

## **Monitoringprogramm für Mykotoxine in Körnermais 2019**

### ***2. Zwischenbericht***

***Datenstand: 18. Dezember 2019***

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

#### **Autoren und Autorinnen:**

DI Klemens Mechtler<sup>1)</sup>, Dr<sup>in</sup> E. Reiter<sup>1)</sup>, DI Hans Felder<sup>1)</sup>, O. Alber, M.A.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien, Linz, Graz

## ***Inhaltsverzeichnis***

1	Versuchs- und Probenumfang 2019, Parameter und Methoden .....	3
1.1	Probenumfang 2019 .....	3
1.2	Parameter und Analysenmethoden .....	4
1.3	Analysentätigkeit 2019.....	4
1.4	Anmerkungen zur Datenauswertung .....	5
1.5	Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung .....	5
1.6	Witterungsverlauf im Maisjahr 2019 .....	5
2	Ergebnisse 2019 .....	6
2.1	Mykotoxingehalte 2019 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet.....	6
2.1.1	Deoxynivalenolgehalte der Haupternte .....	6
2.1.2	Zearalenongehalte .....	9
2.1.3	Fumonisingehalte .....	12
2.1.4	Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte.....	14
2.2	Sortenspezifische Ergebnisse.....	16
2.2.1	Deoxynivalenol .....	16
2.2.2	Zearalenon.....	21
2.2.3	Fumonisine .....	22
3	Grenz- und Richtwerte für Mykotoxine in Mais und Maisprodukten .....	23
4	Abbildungsverzeichnis .....	25
5	Tabellenverzeichnis.....	25
6	Literaturverzeichnis.....	25

## ***Abkürzungsverzeichnis***

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

## 1 Versuchs- und Probenumfang 2019, Parameter und Methoden

### 1.1 Probenumfang 2019

Bis auf die beiden Frühdruschversuche in Schönering (OÖ, 11. Sept.), Mauthausen (OÖ, 12. Sept.), sowie Persenbeug, (NÖ, 19. Sept.), Staasdorf (NÖ, 30. Sept.), Kalsdorf (Stmk, 24. Sept.) und Pachfurth (NÖ, 24. Sept.) wurden alle anderen WP-Standorte zwischen 1. und 30. Oktober geerntet. Die Versuchsstandorte sind in nachfolgenden Tabellen dargestellt.

**Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2019, WP2**

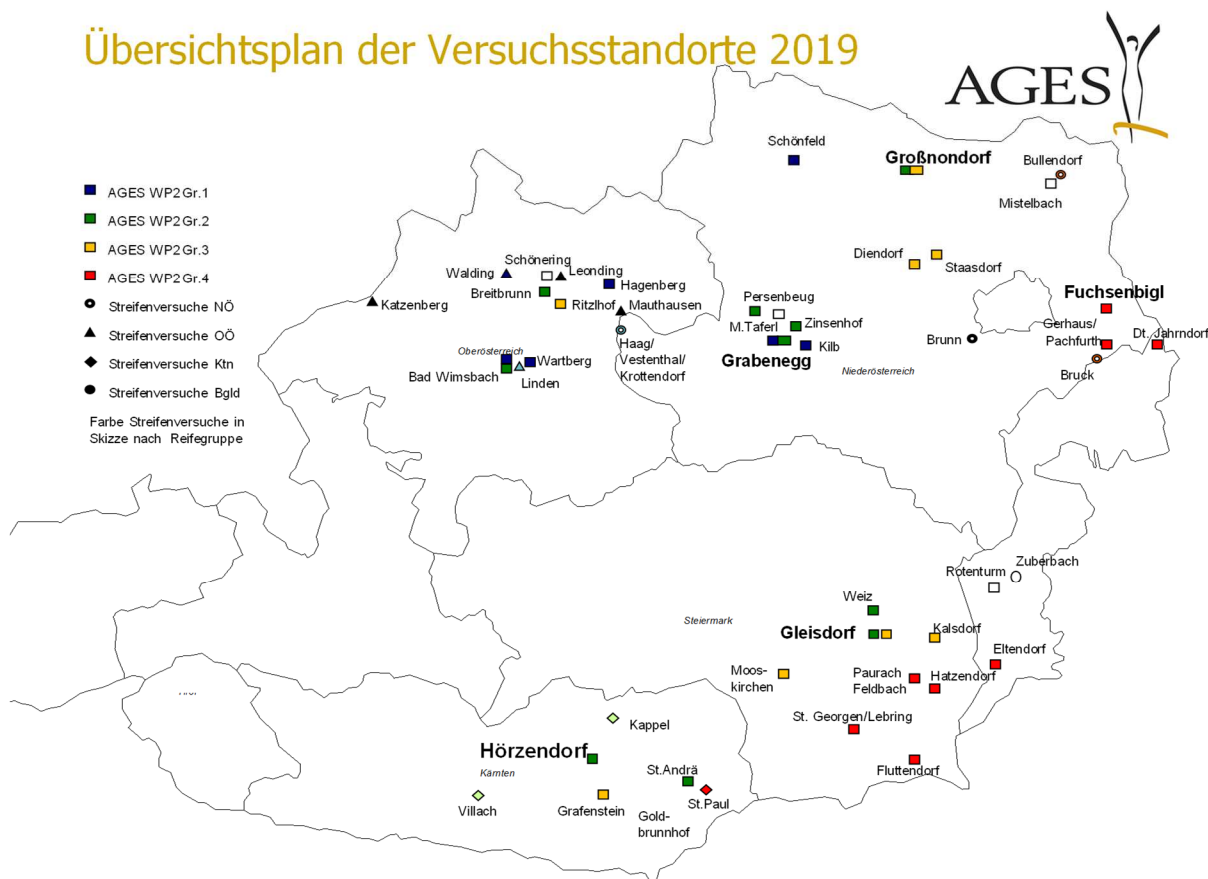
Ertragsversuche Reifegruppen	Sorten	Orte	Proben	Standorte (AGES)
Sehr früh bis früh	21	6	126	OÖ: Bad Wimsbach, Hagenberg, Mauthausen, Schönering, Wartberg; NÖ: Kilb, Maria Taferl, Schönfeld;
Mittelfrüh	30	8	240	OÖ: Breitbrunn, Bad Wimsbach; NÖ: Großnondorf, Zinsenhof, Persenbeug; Stmk: Weiz; Ktn: Hörzendorf, St. Andrä
Mittelfrüh bis mittelspät	25	8	200	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.-Jahrdorf, Pachfurth, Eltendorf; Stmk: Feldbach, Fluttendorf, Hatzendorf, St. Georgen
<b>Summe</b>	<b>101</b>	<b>30</b>	<b>766</b>	

**Tabelle 2: Körnermaisproben 2019 der Landwirtschaftskammern**

Streifenversuche Landwirtschafts- kammern	Sorte n	Orte	Proben	Standorte
Kärnten	47	an bis zu 4 Orten	72	Kappel, St. Paul, St. Andrä, Völkermarkt, Villach
Niederösterreich	55	an bis zu 3 Orten	112	Krottendorf, Pyhra, Bruck a.d. Leitha, Bullendorf
Oberösterreich	47	an bis zu 3 Orten	96	Katzenberg, Mauthausen, Walding,
Über alle Versuche	74	-	280	
Steiermark	25 25	1 (RG3) 2 (RG4)	25 50	Betreuung von 3 AGES-Standorten (Mooskirchen, St. Georgen, Paurach)

Der WP2-Versuch in Schönering (OÖ) wurde nicht beprobt, die Versuche an den Standorten Maria Taferl, Rotenturm an der Pinka und in Mistelbach sind ausgefallen.

Der Probenumfang aus der amtlichen Sortenwertprüfung des zweiten Prüfljahres wurde durch Proben aus mehrortigen Streifenversuchen der Landwirtschaftskammern ergänzt (Tab. 2). Die Standorte der amtlichen Sortenwertprüfung (30 in 2019) ergeben gemeinsam mit den Versuchsorten der Landwirtschaftskammern (12 in 2019) ein flächendeckendes und dichtes Netz an Prüferten für die Mykotoxinanalyse (Abb. 1).



**Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2019**

## 1.2 Parameter und Analysenmethoden

Die Analyse der Mykotoxine erfolgt 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.

## 1.3 Analysentätigkeit 2019

Aus der Versuchsernte 2019 wurden insgesamt 1046 sortenspezifische Proben auf Deoxynivalenol, 634 auf Zearalenon und 354 auf Fumonisine untersucht. Weitere 42

**Tabelle 3: Nachweis (NG)- und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2019 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

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 2019

Der insgesamt zu warme (+1,3°C) und im Norden und Osten zu trockene (häufig nur 50-75% des langjährigen Niederschlags) April ermöglichte einen rechtzeitigen Anbau. Danach bewirkte der viel zu kühle Mai (-2,8°C) eine verzögerte Jugendentwicklung. Die Kolbenblüte lag heuer etwa 10 Tage später als im Durchschnitt der letzten Jahre. Im Juli gab es im Weinviertel und in der Steiermark Niederschläge im Bereich des langjährigen Mittels, während im ober- und niederösterreichischen Alpenvorland Defizite von 25 bis 40 % gegeben waren. Auch im August fielen im Weinviertel durchschnittliche Regenmengen, während in den übrigen Maisanbauregionen die Niederschlagsmengen nur bei etwa 50 bis 60% des langjährigen Mittels lagen. Der September war im Pannonikum und im Illyrikum wieder regenreicher, während in den nördlichen Anbaulagen die Regenmengen unterdurchschnittlich blieben. Der Oktober war flächendeckend zu warm (+2,0°C; ZAMG 2019) und im Osten und Süden sehr trocken. Bis Mitte Oktober waren alle oberösterreichischen Versuche geerntet.

## 2 Ergebnisse 2019

### 2.1 Mykotoxingehalte 2019 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaubereich

#### 2.1.1 Deoxynivalenolgehalte der Haupternte

Mit den heurigen Witterungsbedingungen liegt die Belastung mit Deoxynivalenol 2019 mit 845 µg/kg (Jahresmedianwert) wieder deutlich höher als in den letzten Jahren dieser Dekade. Auch der Jahresmittelwert in Höhe von 1150 µg/kg ist nach dem Ergebnis 2014 der zweithöchste seit Beginn des KOFUMA-Projektes.

#### Mykotoxine in Körnermais

Ergebnisse zum DON-Gehalt im Jahresüberblick,

(20.11.2019, n=1046)

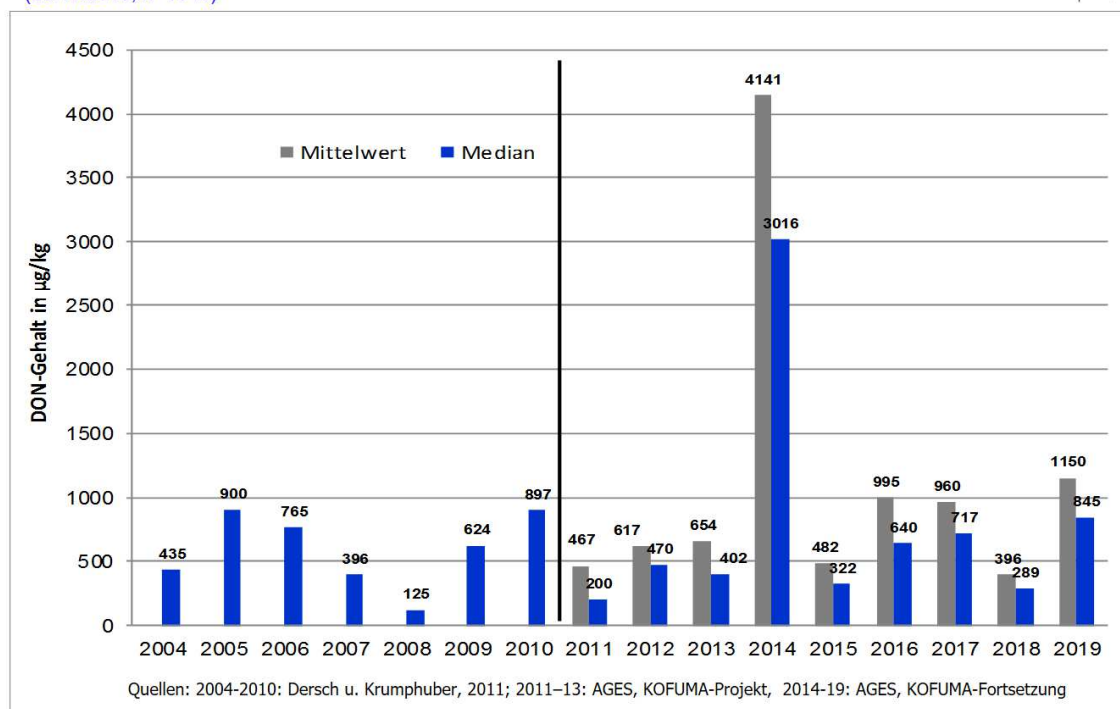
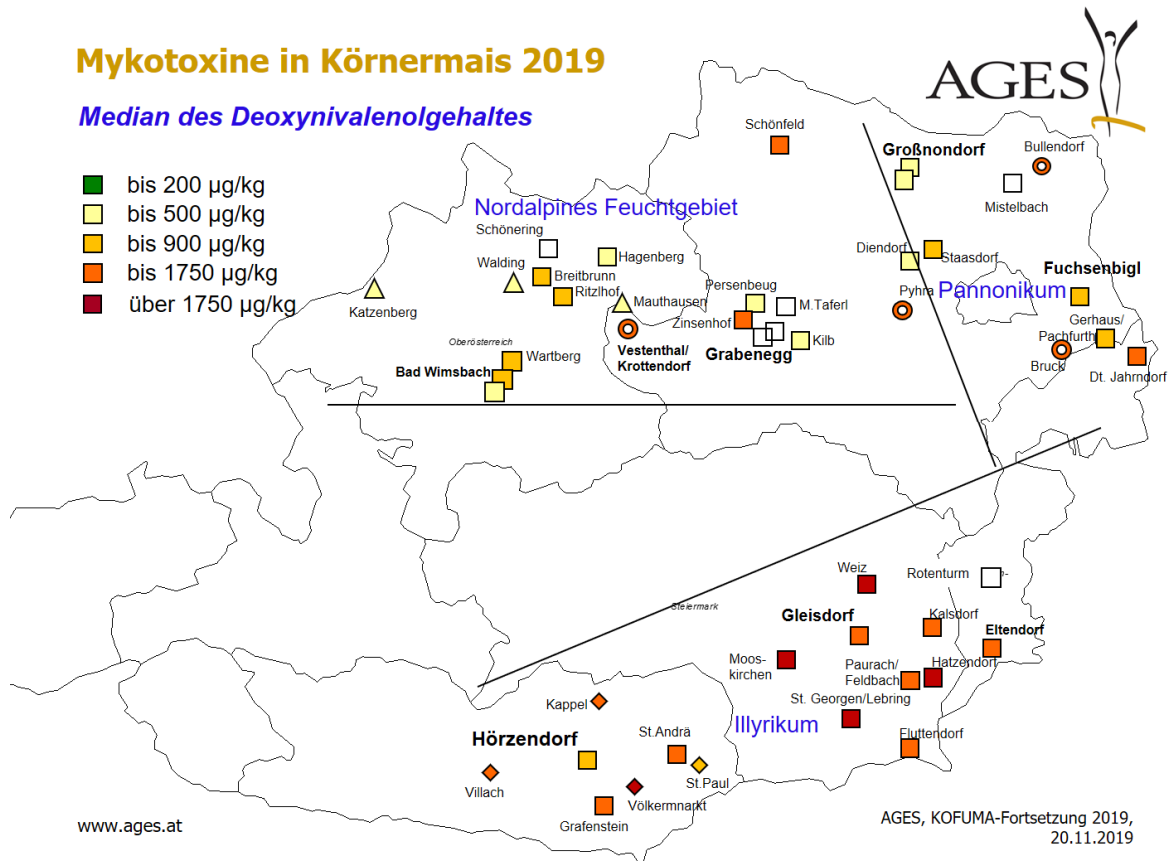


Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren.

Die Darstellung der geografischen Verteilung der Mykotoxinbelastung für 2019 zeigt, dass an allen untersuchten Standorten eine DON-Belastung über der Nachweisgrenze gefunden werden konnten. Im Nordalpinen Feuchtgebiet blieben die DON-Gehalte gemessen am standortspezifischen Median an acht Orten zwischen 250 bis 500 µg/kg, an vier zwischen 500 und 900 µg/kg und lagen nur an vier von 16 Versuchen - Krottendorf, Schönfeld, Pyhra und Zinsenhof - über 900 µg/kg. Im Pannonikum wiesen drei von acht Standorten DON-Gehalte (Median) über 900 µg/kg auf und im Illyrikum immerhin 14 von 16 Standorten. An fünf Standorten wurden hier für den DON-Gehalt Medianwerte über 1750 µg/kg, im Maximum 2.830 µg/kg, erreicht. Im illyrischen Klimaraum gab es 2019 auch verschiedentlich Hagelereignisse, welche ein höheres Fusarium- und Mykotoxinauftreten begünstigten.



**Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2019**

**Tabelle 4: DON-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen**

### Mykotoxine in Körnermais 2014 - 2019

DON-Gehalte nach Jahr und Anbauregionen in µg/kg



Anbaugesamt	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
<b>2014</b>							
Nordalpin	392	<b>4868</b>	4424	5313	<b>3790</b>	3660	4341
Pannonikum	290	<b>2668</b>	2416	2921	<b>2098</b>	1876	2372
Illyrikum	406	<b>4053</b>	3704	4401	<b>2970</b>	2710	3358
<b>2015</b>							
Nordalpin	414	<b>346</b>	320	372	<b>271</b>	254	287
Pannonikum	231	<b>298</b>	281	314	<b>262</b>	249	280
Illyrikum	333	<b>808</b>	750	866	<b>693</b>	587	794
<b>2016</b>							
Nordalpin	402	<b>1175</b>	1085	1264	<b>887</b>	812	971
Pannonikum	257	<b>783</b>	697	870	<b>537</b>	483	640
Illyrikum	431	<b>966</b>	852	1080	<b>528</b>	488	583
<b>2017</b>							
Nordalpin	493	<b>1043</b>	963	1123	<b>775</b>	732	825
Pannonikum	180	<b>436</b>	406	467	<b>402</b>	376	423
Illyrikum	484	<b>1061</b>	993	1129	<b>862</b>	800	920
<b>2018</b>							
Nordalpin	496	<b>263</b>	256	270	<b>237</b>	231	249
Pannonikum	299	<b>283</b>	272	294	<b>255</b>	242	271
Illyrikum	449	<b>620</b>	570	669	<b>483</b>	453	523
<b>2019</b>							
Nordalpin	459	<b>793</b>	719	867	<b>528</b>	487	563
Pannonikum	200	<b>910</b>	817	1023	<b>754</b>	668	856
Illyrikum	387	<b>1693</b>	1576	1809	<b>1375</b>	1277	1497

Dementsprechend höher bzw. hoch lagen die regionalen DON-Medianwerte mit 528 µg/kg im Nordalpinen Feuchtgebiet, 754 µg/kg im Pannonikum und 1375 µg/kg im Illyrikum. Damit war infolge des heurigen Witterungsverlaufes eine Umkehrung der regionalen DON-Belastungen gegenüber früheren Erfahrungen gegeben, wonach die höchsten Gehaltswerte in der Regel im kühleren Nordalpinen Feuchtgebiet und die geringsten im Pannonikum gemessen worden waren. In 2019 war dagegen die DON-Belastung im Illyrikum am höchsten.

In Nordalpinen Feuchtgebiet und im Pannonikum entfielen die meisten Proben auf die Gehaltsklasse 250 bis 500 µg/kg, während im Illyrikum die Gehaltsklasse über 2.000 µg/kg mit 27,3 % der Proben den höchsten Anteil aufwies. Über alle drei Anbauregionen entfielen knapp 15 % oder 156 aller Proben in diese hohe Gehaltsklasse.

**Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2019 nach steigenden DON-Gehalten**

### Mykotoxine in Körnermais 2019

DON: Anteil Proben nach Gehaltsklassen 2019 in %



DON in µg/kg	Nordalpines Feuchtgebiet N=459	Pannoni- kum N=200	Illyrikum N=387	alle Anbauregionen		
				Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=1046)
-250	15,5	12,5	1,3	9,7	9,7	101
-500	31,6	23,5	7,2	21,0	30,7	220
-750	21,1	14,0	9,8	15,6	46,3	163
-1000	8,3	16,5	11,1	10,9	57,2	114
-1250	6,1	9,5	14,7	9,9	67,1	104
-1500	4,1	8,0	11,6	7,6	74,8	80
-1750	4,6	3,5	9,0	6,0	80,8	63
-2000	1,3	5,0	7,5	4,3	85,1	45
>2000	7,4	7,5	27,6	14,9	100,0	156

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

#### Mykotoxine in Körnermais

Ergebnisse zum ZEA-Gehalt (20.11.2019, n=634)

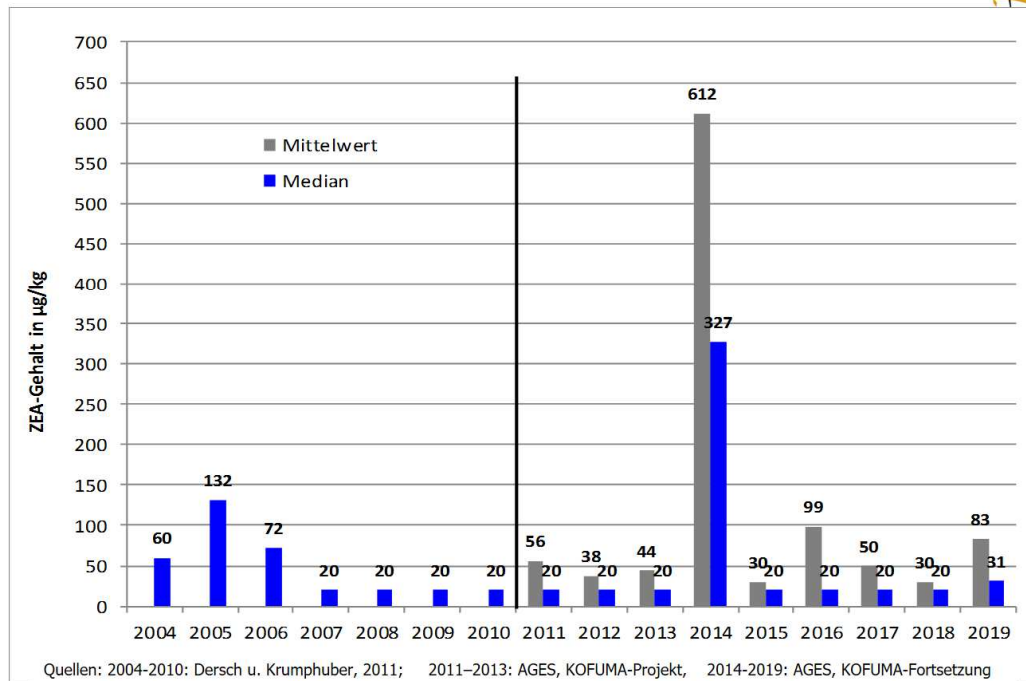


Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren

#### Mykotoxine in Körnermais 2019

(Median des Zearalenongehaltes)

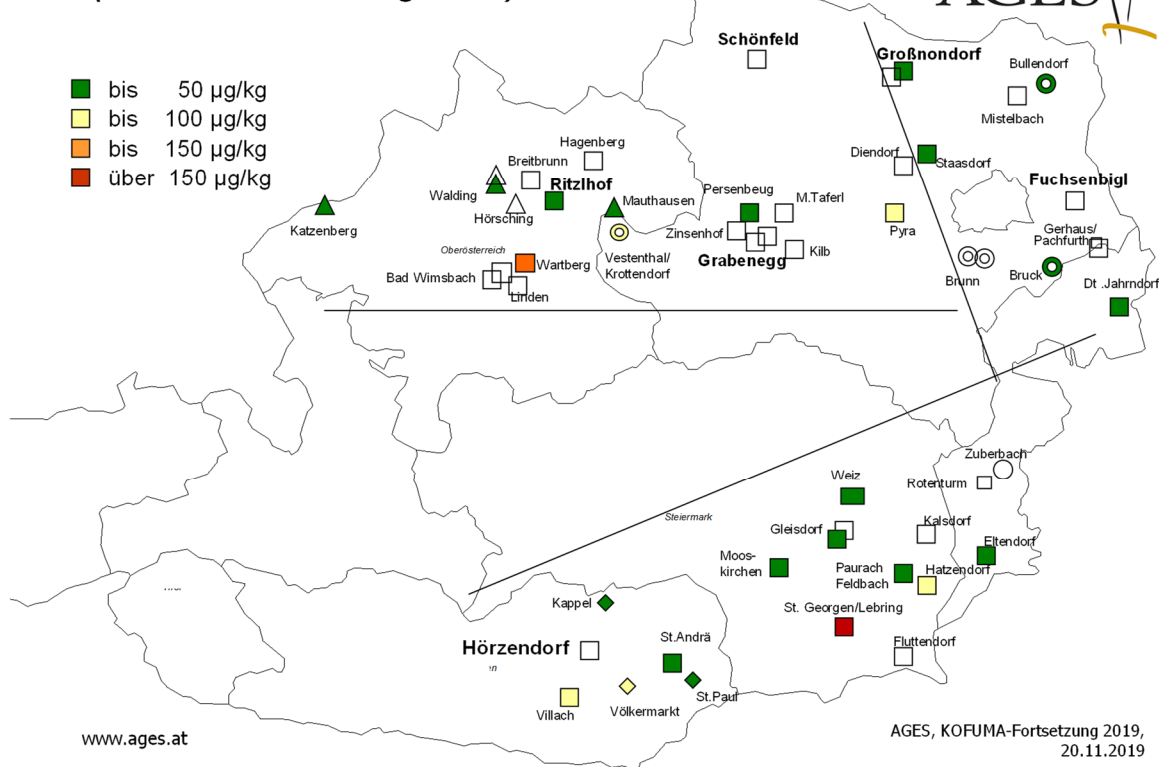


Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2019

Insgesamt 634 Proben oder 61 % des Gesamtprobenaufkommens wurden auch auf Zearalenon untersucht. Der Medianwert aller Analysenergebnisse liegt bei 31 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 – erreichte immerhin 83 µg/kg. Die regionale Verteilung zeigt im Gegensatz zum DON-Gehalt überall eine wesentlich entspanntere Situation. Im Nordalpinen Feuchtgebiet wurde nur in Wartberg ein Medianwert bis 150 µg/kg erreicht. Im Pannonikum blieben die standortsspezifischen ZEA-Gehalte unter 50 µg/kg. Im Illyrikum wurden Medianwerte bis 100 µg/kg in Hatzendorf, Völkermarkt und Villach festgestellt. In St. Georgen war mit über 150 µg/kg die höchste ZEA-Belastung gegeben.

**Tabelle 6: ZEA-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen, µg/kg**

### Mykotoxine in Körnermais 2014 - 2019

ZEA-Gehalte nach Jahr und Anbauregionen in µg/kg



Anbaugesamt	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
<b>2014</b>							
<b>Nordalpin</b>	290	<b>664</b>	563	764	<b>362</b>	288	455
<b>Pannonikum</b>	188	<b>525</b>	420	630	<b>254</b>	172	357
<b>Illyrikum</b>	151	<b>627</b>	492	762	<b>337</b>	266	491
<b>2015</b>							
<b>Nordalpin</b>	228	<b>27</b>	23	31	<b>20</b>	20	20
<b>Pannonikum</b>	121	<b>27</b>	23	32	<b>20</b>	20	20
<b>Illyrikum</b>	149	<b>42</b>	19	65	<b>20</b>	20	20
<b>2016</b>							
<b>Nordalpin</b>	355	<b>92</b>	58	126	<b>20</b>	20	20
<b>Pannonikum</b>	147	<b>98</b>	-6	202	<b>20</b>	20	20
<b>Illyrikum</b>	151	<b>118</b>	84	151	<b>20</b>	20	28
<b>2017</b>							
<b>Nordalpin</b>	358	<b>51</b>	44	57	<b>20</b>	20	22
<b>Pannonikum</b>	94	<b>25</b>	19	30	<b>20</b>	20	20
<b>Illyrikum</b>	193	<b>62</b>	53	72	<b>33</b>	24	42
<b>2018</b>							
<b>Nordalpin</b>	231	<b>23</b>	19	27	<b>20</b>	20	20
<b>Pannonikum</b>	103	<b>24</b>	19	30	<b>20</b>	20	20
<b>Illyrikum</b>	232	<b>40</b>	33	47	<b>20</b>	20	20
<b>2019</b>							
<b>Nordalpin</b>	257	<b>74</b>	58	89	<b>20</b>	20	20
<b>Pannonikum</b>	125	<b>51</b>	37	64	<b>20</b>	20	20
<b>Illyrikum</b>	252	<b>109</b>	90	128	<b>37</b>	31	56

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2019, 20.11.2019

Unter den gebietspezifischen Ergebnissen wurde nur für das Illyrikum ein Medianwert über der Nachweisgrenze festgestellt. Die Mittelwerte bewegten sich zwischen 51 µg ZEA/kg für das Pannonikum und 109 µg ZEA/kg für das Illyrikum.

In allen drei Regionen lagen mit Abstand die meisten Proben in der niedrigsten Gehaltsklasse bis zu 50 µg ZEA/kg mit allerdings dem niedrigsten Anteil im Illyrikum (NA 71,2%, PA 76,8%,

IL 54,8%). Im Nordalpinen Feuchtgebiet wiesen 5,4% der Proben ZEA-Gehalte über 350 µg/kg auf, im Pannonikum und 3,2% und im Illyrikum 8,3%.

**Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2019 nach steigenden ZEA-Gehalten**

**Mykotoxine in Körnermais 2019**  
 ZEA: Anteil Proben nach Gehaltsklassen



ZEA in µg/kg	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
	N=257	N=125	N=252	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=634)
-50	71,2	76,8	54,8	65,8	65,8	417
-100	11,3	12,0	17,5	13,9	79,7	88
-150	4,3	3,2	6,3	4,9	84,5	31
-200	2,7	4,8	5,6	4,3	88,8	27
-250	3,1	0,0	2,0	2,1	90,9	13
-300	1,2	0,0	2,8	1,6	92,4	10
-350	0,8	0,0	2,8	1,4	93,8	9
>350	5,4	3,2	8,3	6,2	100,0	39

### 2.1.3 Fumonisingehalte

#### Mykotoxine in Körnermais

Ergebnisse zum FUM-Gehalt, (20.11.2019, n=354)

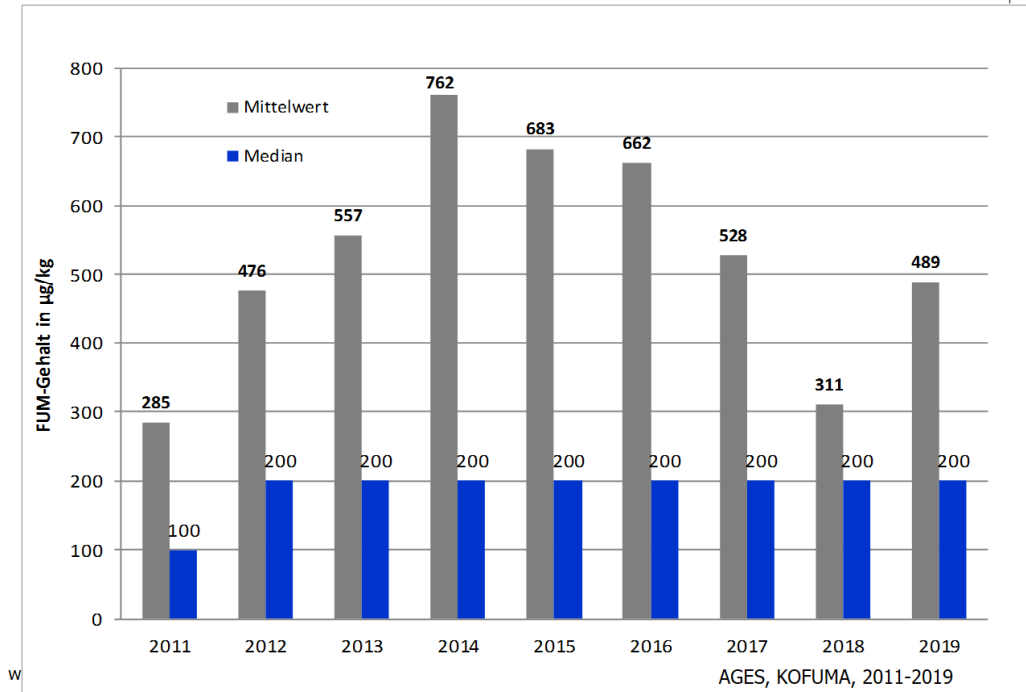


Abbildung 6: Auftreten von Fumonisingehalten in Körnermais nach Jahren

#### Mykotoxine in Körnermais 2019

Median des Fumonisingehaltes

- bis 200 µg/kg
- bis 500 µg/kg
- bis 1000 µg/kg
- bis 2000 µg/kg
- über 2000 µg/kg

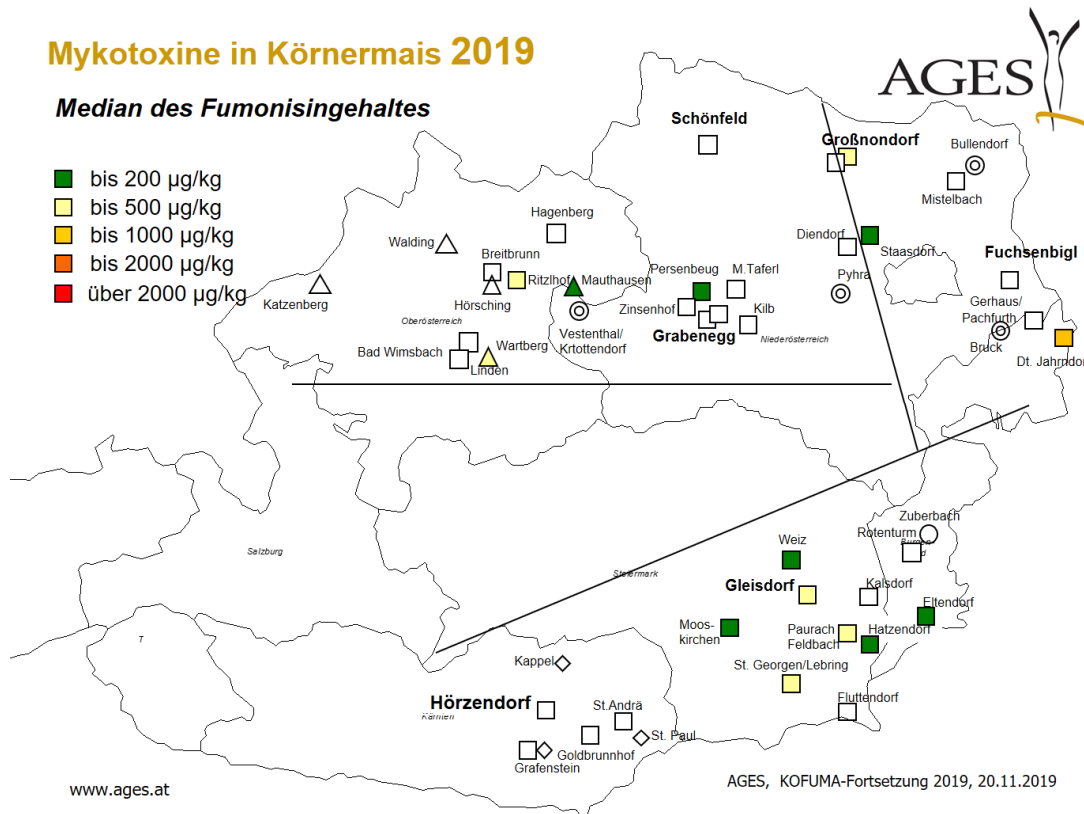


Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2019 im Körnermaisgebiet

**Tabelle 8: FUM-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen in µg/kg**

**Mykotoxine in Körnermais 2014 - 2019**

FUM-Gehalte nach Jahr und Anbauregionen in µg/kg



Anbaugesbiet	Anzahl	Mittelwert	KI (MW)		Median	KI (Median)	
<b>2014</b>							
Nordalpin	94	<b>433</b>	284	582	<b>200</b>	200	200
Pannonikum	129	<b>1272</b>	1008	1537	<b>597</b>	465	805
Illyrikum	83	<b>470</b>	342	598	<b>200</b>	200	200
<b>2015</b>							
Nordalpin	114	<b>534</b>	383	685	<b>200</b>	200	200
Pannonikum	115	<b>803</b>	626	980	<b>280</b>	200	558
Illyrikum	68	<b>491</b>	315	667	<b>200</b>	200	200
<b>2016</b>							
Nordalpin	168	<b>430</b>	314	546	<b>200</b>	200	200
Pannonikum	79	<b>765</b>	525	1005	<b>200</b>	200	200
Illyrikum	100	<b>903</b>	610	1197	<b>200</b>	200	200
<b>2017</b>							
Nordalpin	135	<b>708</b>	571	846	<b>342</b>	200	500
Pannonikum	75	<b>465</b>	357	573	<b>200</b>	200	259
Illyrikum	105	<b>341</b>	264	417	<b>200</b>	200	200
<b>2018</b>							
Nordalpin	68	<b>294</b>	207	382	<b>200</b>	200	200
Pannonikum	-	-	-	-	-	-	-
Illyrikum	166	<b>294</b>	251	338	<b>200</b>	200	200
<b>2019</b>							
Nordalpin	94	<b>423</b>	330	517	<b>200</b>	200	205
Pannonikum	80	<b>534</b>	425	643	<b>328</b>	284	464
Illyrikum	180	<b>503</b>	419	588	<b>200</b>	200	235

www.ages.at

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2019, 22.11.2019

**Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2019 nach Fumonisingehalten**

**Mykotoxine in Körnermais 2019**

FUM- Anteil Proben nach Gehaltsklassen



FUM in µg/kg	Nordalpines Feuchtgebiet	Pannonikum	Illyrikum	alle Anbauregionen		
	N=94	N=80	N=180	Anteile	Summierte Anteile	N (Σ=354)
-500	80	64	73	72,6	72,6	257
-1000	9	24	12	13,8	86,4	49
-1500	6	5	8	6,8	93,2	24
-2000	4	5	3	4,0	97,2	14
-2500	1	3	2	2,0	99,2	7
-3000	0	0	1	0,3	99,4	1
-3500	0	0	1	0,3	99,7	1
-4000	0	0	1	0,3	100,0	1
>4000	0	0	0	0,0	100,0	0

Die Ergebnisse der FUM-Analysen blieben unauffällig. Der Gesamtmittelwert der insgesamt 354 Proben (489 µg/kg) und die regionalen Mittelwerte (423 bis 534 µg/kg) lagen wohl höher als im Vorjahr, bewegten sich aber auf einem für Fumonisine niedrigen Niveau.

Dementsprechend hoch waren auch die Probenanteile in der niedrigsten Gehaltsklasse bis 500 µg/kg. Nur 10 Proben wiesen FUM-Gehalte über 2.000 µg/kg auf.

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

Im Nordalpinen Feuchtgebiet wurden nur an zwei von 17 Standorten T-2/HT-2-Toxin-Gehalte über der Bestimmungsgrenze (Schönfeld, NÖ: 82 µg/kg; und Krottendorf, NÖ: 24 µg/kg) festgestellt und im Pannonikum an zwei von acht Standorten (Bullendorf, NÖ: 42 µg/kg; Bruck a.d. Leitha, NÖ: 53 µg/kg). Im Illyrikum traten an sieben von 15 Standorten T-2/HT-2-Toxin-Gehalte zwischen 25 bis 140 µg/kg auf. Als Verursacher von T-2/HT-2-Toxinen kommt unter anderem *Fusarium sporotrichioides* in Betracht.

**Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2019**

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	<N	<N
	WP2 Schönfeld, NÖ, RG I	<N	82	<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	24	<N
	LKNÖ Brunn-LFS Phyra, NÖ	<N	<N	<N
	LKOÖ Walding, OÖ	<N	<B	<N
	LKOÖ Mauthausen, OÖ	<N	<N	<N
LKOÖ Katzenberg, OÖ	<N	<N	<N	
Pannonikum	WP2 Großnondorf, NÖ, RG II	<N	<N	<N
	WP2 Großnondorf, NÖ, RG III	<N	<N	<N
	WP2 Staasdorf, NÖ, RG III	<N	<N	<N
	WP2 Pachfurt, Bgld, RG IV	<N	<B	<N
	WP2 Fuchsenbigl, NÖ, RG IV	<N	<N	<N
	WP2 Deutsch Jahrdorf, Bgld, RG IV	<N	<N	<N
	LKNÖ Bullendorf, NÖ	<N	42	<N
	LKNÖ Bruck a.d. Leitha, NÖ	<N	53	<N
Illyrikum	WP2 St. Andrä im Lavanttal, Ktn, RG II	<N	<B	<N
	WP2 Weiz, Stmk, RG II	<N	<B	<N
	WP2 Hörzendorf, Ktn, RG II	<N	<B	<N
	WP2 Mooskirchen, Stmk, RG III	<N	44	<N
	WP2 Kalsdorf, Stmk, RG III	<N	<B	<N
	WP2 Gleisdorf, Stmk, RG III	<N	33	<N
	WP2 Grafenstein, Stmk, RG III	<N	40	<N
	WP2 St. Georgen, Stmk, RG IV	<N	<N	<N
	WP2 Hatzendorf, Stmk, RG IV	<N	25	<N
	WP2 Fluttendorf, Stmk, RG IV	<N	<N	<N
	WP2 Feldbach, Stmk, RG IV	<N	<N	<N
	WP2 Eltendorf, Bgld, RG IV	<N	<B	<N
	LKKtn St. Andrä im Lavanttal, Ktn	<N	<N	<N
	LKKtn Völkermarkt, Ktn	<N	67	<N
	LKKtn Villach, Ktn	<N	140	<N
LKKtn St. Paul im Lavanttal, Ktn	<N	<N	<N	
LKKtn Kappel am Krappfeld, Ktn	<N	70	<N	

WP2 Sortenwertprüfung, 2. Prüfwahl

LK... Versuche der Landwirtschaftskammern

&lt;N = Wert unter Nachweisgrenze;

&lt;B = Wert ist unter Bestimmungsgrenze aber über 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**

In den Diagrammen werden die sortenspezifischen Mediane der DON-Gehalte auf Basis der orthogonalen Sortenwertprüfungen 2019 getrennt nach Reifegruppen über alle Standorte hinweg sowie für bestimmte Regionen, aus welchen ausreichend viele Ergebnisse in der jeweiligen Reifegruppe vorliegen, den entsprechenden Mittelwerten der Relativerträge gegenübergestellt.



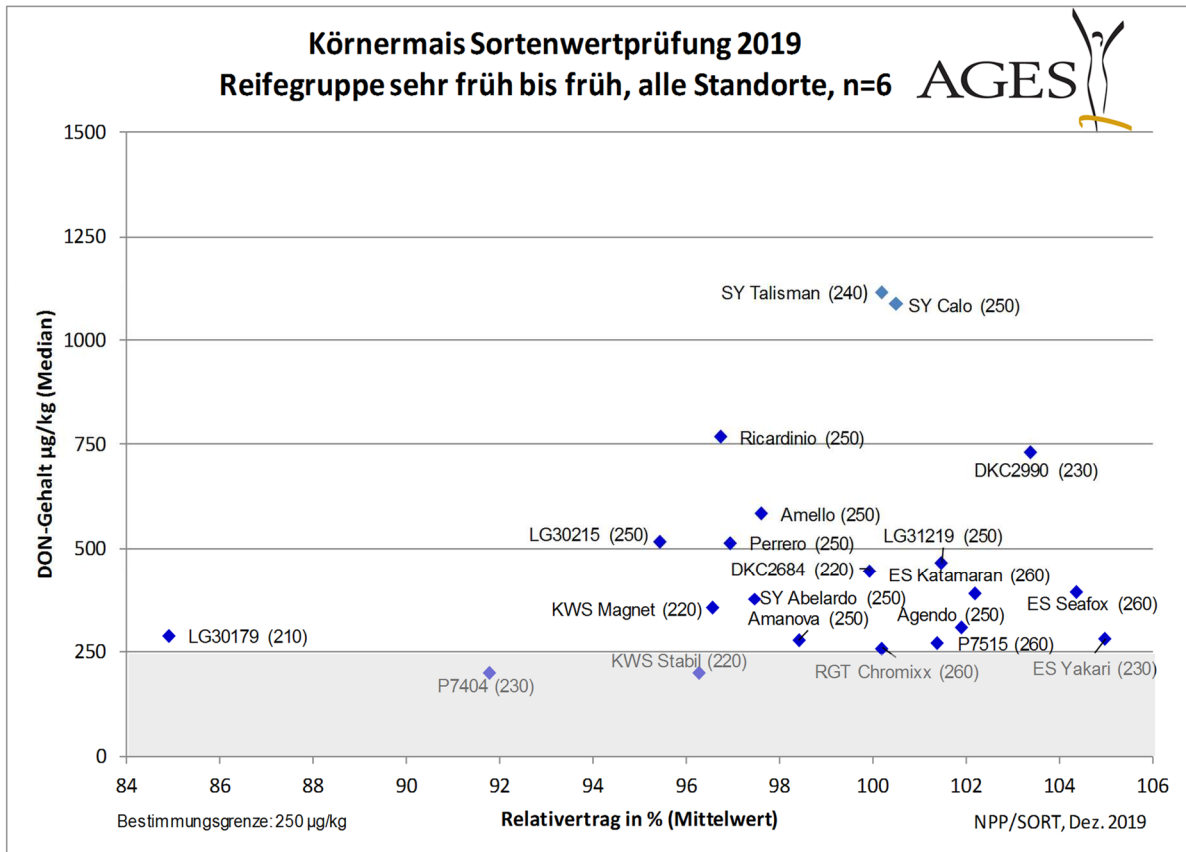


Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte (n=6)

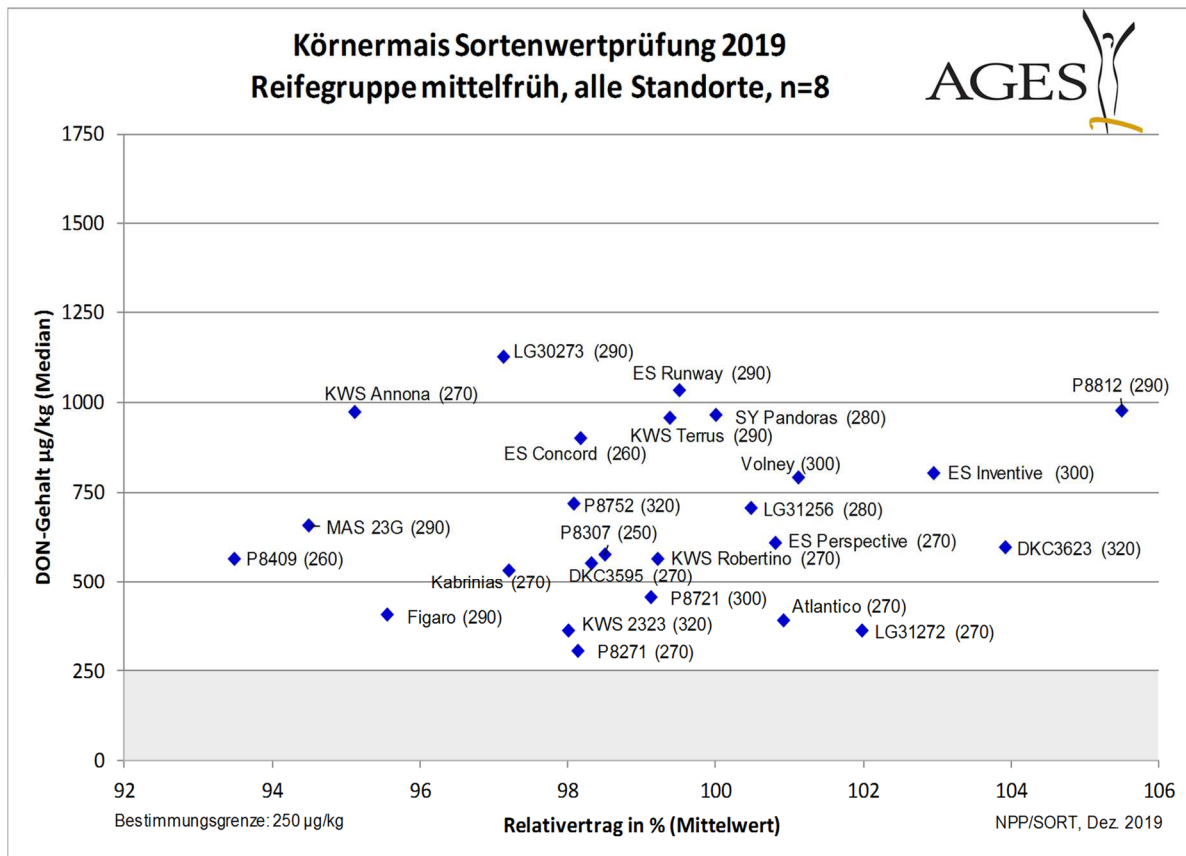


Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte (n=8)

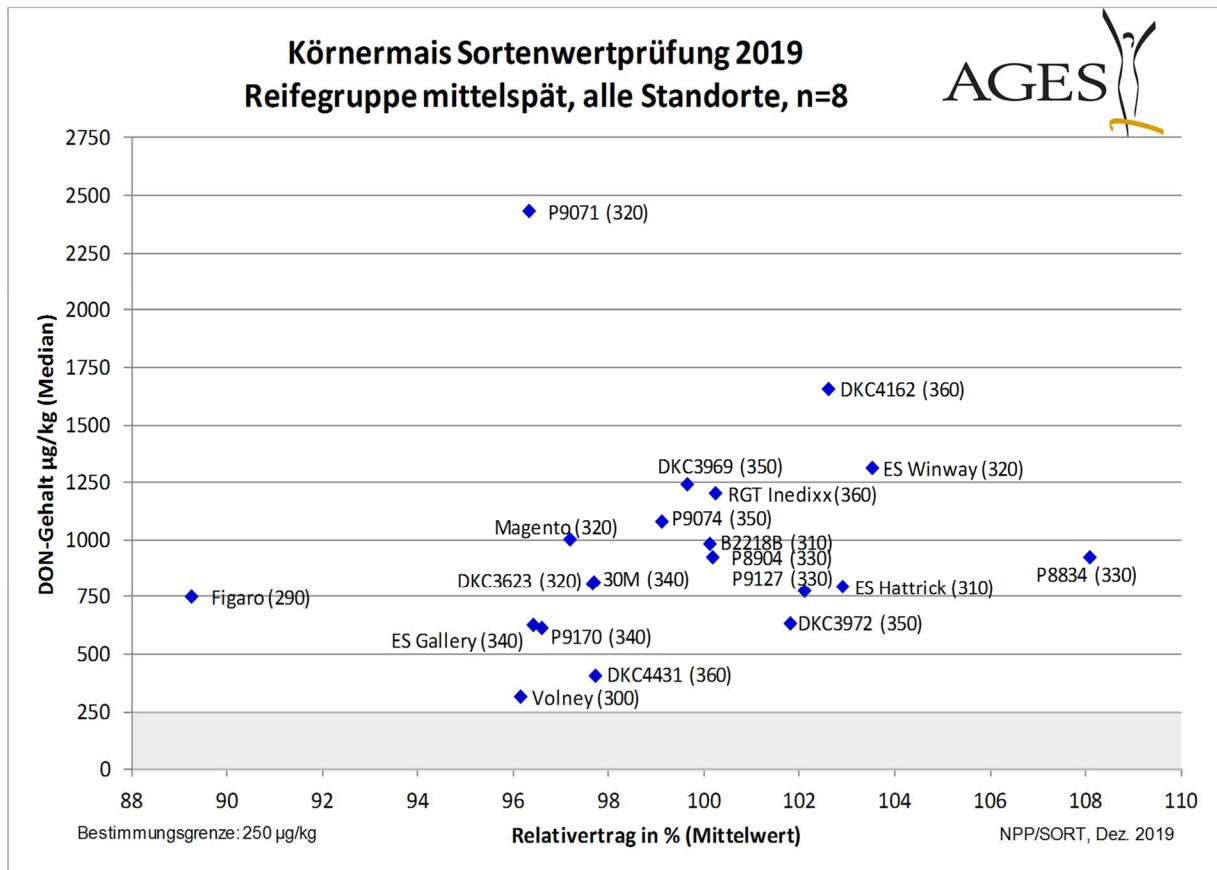


Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte (n=8)

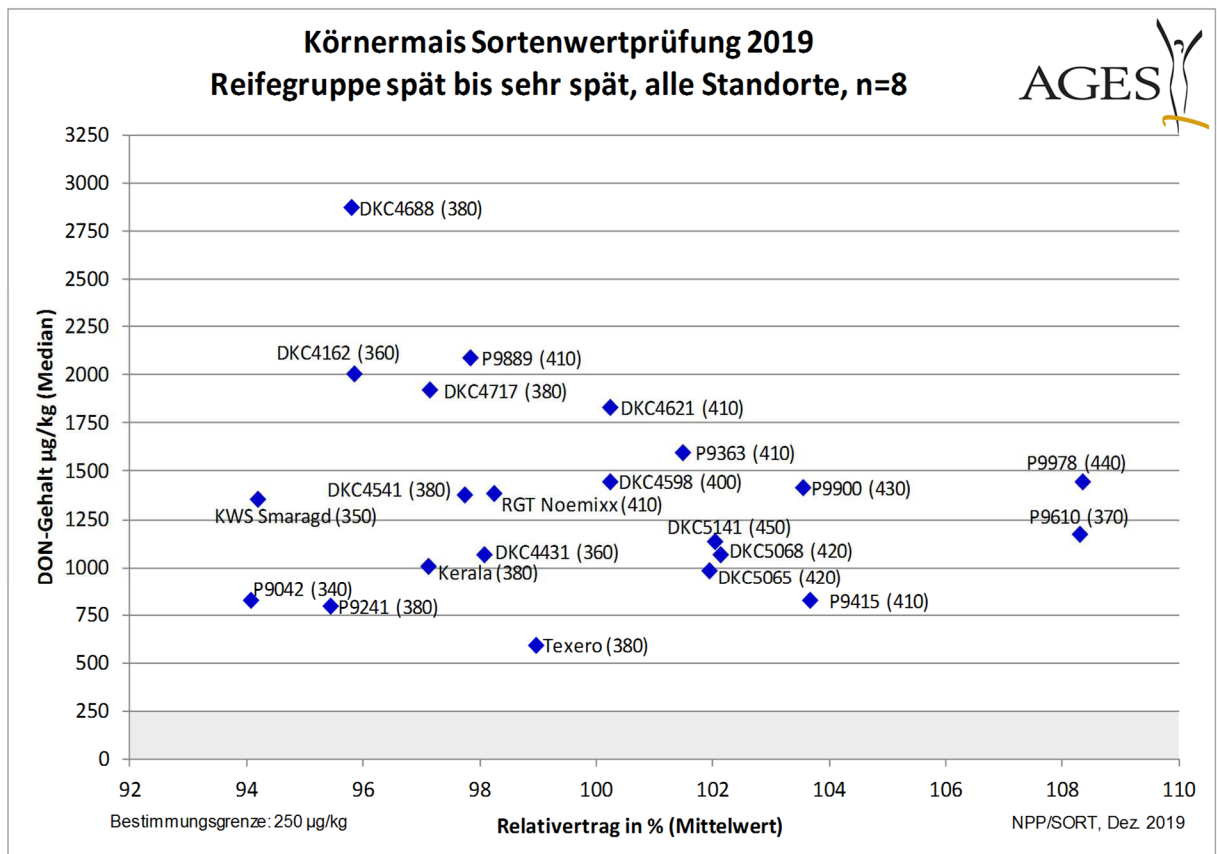


Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte (n=8)

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 17 nunmehr unmittelbar auch jene für das Nordalpine Feuchtgebiet.

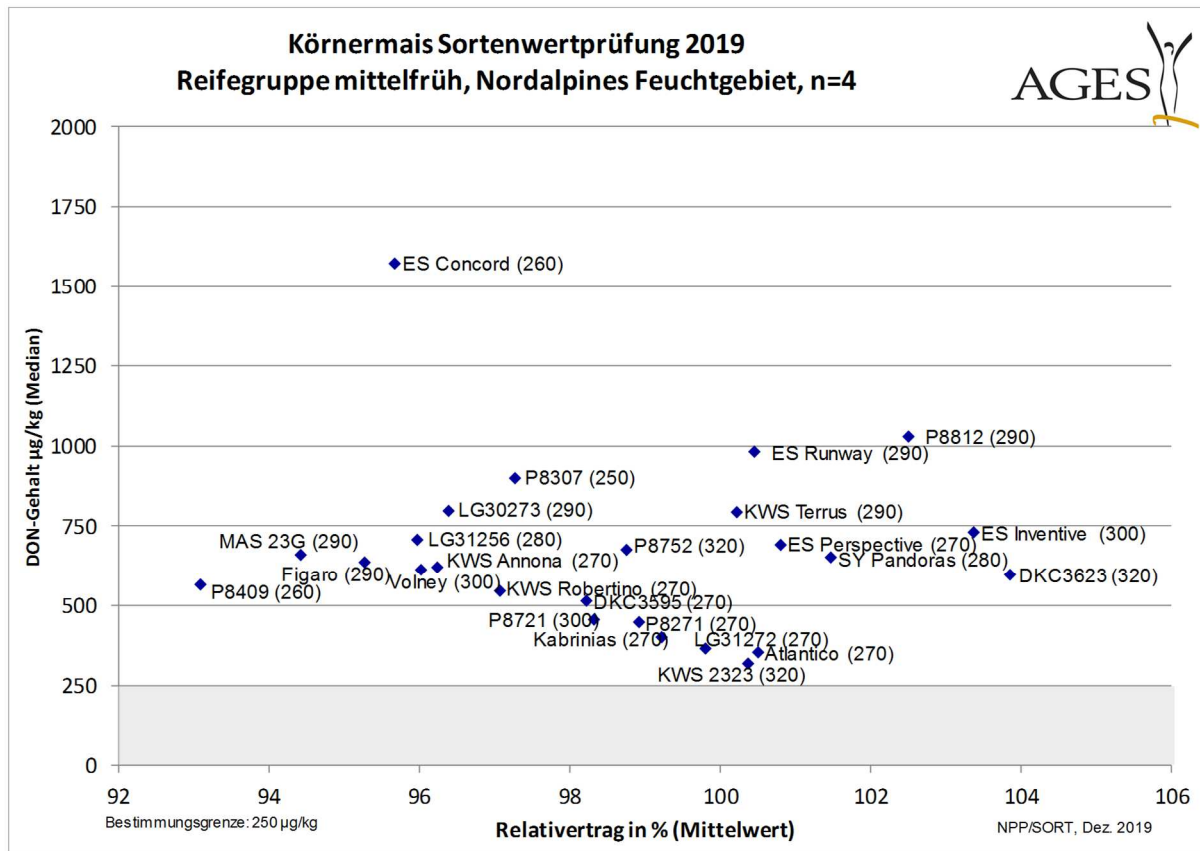


Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet (n=4)

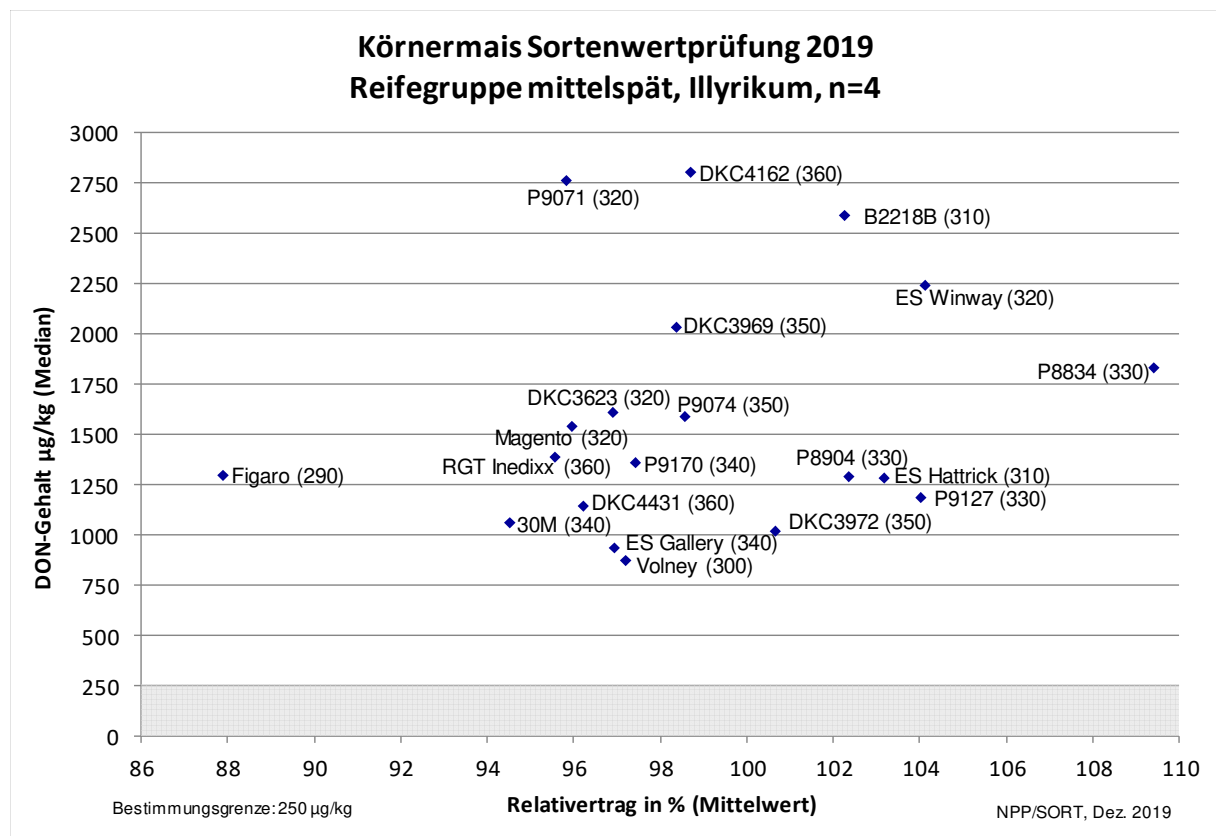


Abbildung 13: KM- Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum (n=4)

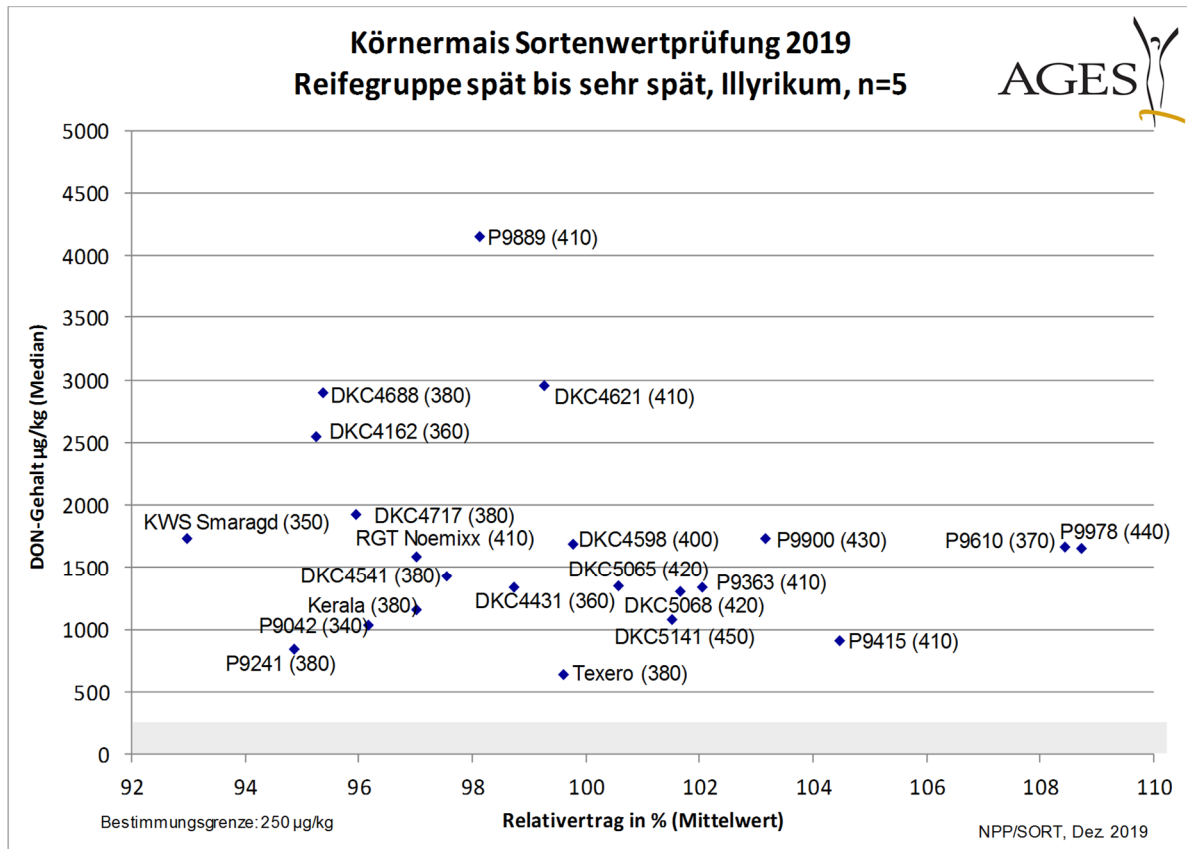


Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum (n=5)

## 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 2019 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

**Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2019**

Zearalenon	Reifegruppe sehr früh bis früh (n=3)		Reifegruppe mittelfrüh (n=3)		Reifegruppe mittelspät (n=4)		Reifegruppe spät bis sehr spät (n=5)		
	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	
<b>Bis 50 µg/kg</b>	LG30179	210	P8307	250	Figaro	290	P9042	340	
	DKC2684	220	ES Concord	260	Volney	300	DKC4431	360	
	KWS Magnet	220	P8409	260	B2218B	310	DKC4717	380	
	KWS Stabil	220	Atlantico	270	ES Hattrick	310	Kerala	380	
	DKC2990	230	DKC3595	270	DKC3623	320	P9241	380	
	ES Yakari	230	ES Perspective	270	ES Winway	320	Texero	380	
	P7404	230	Kabrinias	270	P9071	320	DKC4621	410	
	SY Talisman	240	KWS Annona	270	P8834	330	P9415	410	
	Agendo	250	KWS Robertin	270	P8904	330	RGT Noemixx	410	
	Amanova	250	LG31272	270	P9127	330	DKC5068	420	
	Amello	250	P8271	270	30M	340	DKC5141	450	
	LG30215	250	LG31256	280	ES Gallery	340			
	LG31219	250	SY Pandoras	280	P9170	340			
	Perrero	250	ES Runway	290	DKC3972	350			
	Ricardinio	250	Figaro	290	P9074	350			
	SY Abelardo	250	KWS Terrus	290	DKC4431	360			
	SY Calo	250	LG30273	290	RGT Inedixx	360			
	ES Katamaran	260	MAS 23G	290					
	ES Seafox	260	P8812	290					
	P7515	260	ES Inventive	300					
	RGT Chromixx	260	P8721	300					
			Volney	300					
			DKC3623	320					
			KWS 2323	320					
			P8752	320					
	<b>Bis 100 µg/kg</b>	-	-	-	-	Magento	320	KWS Smaragd	350
						DKC3969	350	DKC4162	360
					DKC4162	360	P9610	370	
							DKC4541	380	
							DKC4598	400	
						DKC5065	420		
<b>Bis 350 µg/kg</b>	-	-	-	-	-	-	DKC4688	380	
							P9889	410	
							P9900	430	
							P9978	440	
<b>Über 350 µg/kg</b>	-	-	-	-	-	P9363	410		

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, 2006/576/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 2019 festgestellten Gehaltswerte dargestellt.

**Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2019**

Fumonisine	Reifegruppe sehr früh bis früh (n=3)		Reifegruppe mittelfrüh (n=3)		Reifegruppe mittelspät (n=4)		Reifegruppe spät bis sehr spät (n=5)	
	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ	Sorte	RZ
<b>Bis 500 µg/kg</b>	LG30179	210	P8307	250	Volney	300	P9042	340
	DKC2684	220	ES Concord	260	DKC3623	320	KWS Smaragd	350
	KWS Magnet	220	P8409	260	ES Winway	320	DKC4162	360
	KWS Stabil	220	Atlantico	270	Magento	320	DKC4431	360
	DKC2990	230	DKC3595	270	P9071	320	DKC4541	380
	ES Yakari	230	ES Perspective	270	P8834	330	DKC4688	380
	P7404	230	Kabrinias	270	P8904	330	DKC4717	380
	SY Talisman	240	KWS Annona	270	P9127	330	Kerala	380
	Amanova	250	KWS Robertino	270	30M	340	P9241	380
	Amello	250	LG31272	270	ES Gallery	340	Texero	380
	LG30215	250	P8271	270	P9170	340	DKC4598	400
	LG31219	250	LG31256	280	DKC3972	350	P9415	410
	Perrero	250	SY Pandoras	280	P9074	350	DKC5065	420
	Ricardinio	250	ES Runway	290	DKC4431	360	DKC5068	420
	SY Abelardo	250	Figaro	290	RGT Inedixx	360	DKC5141	450
	SY Calo	250	KWS Terrus	290				
	ES Katamaran	260	LG30273	290				
	ES Seafox	260	MAS 23G	290				
	P7515	260	P8812	290				
	RGT Chromixx	260	ES Inventive	300				
		P8721	300					
		Volney	300					
		DKC3623	320					
		KWS 2323	320					
		P8752	320					
<b>Bis 1000 µg/kg</b>	-	-	-	-	Figaro	290	DKC4621	410
					B2218B	310	P9363	410
					ES Hattrick	310	RGT Noemixx	410
					DKC3969	350	P9978	440
<b>Bis 2000 µg/kg</b>	Agendo	250	-	-	-	-	P9610	370
							P9889	410
							P9900	430
<b>Bis 4000 µg/kg</b>	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Über 4000 µg/kg</b>	-	-	-	-	-	-	-	

### 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) 1881/2006idgF (Stand 30.08.2016)**

Erzeugnisse	Grenzwert (ppb) (µg/kg)	
<b><i>Deoxynivalenol</i></b>		
Unverarbeiteter Mais (außer Nassmahlen)	1750	
Maismahlfraktionen > 500 µm	750	
Maismahlfraktionen ≤ 500 µm	1250	
<b><i>Zearalenon</i></b>		
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	
<b><i>Fumonisine</i></b>		
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	
<b><i>Aflatoxine</i></b>		
	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 29.11.2019)**

<b>Erzeugnisse</b>	<b>Richtwert (ppb) (µg/kg)</b>
<b><i>Deoxynivalenol</i></b>	
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
<b><i>Zearalenon</i></b>	
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
<b><i>Fumonisine</i></b>	
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
<b><i>Aflatoxin B1</i></b>	
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 Milchschaften und Lämmern), Ziegen (außer Milchziegen und Ziegenlämmern), Schweine (außer Ferkeln) und Geflügel (außer Junggeflügel)	20
<b><i>T-2/HT-2-Toxin</i></b>	
Mischfuttermittel für Katzen	50



## 4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2019 .....	4
Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren.....	6
Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2019.....	7
Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren .....	9
Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2019.....	9
Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren .....	12
Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2019 im Körnermaisgebiet.....	12
Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte (n=6) .....	17
Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte (n=8) .....	17
Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte (n=8) .....	18
Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte (n=8) ...	18
Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet (n=4) .....	19
Abbildung 13: KM- Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum (n=4) .....	20
Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2019 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum (n=5).....	20

## 5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2019, WP2.....	3
Tabelle 2: Körnermaisproben 2019 der Landwirtschaftskammern .....	3
Tabelle 3: Nachweis (NG)- und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2019 eingesetzten ELISA-Test-Kits.....	5
Tabelle 4: DON-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen .....	7
Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2019 nach steigenden DON-Gehalten.....	8
Tabelle 6: ZEA-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen, µg/kg.....	10
Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2019 nach steigenden ZEA-Gehalten .....	11
Tabelle 8: FUM-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen in µg/kg .....	13
Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2019 nach Fumonisingehalten .....	13
Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2019.....	15
Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2019 .....	21
Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2019 .....	22
Tabelle 13: Grenzwerte für DON, ZEA und FUM und AFLA in Mais in Lebensmitteln gemäß VO (EG) 1881/2006 idgF (Stand 30.08.2016) .....	23
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 29.11.2019).....	24

## 6 Literaturverzeichnis

- AGES (Hrsg.), 2019: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2019 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21/2019, ISN 1560-635X, Wien. In Druck, <https://bsl.baes.gv.at/kulturen/mais-und-hirsearten/mais/>
- 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

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, 2019: [www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell](http://www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell)