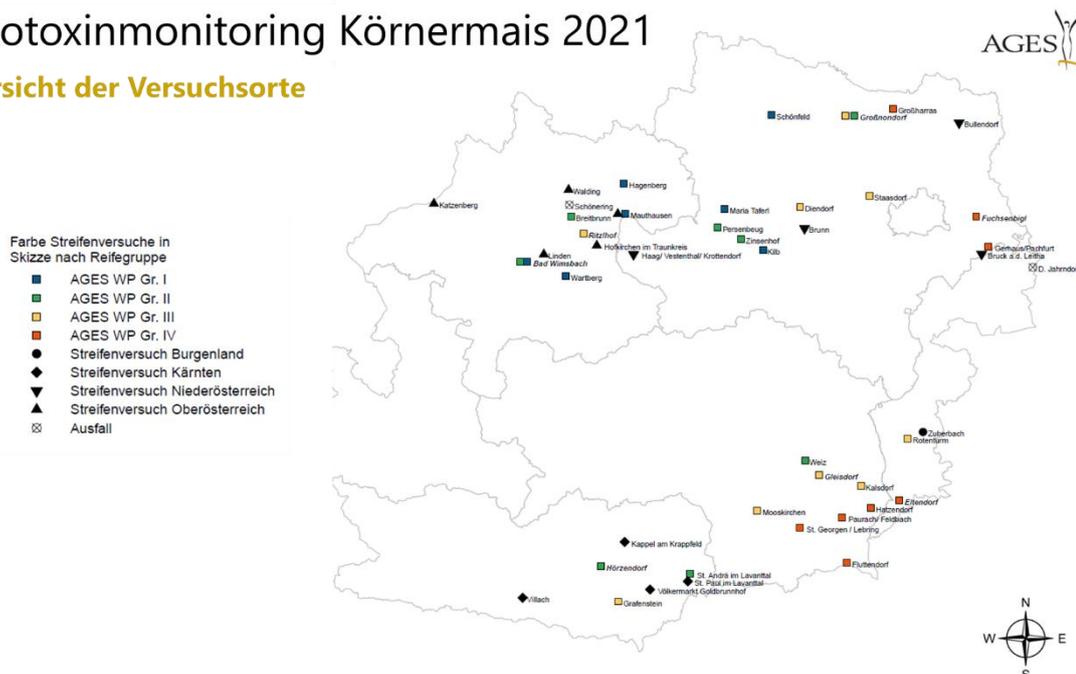


Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2021

1.2 Parameter und Analysemethoden

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 2021 eingesetzten ELISA-Test-Kits

Mykotoxin	NG ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	BG ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
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 2021

Aus der Versuchsernte 2021 wurden insgesamt 1151 sortenspezifische Proben auf Deoxynivalenol, 716 auf Zearalenon und 444 auf Fumonisine untersucht. Weitere 45 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 2021

Der April war im Gesamten deutlich kühler (österreichweit $-2,3^{\circ}\text{C}$ im Vergleich zum langjährigen Mittel) und sehr trocken (österreichweit -46% des langjährigen Niederschlags). Die kühlere Mai-Witterung brachte eine Verlagerung der Maiskolbenblüte um etwa 10 Tage in die zweite Julidekade mit sich. Der Juni zeigte sich flächendeckend sehr heiß und trocken (österreichweit -38% des langjährigen Niederschlags). Im Juli entsprach die Temperatur im Westen Österreichs in etwa dem langjährigen Mittel, im Gebiet von Unterkärnten über weite Teile der Steiermark bis zum Burgenland und dem Weinviertel war es hingegen wärmer ($+1,5$ bis $1,9^{\circ}\text{C}$ im Vergleich zum langjährigen Mittel). Hinsichtlich der Niederschlagsmengen zeigte sich der Juli im Süden und Südosten Österreichs trocken (-20 bis -50% des langjährigen Niederschlags), ansonsten gab es überdurchschnittlich viel Regen. Der August war flächendeckend kühler ($-1,3^{\circ}\text{C}$ im Vergleich zum langjährigen Mittel) und es waren im

Vergleich zum langjährigen Mittel erhöhte Niederschlagsmengen (österreichweit +15%) zu verzeichnen. Allerdings hielt die bereits vorherrschende trockene Witterung im Süden und Südosten Österreichs stellenweise bis in die zweite Augushälfte an. Nach einem im Vergleich zum langjährigen Mittel wärmeren und sehr trockenen (-52% des langjährigen Niederschlags) September, zeigte sich der Oktober hinsichtlich der Temperatur kühler (österreichweit -0,7°C im Vergleich zum langjährigen Mittel). Die niederschlagsarmen Verhältnisse des Septembers setzten sich auch im Oktober flächendeckend für ganz Österreich fort (-47% des langjährigen Niederschlags). Die Maisernte verlagerte sich im heurigen Jahr in manchen Regionen auf Ende Oktober bis Mitte November (ZAMG 2021).

2 Ergebnisse 2021

2.1 Mykotoxingehalte 2021 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet

2.1.1 Deoxynivalenolgehalte der Haupternte

Die Belastung mit Deoxynivalenol liegt im heurigen Jahr 2021 mit einem Jahresmedianwert von 369 µg/kg und einem Jahresmittelwert von 568 µg/kg deutlich niedriger als in den letzten beiden Jahren. Die DON-Ergebnisse aus 2021 stellen die zweitniedrigsten Werte der letzten fünf Jahre dar.

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2021

Ergebnisse zum DON-Gehalt im Jahresrückblick (14.12.2021, n=1151)

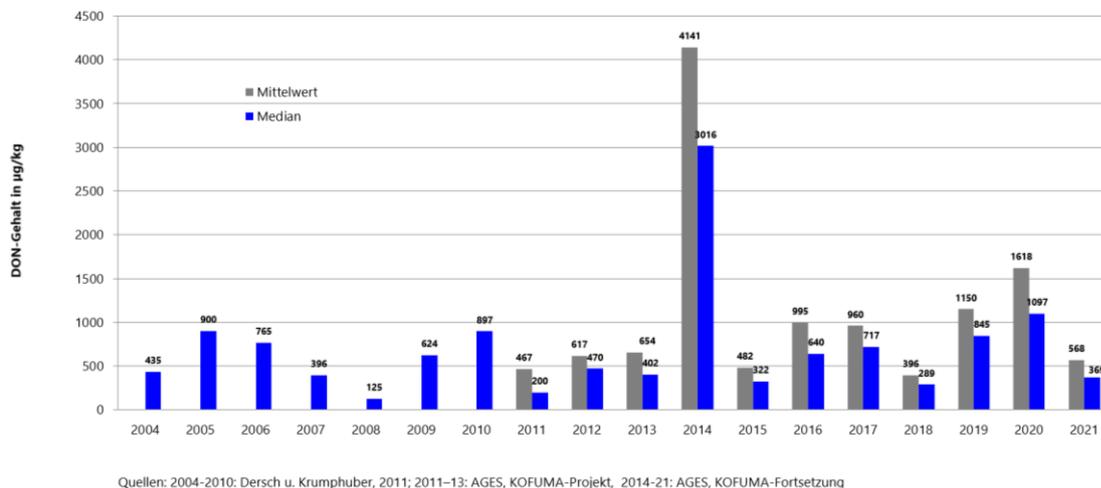


Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren

In der nachfolgenden Abbildung 3 ist die geografische Verteilung der Mykotoxinbelastung hinsichtlich Deoxynivalenol für 2021 dargestellt. Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die DON-Gehalte gemessen am standortspezifischen Median bei 11 von 20 Standorten zwischen 201 bis 500 µg/kg, bei fünf weiteren Standorten zwischen 501 und 900 µg/kg und bei drei Standorten über 900 µg/kg. Nur an einem Standort im Nordalpinen Feuchtgebiet (Katzenberg) liegt der DON-Gehalt (Median) unter der Nachweisgrenze. Im Pannonikum weisen die Hälfte der Standorte DON-Gehalte (Mediane) zwischen 201 und 500 µg/kg auf, zwei Standorten weisen DON-Gehalte (Mediane) zwischen 501 und 900 µg/kg auf. Auch im Illyrikum liegen die DON-Medianwerte bei der Hälfte der Standorte zwischen 201 und 500 µg/kg und bei vier weiteren Standorten zwischen 501 und 900 µg/kg. Bei den übrigen fünf Standorten liegen die DON-Gehalte (Mediane) unter der Nachweisgrenze.

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2021



Ergebnisse zum DON-Gehalt im Jahresrückblick (14.12.2021, n=1151)

Mediane der DON-Gehalte

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

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

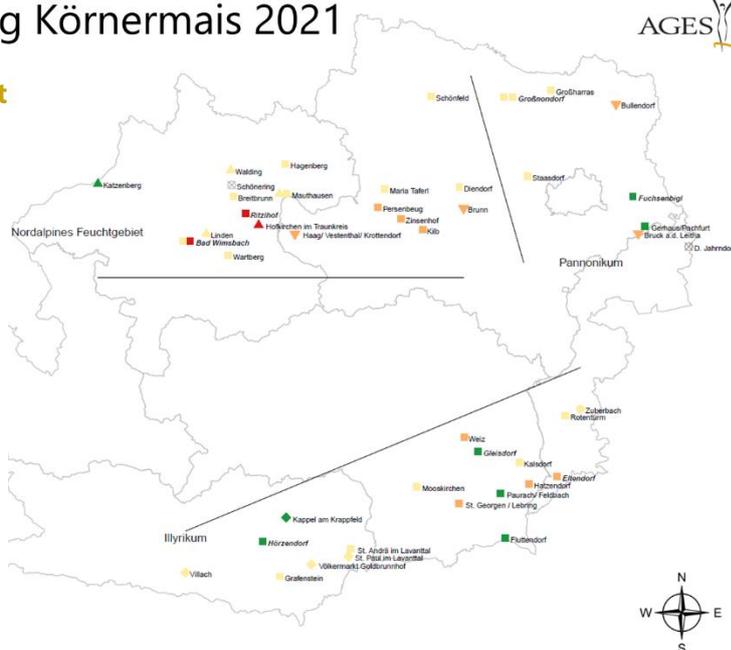


Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2021

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

Anbaugesamt	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
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	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	482	713	648	777	483	446	530
Pannonikum	230	426	383	470	298	259	318
Illyrikum	439	484	441	527	304	271	345

Die regionalen DON-Medianwerten liegen im Nordalpinen Feuchtgebiet bei 483 µg/kg, im Pannonikum bei 298 µg/kg und im Illyrikum bei 304 µg/kg. Die Werte für das Nordalpine Feuchtgebiet und Pannonikum stellen die zweitniedrigsten DON-Medianwerte der letzten fünf Jahre dar. Der regionale DON-Medianwert für das Illyrikum liegt im heurigen Jahr deutlich niedriger als in den letzten beiden Jahren und stellt den niedrigsten Wert der letzten fünf Jahre dar.

Im Pannonikum und Illyrikum entfallen die meisten Proben auf die niedrigste Gehaltsklasse (bis 250 µg/kg), im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die meisten Proben in der Gehaltsklasse 251-500 µg/kg. Über alle drei Anbauregionen entfallen 77,5 % oder 892 aller Proben auf die drei niedrigsten Gehaltsklassen bis 750 µg/kg.

Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2021 in % nach DON-Gehaltsklassen

DON in µg/kg	Nordalpines Feuchtgebiet N=482	Pannonikum N=230	Illyrikum N=439	alle Anbauregionen		
				Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=1151)
bis 250	21,8	39,1	41,2	32,7	32,7	376
251-500	30,3	33,9	30,1	30,9	63,6	356
501-750	17,8	11,7	10,7	13,9	77,5	160
751-1000	10,4	10,0	8,2	9,5	87,0	109
1001-1250	7,7	2,2	3,4	5,0	91,9	57
1251-1500	3,9	1,7	2,7	3,0	95,0	35
1501-1750	1,0	0,4	1,4	1,0	96,0	12
1751-2000	2,1	0,4	0,2	1,0	97,0	12
2001-3000	2,3	0,4	1,4	1,6	98,6	18
3001-4000	1,5	0,0	0,7	0,9	99,5	10
>4000	1,2	0,0	0,0	0,5	100,0	6

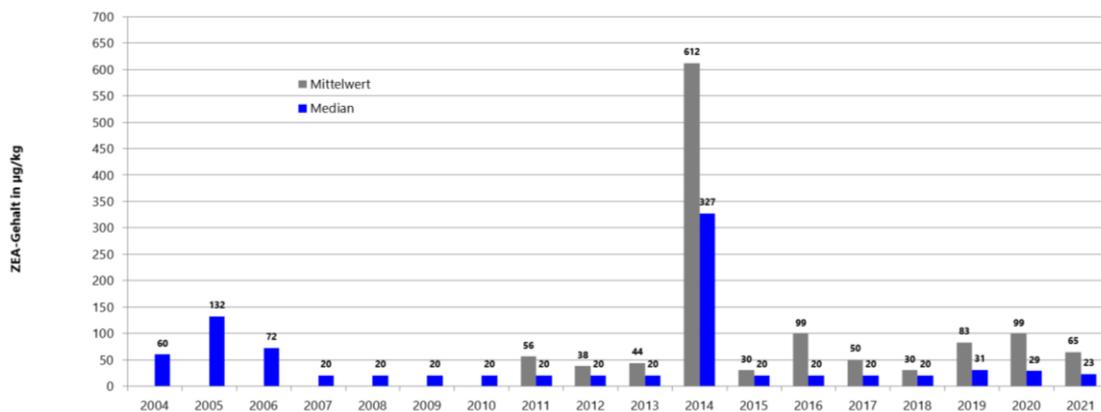
AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2021, 14.12.2021

2.1.2 Zearalenongehalte

Insgesamt 716 Proben oder 62 % des Gesamtprobenaufkommens wurden auch auf Zearalenon untersucht. Der Medianwert aller Analyseergebnisse liegt bei 23 µg ZEA/kg und damit noch in der Nähe der Nachweisgrenze von 20 µg/kg. Der Gesamtmittelwert – unter Einsetzung des 20 µg-Wertes für Analyseergebnisse unter der Nachweisgrenze – erreicht 65 µg/kg.

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2021

Ergebnisse zum ZEA-Gehalt im Jahresrückblick (14.12.2021, n=716)



Quellen: 2004-2010: Dersch u. Krumphuber, 2011; 2011-2013: AGES, KOFUMA-Projekt, 2014-2021: AGES, KOFUMA-Fortsetzung

Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2021

Ergebnisse zum ZEA-Gehalt im Jahresrückblick (14.12.2021, n=716)



- 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

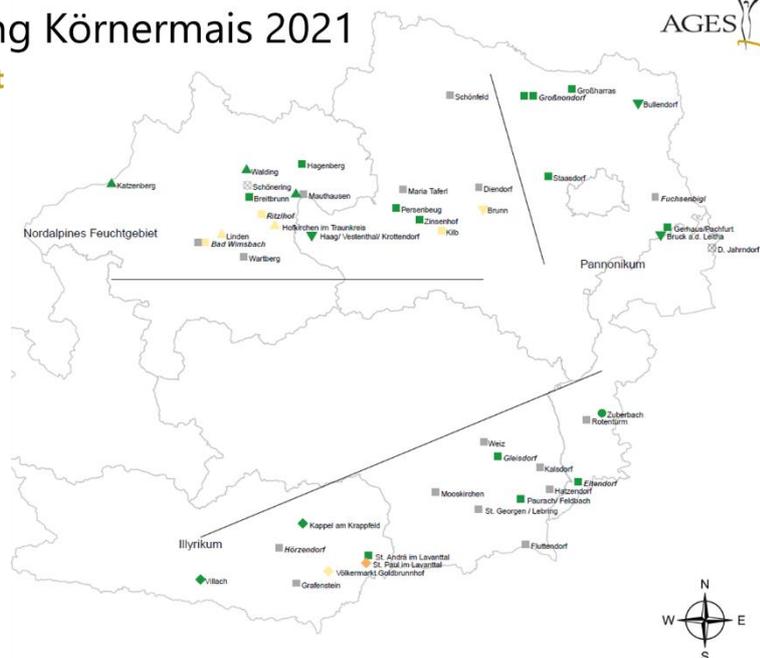


Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2021

Die regionale Verteilung der standortspezifischen ZEA-Gehalte zeigt bei allen drei Anbauregionen eine entspannte Situation. Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die ZEA-Gehalte (Mediane) bei acht Standorten bei Werten bis 50 µg/kg und bei den übrigen sechs Standorten zwischen 51 und 100 µg/kg. Im Pannonikum liegen alle standortspezifischen ZEA-Gehalte (Mediane) bei Werten bis 50 µg/kg. Im Illyrikum weist ein Standort (Völkermarkt) einen ZEA-Medianwert zwischen 51 und 100 µg/kg auf und bei einem weiteren Standort (St. Paul im Lavanttal) wurde ein ZEA-Medianwert zwischen 101 und 150 µg/kg festgestellt.

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

Anbauggebiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
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	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	348	85	72	99	31	28	37
Pannonikum	176	44	35	53	20	20	23
Illyrikum	192	48	36	60	20	20	20

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2021, 14.12.2021

Unter den gebietsspezifischen Ergebnissen wurde für das Nordalpine Feuchtgebiet ein Medianwert über der Nachweisgrenze festgestellt, die Medianwerte für das Pannonikum und das Illyrikum liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Die Mittelwerte bewegen sich zwischen 44 µg ZEA/kg für das Pannonikum und 85 µg ZEA/kg für das Nordalpine Feuchtgebiet.

Über alle drei Anbauregionen entfallen 74 % aller Proben auf die niedrigste Gehaltsklasse bis 50 µg ZEA/kg. Im Nordalpinen Feuchtgebiet weisen 4,3 % der Proben ZEA-Gehalte über 350 µg/kg auf, im Illyrikum 2,6 % und im Pannonikum 0,6 %.

Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2021 in % nach ZEA-Gehaltsklassen

ZEA in µg/kg	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
	N=348	N=176	N=192	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=716)
bis 50	62,9	84,7	84,4	74,0	74,0	530
51-100	15,2	5,7	6,8	10,6	84,6	76
101-150	6,9	4,5	3,1	5,3	89,9	38
151-200	3,4	1,7	0,5	2,2	92,2	16
201-250	2,9	0,6	2,1	2,1	94,3	15
251-300	2,6	1,1	0,5	1,7	95,9	12
301-350	1,7	1,1	0,0	1,1	97,1	8
>350	4,3	0,6	2,6	2,9	100,0	21

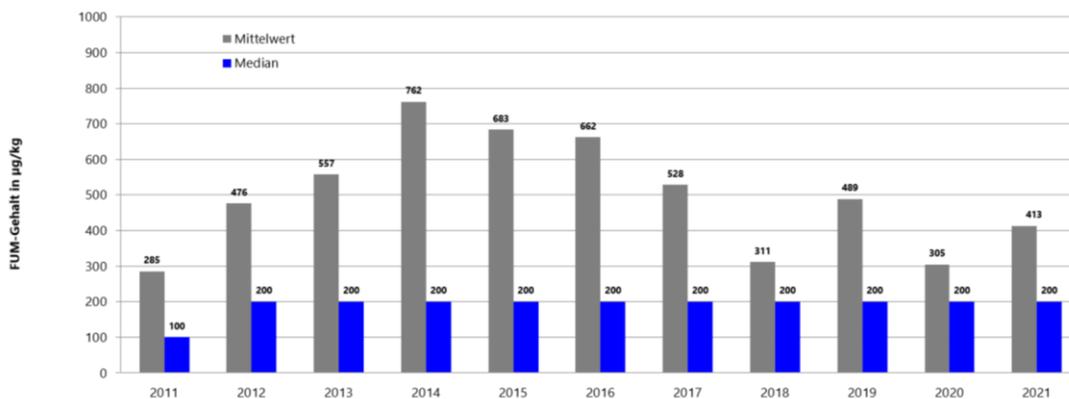
AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2021, 14.12.2021

2.1.3 Fumonisingehalte

Die Ergebnisse der FUM-Analysen blieben unauffällig. Der Gesamtmittelwert der insgesamt 444 Proben (413 µg/kg) und die regionalen Mittelwerte (287 bis 601 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 1,8 % aller Proben weisen einen FUM-Gehalt über 2.000 µg/kg auf.

Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2021

Ergebnisse zum FUM-Gehalt im Jahresrückblick (14.12.2021, n=444)



Quellen: 2011–2013: AGES, KOFUMA-Projekt, 2014–2021: AGES, KOFUMA-Fortsetzung

Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren

Mykotoxinmonitoring Körnermais 2021

Ergebnisse zum FUM-Gehalt im Jahresrückblick (14.12.2021, n=444)



Mediane der FUM-Gehalte

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

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

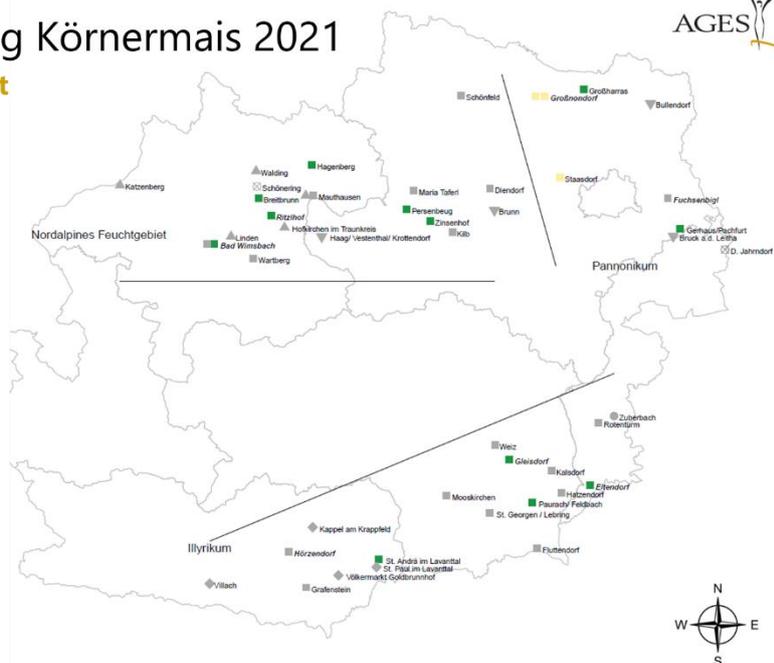


Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2021 im Körnermaisgebiet

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

Anbauggebiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
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	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	193	287	242	332	200	200	200
Pannonikum	138	601	494	708	352	273	430
Illyrikum	113	400	293	507	200	200	200

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2021, 14.12.2021

Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2021 in % nach Fumonisingehalten

FUM	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
in µg/kg	N=193	N=138	N=113	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=444)
bis 500	92	63	81	80,4	80,4	357
501-1000	5	17	13	10,8	91,2	48
1001-1500	2	13	3	5,6	96,8	25
1501-2000	0	3	2	1,4	98,2	6
2001-2500	1	2	0	0,9	99,1	4
2501-3000	0	1	0	0,2	99,3	1
3001-3500	1	0	0	0,2	99,5	1
3501-4000	0	0	0	0,0	99,5	0
>4000	0	1	1	0,5	100,0	2

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2021, 14.12.2021

2.1.4 Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte

Mit Datenstand 30.11.2021 wurde die Analyse der Summe an T-2/HT-2-Toxin an standortsspezifischen Mischproben durchgeführt, die Analysen der standortsspezifischen Mischproben auf Aflatoxine und Ochratoxin A sind noch nicht abgeschlossen. Aus dem Mahlgut der sortenspezifischen Einzelproben eines Versuches wurde eine kleine aliquote Menge entnommen und zu standortsspezifischen Mischproben vereinigt.

Im Nordalpinen Feuchtgebiet liegen die Werte für T-2/HT-2-Toxin bei der Mehrzahl der Standorte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze, es wurden nur an drei der 19 Standorte ein T-2/HT-2-Toxin-Gehalt über der Bestimmungsgrenze (Kilb, NÖ: 84,9 µg/kg; Mauthausen, OÖ: 27 µg/kg; Wartberg, OÖ: 23,2 µg/kg) festgestellt. Im Pannonikum wurden an sechs von acht Standorten ein T-2/HT-2-Toxin-Gehalt über der Bestimmungsgrenze festgestellt und im Illyrikum traten an 10 von 18 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 2021 (Stand 30.11.2021)

Region	Versuchsort/Versuche	T-2 + HT-2 Toxin µg/kg
Nordalpines Feuchtgebiet	WP2 Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG I	<B
	WP2 Wartberg, OÖ, RG I	23,2
	WP2 Schönfeld, NÖ, RG I	<N
	WP2 Mauthausen, OÖ, RG I	27
	WP2 Kilb, NÖ, RG I	84,9
	WP2 Hagenberg, OÖ, RG I	<N
	WP2 Maria Taferl, NÖ, RG I	<B
	WP2 Zinsenhof, NÖ, RG II	<B
	WP2 Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG II	<N
	WP2 Persenbeug, NÖ, RG II	<B
	WP2 Breitbrunn, OÖ, RG II	<N
	WP2 Ritzlhof, OÖ, RG III	<B
	WP2 Diendorf, NÖ, RG III	<N
	LKNÖ Haag/Krottendorf, NÖ	<N
	LKNÖ Brunn-LFS Phyra, NÖ	<B
	LKOÖ Walding, OÖ	<N
	LKOÖ Mauthausen, OÖ	<N
	LKOÖ Katzenberg, OÖ	<N
LKOÖ Linden, OÖ	<N	
Pannonikum	WP2 Großnondorf, NÖ, RG II	21,4
	WP2 Großnondorf, NÖ, RG III	40,2
	WP2 Staasdorf, NÖ, RG III	24,3
	WP2 Pachfurt, Bgld, RG IV	30,1
	WP2 Fuchsenbigl, NÖ, RG IV	30,4
	WP2 Großharras, NÖ, RG IV	<N
	LKNÖ Bullendorf, NÖ	36,3
	LKNÖ Bruck a.d. Leitha, NÖ	<B
Illyrikum	WP2 St. Andrä im Lavanttal, Ktn, RG II	30,6
	WP2 Weiz, Stmk, RG II	22,1
	WP2 Hörzendorf, Ktn, RG II	<B
	WP2 Mooskirchen, Stmk, RG III	79
	WP2 Kalsdorf, Stmk, RG III	50
	WP2 Gleisdorf, Stmk, RG III	33,2
	WP2 Grafenstein, Stmk, RG III	<N
	WP2 Rotenturm, Bgld, RG III	<B
	WP2 St. Georgen, Stmk, RG IV	<B
	WP2 Hatzendorf, Stmk, RG IV	25,9
	WP2 Fluttendorf, Stmk, RG IV	39,4
	WP2 Feldbach, Stmk, RG IV	<B
	WP2 Eltendorf, Bgld, RG IV	37,3
	LKBgld Zuberbach, Bgld	<B
	LKKtn St. Paul/Lavanttal, Ktn	<N
	LKKtn Völkermarkt, Ktn	34,9
	LKKtn Kappel am Krappfeld, Ktn	<N
LKKtn Villach, Ktn	50,6	

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 gebietspezifische 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 2021 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 Relativerträge 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.

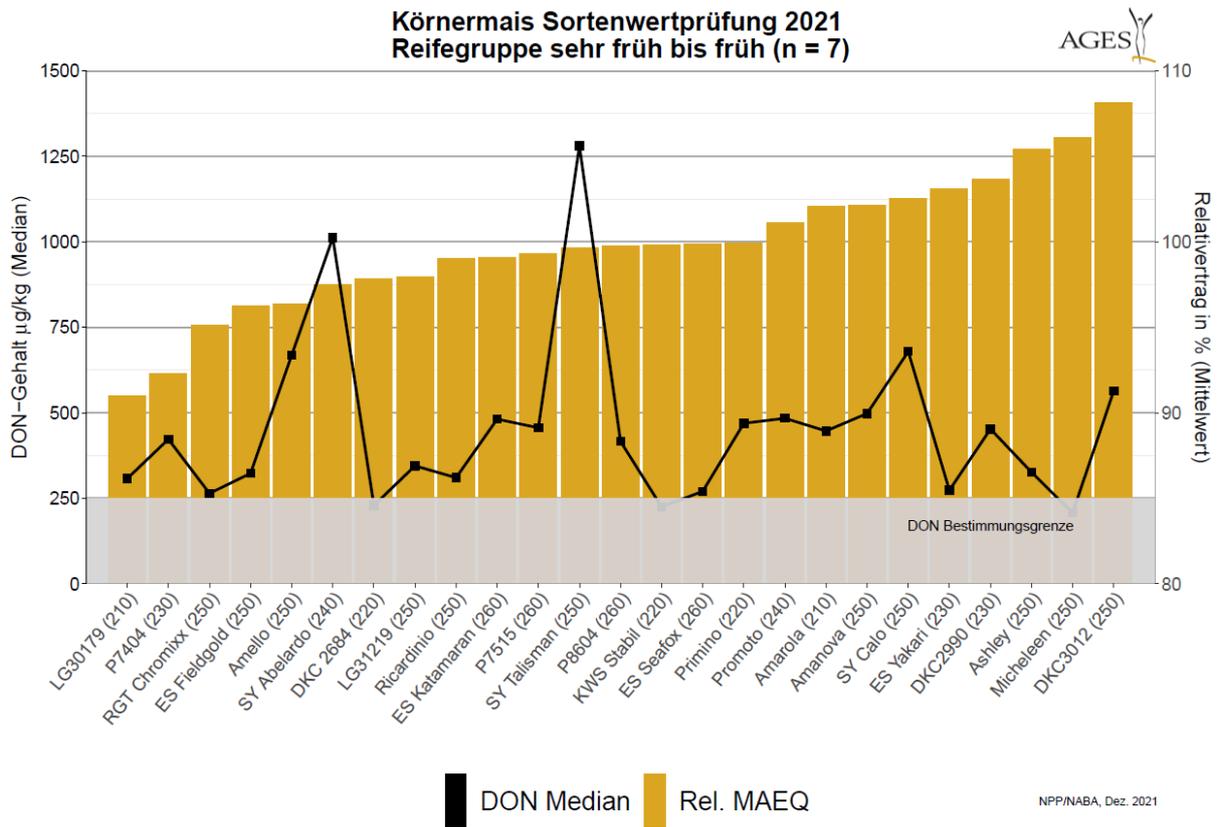


Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte

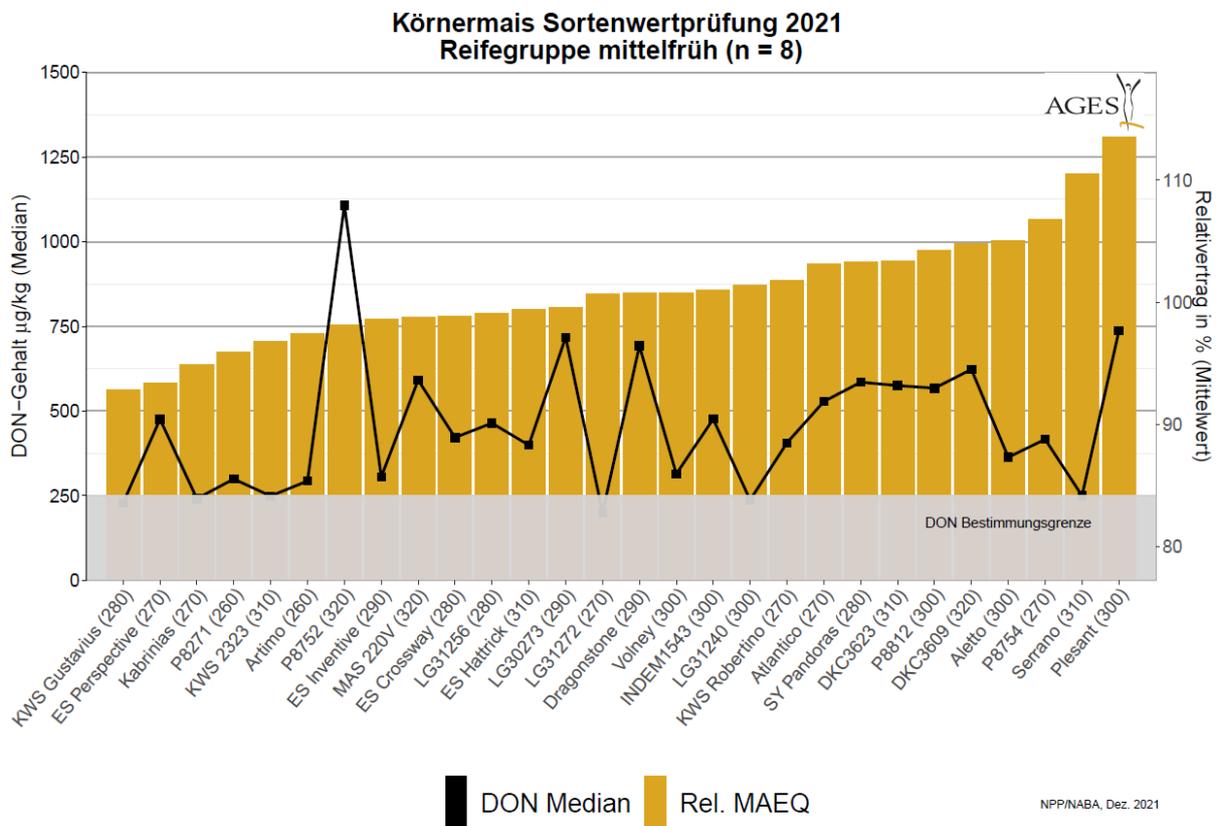


Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte

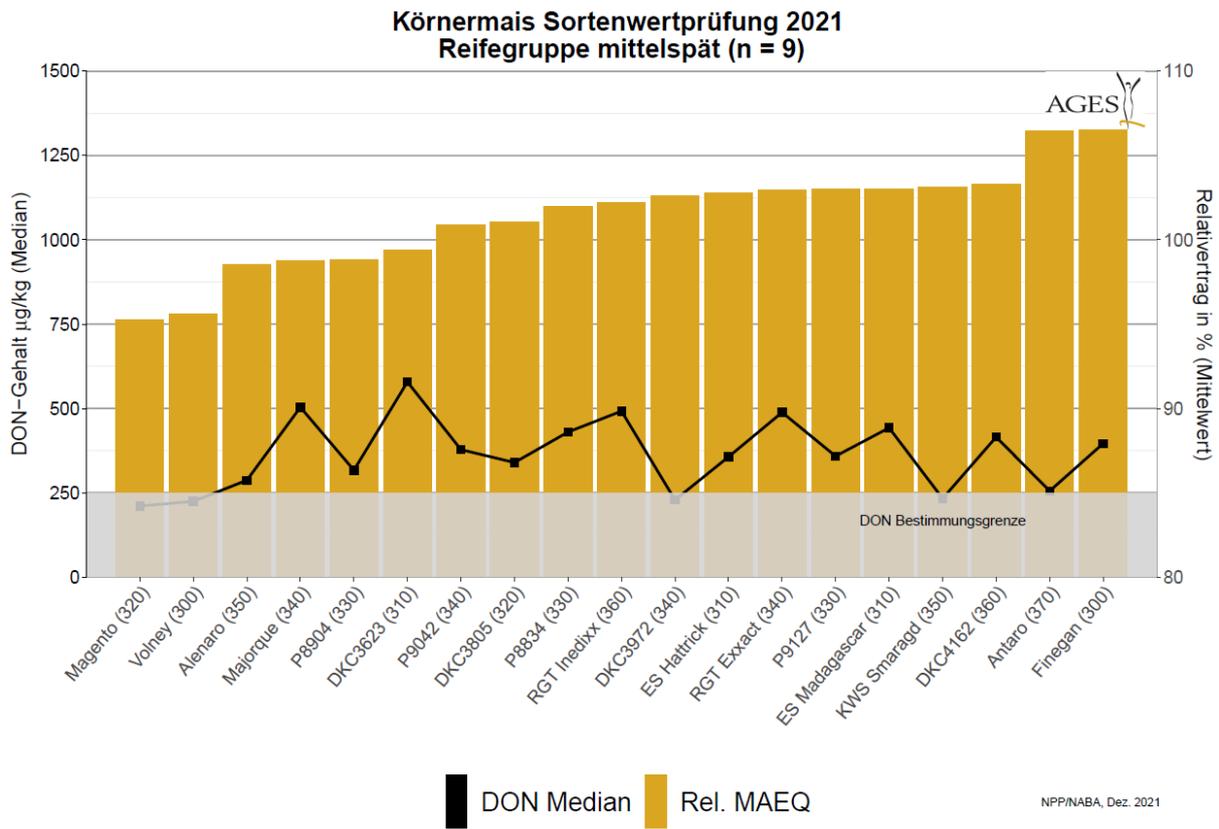


Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte

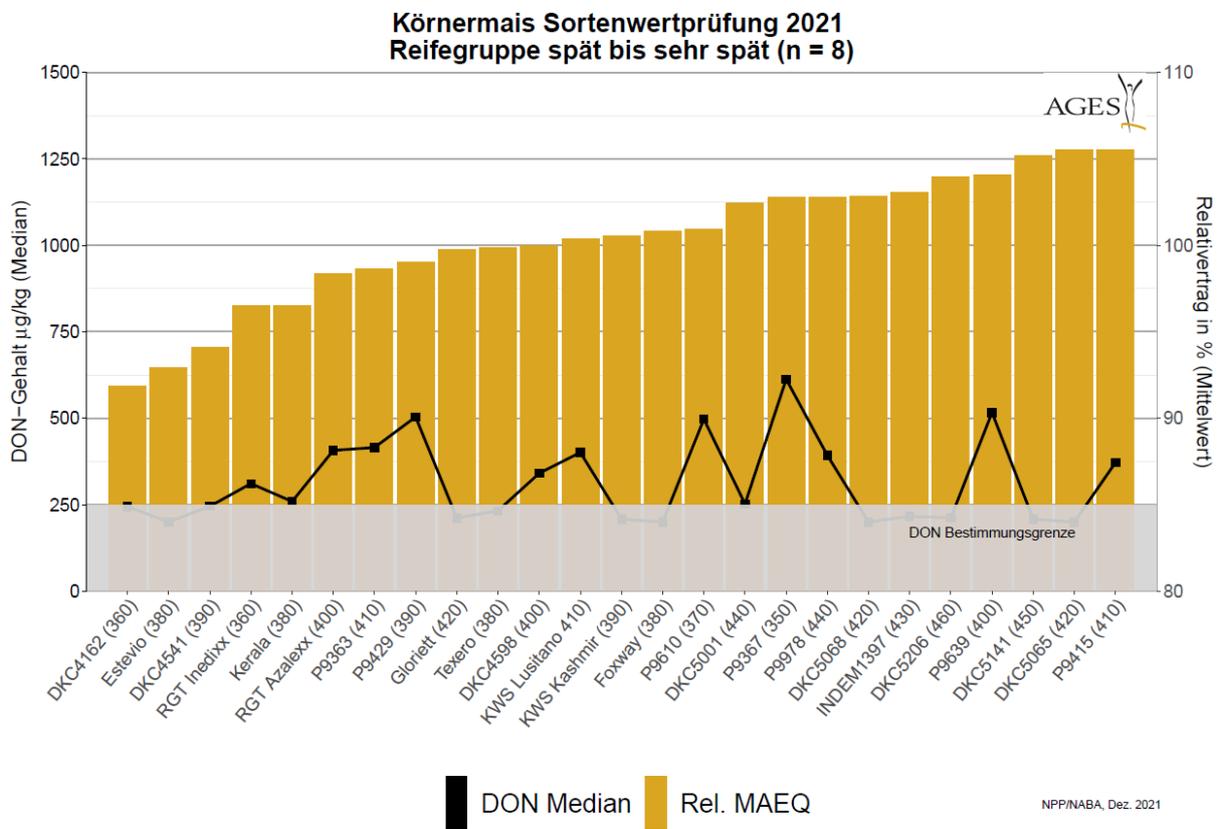


Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte

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.

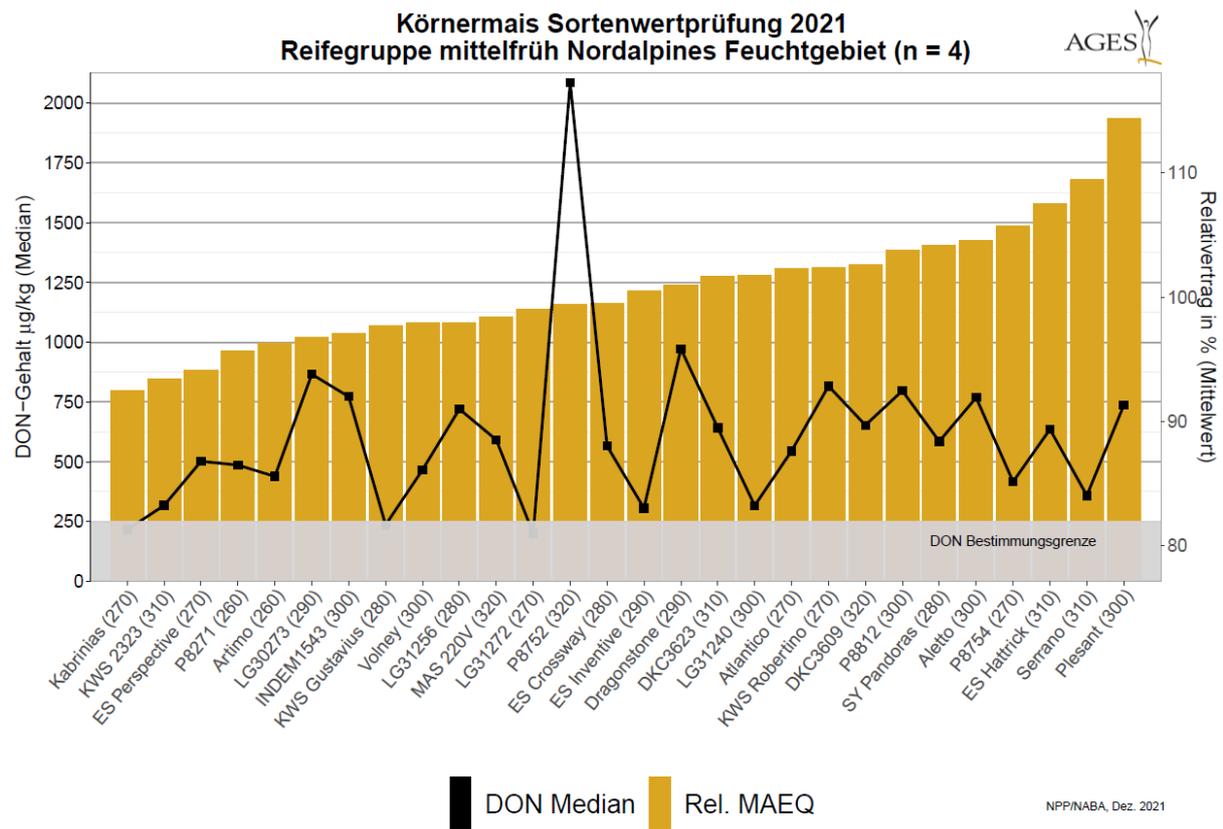


Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet

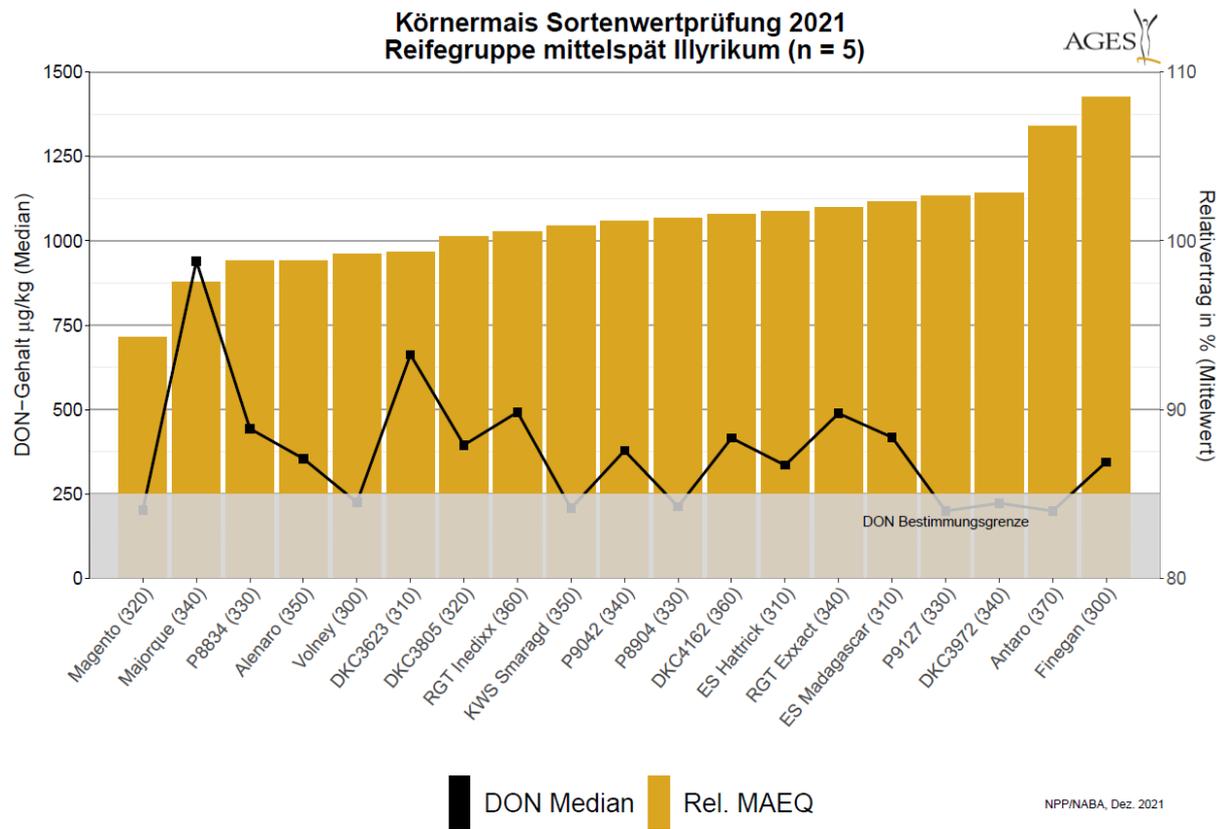


Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum

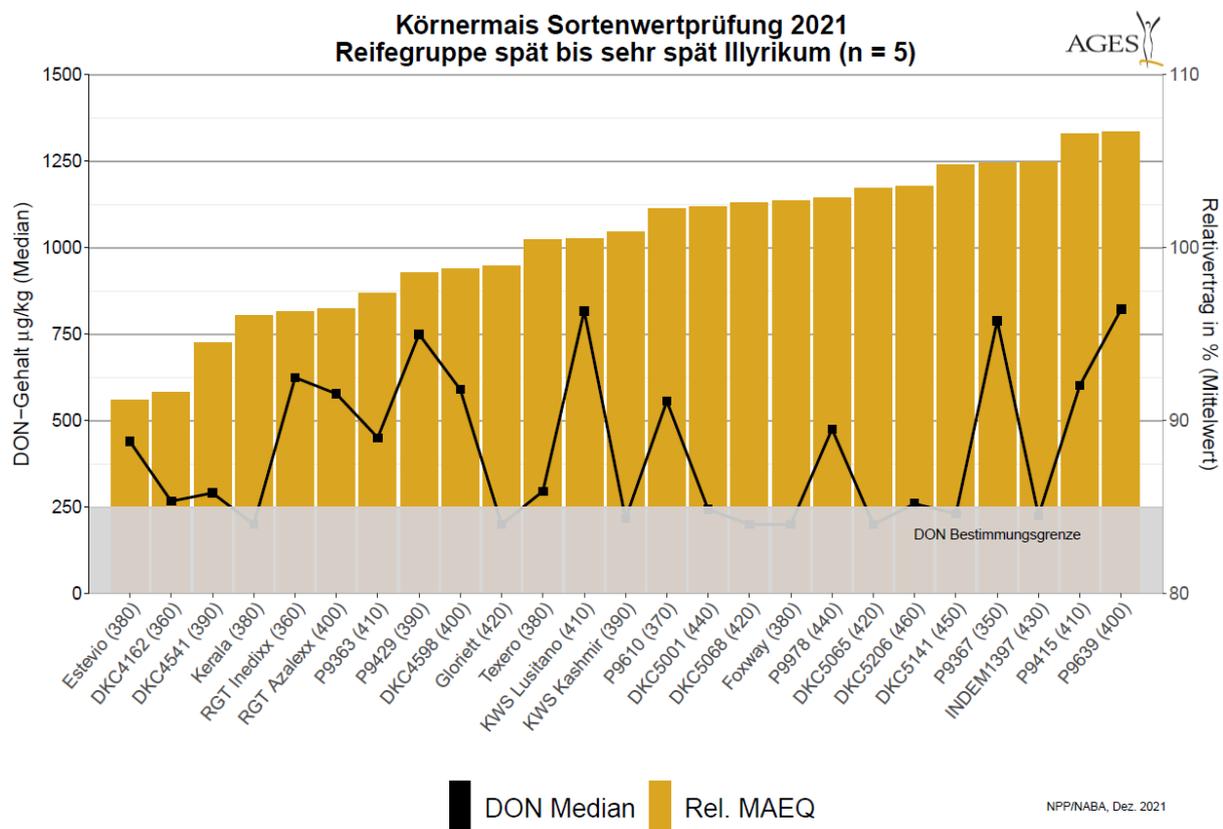


Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum

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 2021 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2021

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	Amarola	210	Artimo	260	Finegan	300	P9367	350
	DKC 2684	220	P8271	260	Volney	300	DKC4162	360
	KWS Stabil	220	ES Perspective	270	DKC3623	310	RGT Inedixx	360
	Primino	220	Kabrinias	270	ES Hattrick	310	P9610	370
	DKC2990	230	KWS Robertino	270	ES Madagaskar	310	Estevio	380
	ES Yakari	230	LG31272	270	DKC3805	320	Foxway	380
	P7404	230	ES Crossway	280	Magento	320	Kerala	380
	SY Abelardo	240	KWS Gustavius	280	P8834	330	Texero	380
	Amanova	250	LG31256	280	P8904	330	DKC4541	390
	Ashley	250	SY Pandoras	280	P9127	330	KWS Kashmir	390
	DKC3012	250	Dragonstone	290	DKC3972	340	P9429	390
	ES Fieldgold	250	ES Inventive	290	Majorque	340	DKC4598	400
	RGT Chromixx	250	LG30273	290	P9042	340	P9639	400
	ES Katamaran	260	Aletto	300	RGT Exxact	340	RGT Azalex	400
	ES Seafox	260	INDEM1543	300	Alenaro	350	KWS Lusitano	410
	P7515	260	LG31240	300	KWS Smaragd	350	P9363	410
			P8812	300	DKC4162	360	P9415	410
			Plesant	300	RGT Inedixx	360	DKC5065	420
			Volney	300	Antaro	370	DKC5068	420
			DKC3623	310			Gloriett	420
			ES Hattrick	310			INDEM1397	430
			KWS 2323	310			DKC5001	440
			Serrano	310			P9978	440
		DKC3609	320			DKC5141	450	
		MAS 220V	320			DKC5206	460	
Bis 100 µg/kg	Amello	250	Atlantico	270	-	-	-	-
	LG31219	250	P8754	270				
	Ricardinio	250	P8752	320				
Bis 350 µg/kg	LG30179	210	-	-	-	-	-	-
	Promoto	240						
	Micheleen	250						
	SY Calo	250						
	SY Talisman	250						
	P8604	260						
Über 350 µg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-

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 2021 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2021

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	Amarola	210	Artimo	260	Finegan	300	P9367	350
	LG30179	210	P8271	260	Volney	300	DKC4162	360
	DKC 2684	220	Atlantico	270	DKC3623	310	RGT Inedixx	360
	KWS Stabil	220	ES Perspective	270	ES Hattrick	310	P9610	370
	Primino	220	Kabrinias	270	ES Madagaskar	310	Estevio	380
	DKC2990	230	KWS Robertino	270	DKC3805	320	Foxway	380
	ES Yakari	230	LG31272	270	Magento	320	Kerala	380
	P7404	230	P8754	270	P8834	330	Texero	380
	Promoto	240	ES Crossway	280	P9127	330	DKC4541	390
	SY Abelardo	240	LG31256	280	DKC3972	340	KWS Kashmir	390
	Amanova	250	SY Pandoras	280	Majorque	340	P9429	390
	Amello	250	Dragonstone	290	P9042	340	DKC4598	400
	Ashley	250	ES Inventive	290	Alenaro	350	RGT Azalex	400
	DKC3012	250	LG30273	290	KWS Smaragd	350	P9639	400
	ES Fieldgold	250	INDEM1543	300	DKC4162	360	KWS Lusitano	410
	LG31219	250	LG31240	300	RGT Inedixx	360	P9363	410
	Micheleen	250	P8812	300	Antaro	370	P9415	410
	RGT Chromixx	250	Plesant	300			DKC5065	420
	Ricardinio	250	Volney	300			DKC5068	420
	SY Calo	250	DKC3623	310			Gloriett	420
	SY Talisman	250	ES Hattrick	310			DKC5001	440
	ES Katamaran	260	KWS 2323	310			DKC5141	450
	ES Seafox	260	Serrano	310			DKC5206	460
	P7515	260	DKC3609	320				
	P8604	260	MAS 220V	320				
			P8752	320				
	Bis 1000 µg/kg	-	Aletto	300	P8904	330	INDEM1397	430
							P9978	440
	Bis 2000 µg/kg	-		-	RGT Exxact	340		-
	Bis 4000 µg/kg	-	KWS Gustavius	280		-		-
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)	
<i>Deoxynivalenol</i>		
Unverarbeiteter Mais (außer Nassmahlen)	1750	
Maismahlfraktionen > 500 µm	750	
Maismahlfraktionen ≤ 500 µm	1250	
<i>Zearalenon</i>		
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	
<i>Fumonisine</i>		
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	
<i>Aflatoxine</i>		
	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 2021	4
Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren.....	7
Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2021	8
Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren	10
Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2021.....	10
Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren	13
Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2021 im Körnermaisgebiet	13
Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte	18
Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte	18
Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte	19
Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte.....	19
Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet	20
Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum.....	21
Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2021 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum	21

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2021, WP2.....	3
Tabelle 2: Körnermaisproben 2021 der Landwirtschaftskammern	3
Tabelle 3: Nachweisgrenzen (NG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2021 eingesetzten ELISA-Test-Kits.....	4
Tabelle 4: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der DON-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....	8
Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2021 in % 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 2021 in % 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 2021 in % nach Fumonisingehalten	14
Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2021 (Stand 30.11.2021)	16
Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2021	22
Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2021	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 und FUM 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.), 2021: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2021 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2021, 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, 2021: www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell