

# **Monitoringprogramm für Mykotoxine in Körnermais 2022**

## **Abschlussbericht**

**Datenstand: Jänner 2023**

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

### **Autoren und Autorinnen:**

DI<sup>in</sup> Julia Kauschitz<sup>1)</sup>, Dr<sup>in</sup> Elisabeth Reiter<sup>1)</sup>, DI Klemens Mechtler<sup>1)</sup>, DI Hans Felder<sup>1)</sup>, Oliver Alber,  
M.A.<sup>1)</sup>

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

## ***Inhaltsverzeichnis***

|         |                                                                                  |    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | Versuchs- und Probenumfang, Parameter und Methoden 2022 .....                    | 3  |
| 1.1     | Probenumfang 2022 .....                                                          | 3  |
| 1.2     | Parameter und Analysenmethoden .....                                             | 4  |
| 1.3     | Analysentätigkeit 2022.....                                                      | 5  |
| 1.4     | Anmerkungen zur Datenauswertung .....                                            | 5  |
| 1.5     | Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung .....                            | 5  |
| 1.6     | Witterungsverlauf im Maisjahr 2022 .....                                         | 5  |
| 2       | Ergebnisse 2022 .....                                                            | 7  |
| 2.1     | Mykotoxingehalte 2022 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet..... | 7  |
| 2.1.1   | Deoxynivalenolgehalte der Haupternte .....                                       | 7  |
| 2.1.2   | Zearalenongehalte .....                                                          | 10 |
| 2.1.3   | Fumonisingehalte .....                                                           | 13 |
| 2.1.4   | Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte .....                      | 15 |
| 2.2     | Sortenspezifische Ergebnisse .....                                               | 17 |
| 2.2.1   | Deoxynivalenol .....                                                             | 17 |
| 2.2.1.1 | Einjährige Ergebnisse .....                                                      | 17 |
| 2.2.1.2 | Mehrjährige Ergebnisse .....                                                     | 23 |
| 2.2.2   | Zearalenon .....                                                                 | 26 |
| 2.2.3   | Fumonisine .....                                                                 | 28 |
| 3       | Grenz- und Richtwerte für Mykotoxine in Mais und Maisprodukten .....             | 29 |
| 4       | Abbildungsverzeichnis .....                                                      | 31 |
| 5       | Tabellenverzeichnis .....                                                        | 31 |
| 6       | Literaturverzeichnis .....                                                       | 32 |

## ***Abkürzungsverzeichnis***

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

# 1 Versuchs- und Probenumfang, Parameter und Methoden 2022

## 1.1 Probenumfang 2022

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

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

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

**Tabelle 2: Körnermaisproben 2022 der Landwirtschaftskammern**

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

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

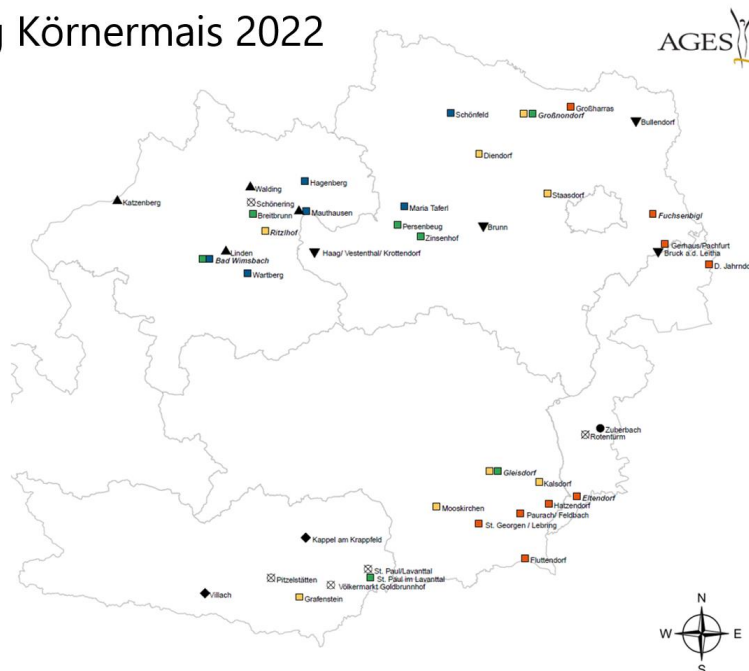
Der Probenumfang aus der amtlichen Sortenwertprüfung des zweiten Prüffjahres (Tabelle 1) wurde durch Proben aus mehrortigen Streifenversuchen der Landwirtschaftskammern ergänzt (Tabelle 2). Die Standorte der amtlichen Sortenwertprüfung (30 im Jahr 2022) ergeben gemeinsam mit den Versuchssorten der Landwirtschaftskammern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

## Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

### Übersicht der Versuchsorte

Farbe Streifenversuche in  
Skizze nach Reifegruppe

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



**Abbildung 1: WP2-Standorte und LWK-Versuchsorte 2022**

## 1.2 Parameter und Analysenmethoden

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

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

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

### 1.3 Analysentätigkeit 2022

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

### 1.4 Anmerkungen zur Datenauswertung

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

### 1.5 Regionale Gliederung in der Ergebnisdarstellung

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

### 1.6 Witterungsverlauf im Maisjahr 2022

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

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

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

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

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

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

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

## 2 Ergebnisse 2022

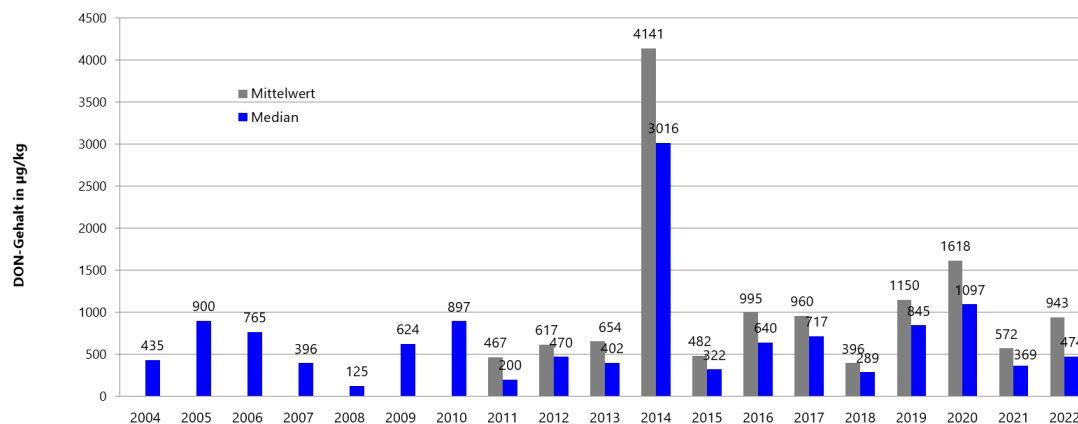
### 2.1 Mykotoxingehalte 2022 zur Haupternte und ihre Verteilung im Maisanbaugebiet

#### 2.1.1 Deoxynivalenolgehalte der Haupternte

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

## Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2022

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



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

**Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren**

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

# Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

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

Mediane der DON-Gehalte

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

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

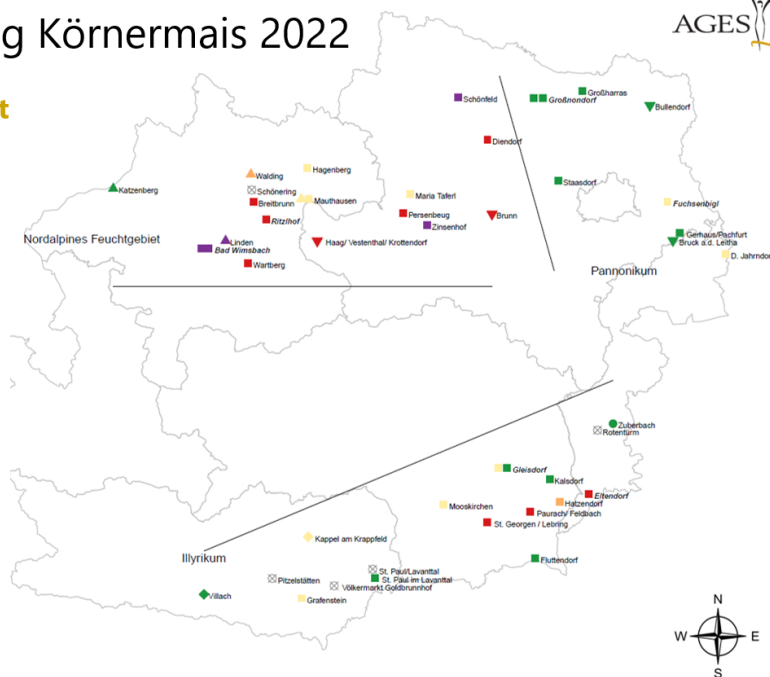


Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2022

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

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

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022



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

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

**Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2022 nach DON-Gehaltsklassen**

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

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

### 2.1.2 Zearalenongehalte

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

## Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2022

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

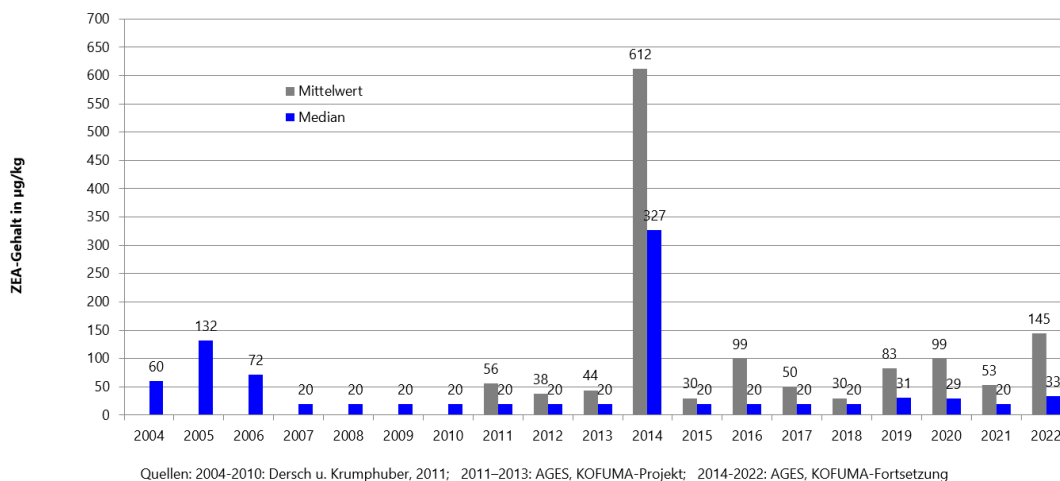


Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren

## Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

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



Mediane der ZEA-Gehalte

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

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

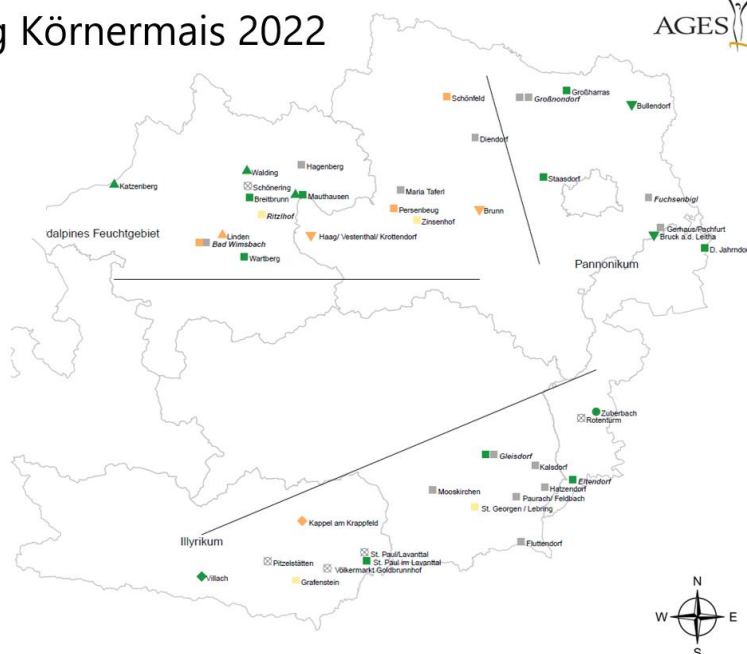


Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2022

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

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

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

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

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

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

**Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2022 nach ZEA-Gehaltsklassen**

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

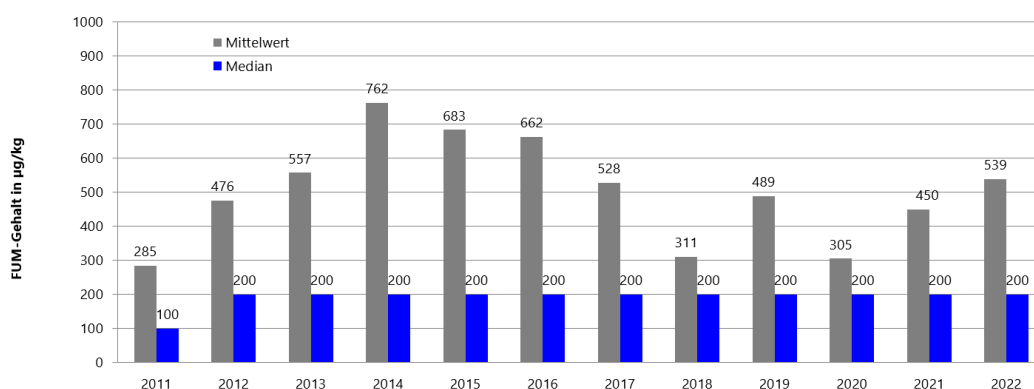
AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

### 2.1.3 Fumonisingehalte

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

## Mykotoxinmonitoring in Körnermais 2022

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



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

Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren

## Mykotoxinmonitoring Körnermais 2022

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



Mediane der FUM-Gehalte

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

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

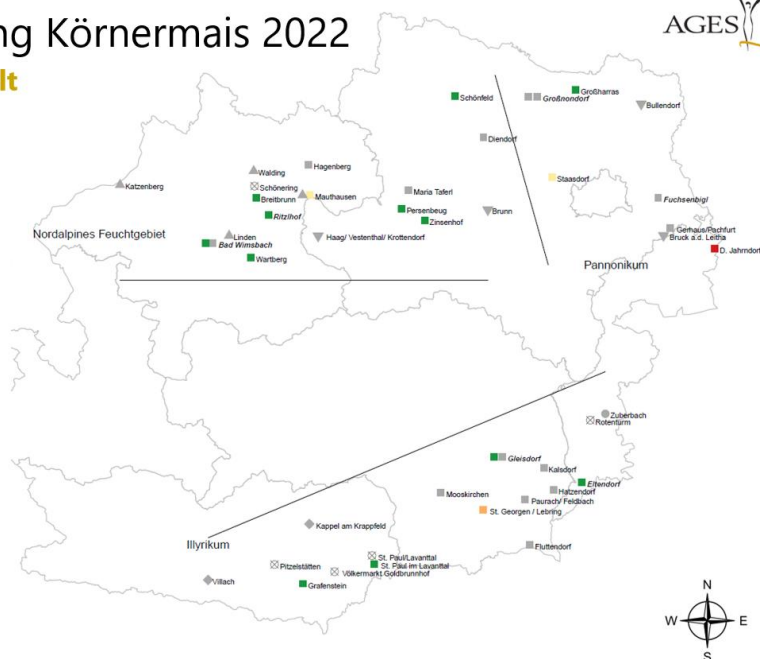


Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2022 im Körnermaisgebiet

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

| Anbaugesbiet | Anzahl | Mittelwert | KI (MW) |     | Median     | KI (Median) |     |
|--------------|--------|------------|---------|-----|------------|-------------|-----|
| <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 |
| <b>2020</b>  |        |            |         |     |            |             |     |
| Nordalpin    | 121    | <b>226</b> | 206     | 245 | <b>200</b> | 200         | 200 |
| Pannonikum   | 104    | <b>392</b> | 327     | 457 | <b>221</b> | 200         | 305 |
| Illyrikum    | 105    | <b>289</b> | 246     | 331 | <b>200</b> | 200         | 200 |
| <b>2021</b>  |        |            |         |     |            |             |     |
| Nordalpin    | 110    | <b>292</b> | 227     | 357 | <b>200</b> | 200         | 200 |
| Pannonikum   | 109    | <b>662</b> | 532     | 793 | <b>378</b> | 327         | 531 |
| Illyrikum    | 113    | <b>400</b> | 293     | 507 | <b>200</b> | 200         | 200 |
| <b>2022</b>  |        |            |         |     |            |             |     |
| Nordalpin    | 208    | <b>458</b> | 361     | 556 | <b>200</b> | 200         | 200 |
| Pannonikum   | 97     | <b>721</b> | 548     | 893 | <b>220</b> | 200         | 365 |
| Illyrikum    | 152    | <b>534</b> | 415     | 654 | <b>200</b> | 200         | 200 |

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

**Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2022 nach FUM-Gehaltsklassen**

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

AGES, KOFUMA-Fortsetzung 2022, Dezember 2022

#### 2.1.4 Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen bei der Haupternte

Die Analyse auf Aflatoxine, Ochratoxin A sowie der Summe an T-2/HT-2-Toxin 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 einem Standort (Breitbrunn, OÖ) über der Bestimmungsgrenze (1,1 µg/kg) nachgewiesen werden. Dies hat sich auch mit HPLC bestätigt. Hier ist eine genauere Beobachtung der Ernteware empfehlenswert.

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

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

**Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2022**

| Region                          |        | Versuchsort/Versuche                | Aflatoxin<br>B1+B2+G1+G2<br>µg/kg | T-2 + HT-2<br>Toxin<br>µg/kg | Ochratoxin A<br>µg/kg |
|---------------------------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| <b>Nordalpines Feuchtgebiet</b> | WP2    | Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG I  | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Wartberg, OÖ, RG I                  | <N                                | 33,2                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Schönfeld, NÖ, RG I                 | <N                                | 167,0                        | <N                    |
|                                 | WP2    | Mauthausen, OÖ, RG I                | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Hagenberg, OÖ, RG I                 | <N                                | 30,1                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Maria Taferl, NÖ, RG I              | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Zinsenhof, NÖ, RG II                | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Bad Wimsbach-Neydharting, OÖ, RG II | <N                                | 28,1                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Persenbeug, NÖ, RG II               | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Breitbrunn, OÖ, RG II               | 1,1                               | 26,7                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Ritzlhof, OÖ, RG III                | <N                                | 33,9                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Diendorf, NÖ, RG III                | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | LKNÖ   | Haag/Krottendorf, NÖ                | <N                                | 23,6                         | <N                    |
|                                 | LKNÖ   | Brunn-LFS Phyr, NÖ                  | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | LKOÖ   | Walding, OÖ                         | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | LKOÖ   | Mauthausen, OÖ                      | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | LKOÖ   | Katzenberg, OÖ                      | <N                                | 30,7                         | <N                    |
|                                 | LKOÖ   | Linden, OÖ                          | <N                                | <B                           | <N                    |
| <b>Pannonikum</b>               | WP2    | Großnondorf, NÖ, RG II              | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Großnondorf, NÖ, RG III             | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Staasdorf, NÖ, RG III               | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Pachfurt, Bgld, RG IV               | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Fuchsenbigl, NÖ, RG IV              | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Großharras, NÖ, RG IV               | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Deutsch Jahrndorf, Bgld, RG IV      | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | LKNÖ   | Bullendorf, NÖ                      | <N                                | 22,8                         | <N                    |
|                                 | LKNÖ   | Bruck a.d. Leitha, NÖ               | <N                                | <B                           | <N                    |
| <b>Illyrikum</b>                | WP2    | St. Paul im Lavanttal, Ktn, RG II   | <N                                | 28,7                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Gleisdorf, Stmk, RG II              | <N                                | 21,1                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Mooskirchen, Stmk, RG III           | <N                                | 35,3                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Kalsdorf, Stmk, RG III              | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Gleisdorf, Stmk, RG III             | <N                                | 23,0                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Grafenstein, Stmk, RG III           | <N                                | 34,4                         | <N                    |
|                                 | WP2    | St. Georgen, Stmk, RG IV            | <N                                | <B                           | <N                    |
|                                 | WP2    | Hatzendorf, Stmk, RG IV             | <N                                | 21,7                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Fluttendorf, Stmk, RG IV            | <N                                | 23,1                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Feldbach, Stmk, RG IV               | <N                                | 29,8                         | <N                    |
|                                 | WP2    | Eltendorf, Bgld, RG IV              | <N                                | 36,8                         | <N                    |
|                                 | LKBgld | Zuberbach, Bgld                     | <N                                | <N                           | <N                    |
|                                 | LKKtn  | Kappel am Krappfeld, Ktn            | <N                                | 82,5                         | <N                    |
|                                 | LKKtn  | Villach, Ktn                        | <N                                | 48,7                         | <N                    |

WP2 ... Sortenwertprüfung, 2. Prüfwahl

LK ... Versuche der Landwirtschaftskammern

&lt;N ... Wert liegt unter der Nachweisgrenze

&lt;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 (AGES, 2022a).

### **2.2.1 Deoxynivalenol**

#### **2.2.1.1 Einjährige Ergebnisse**

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

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

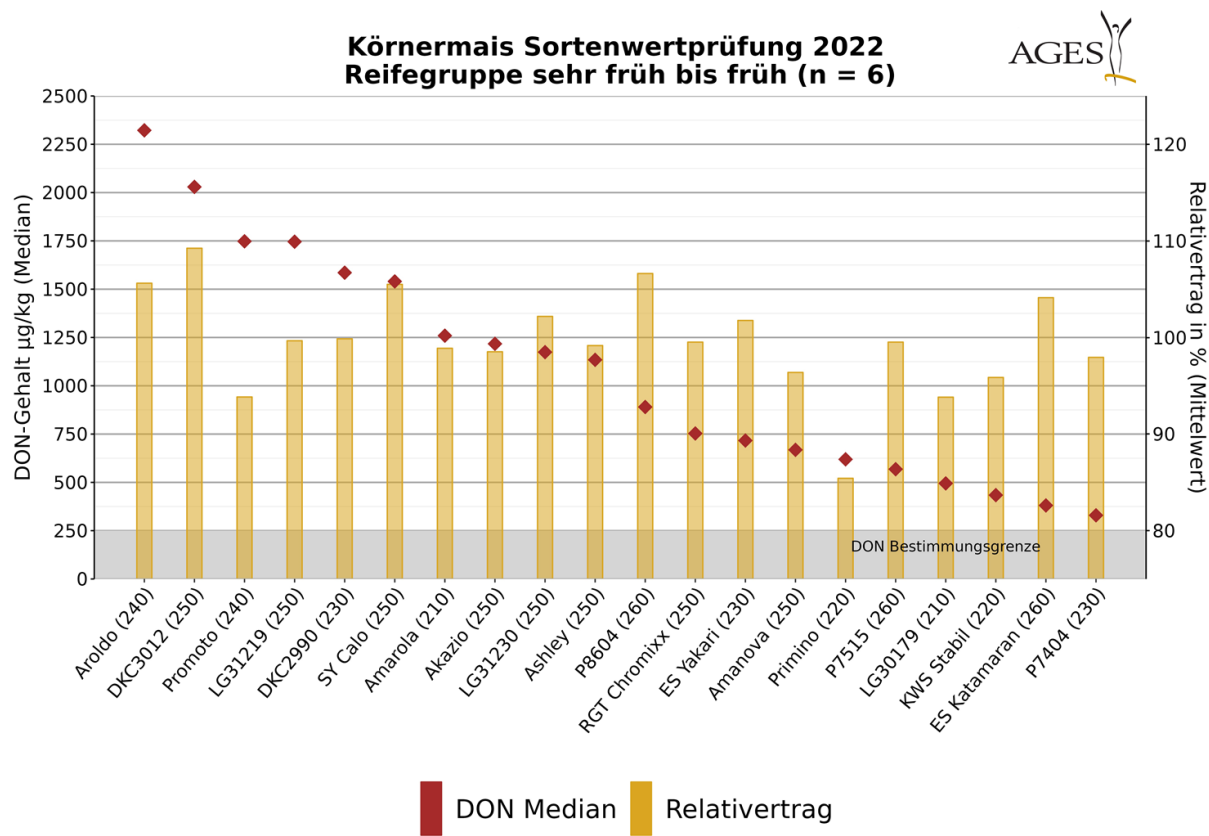


Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte

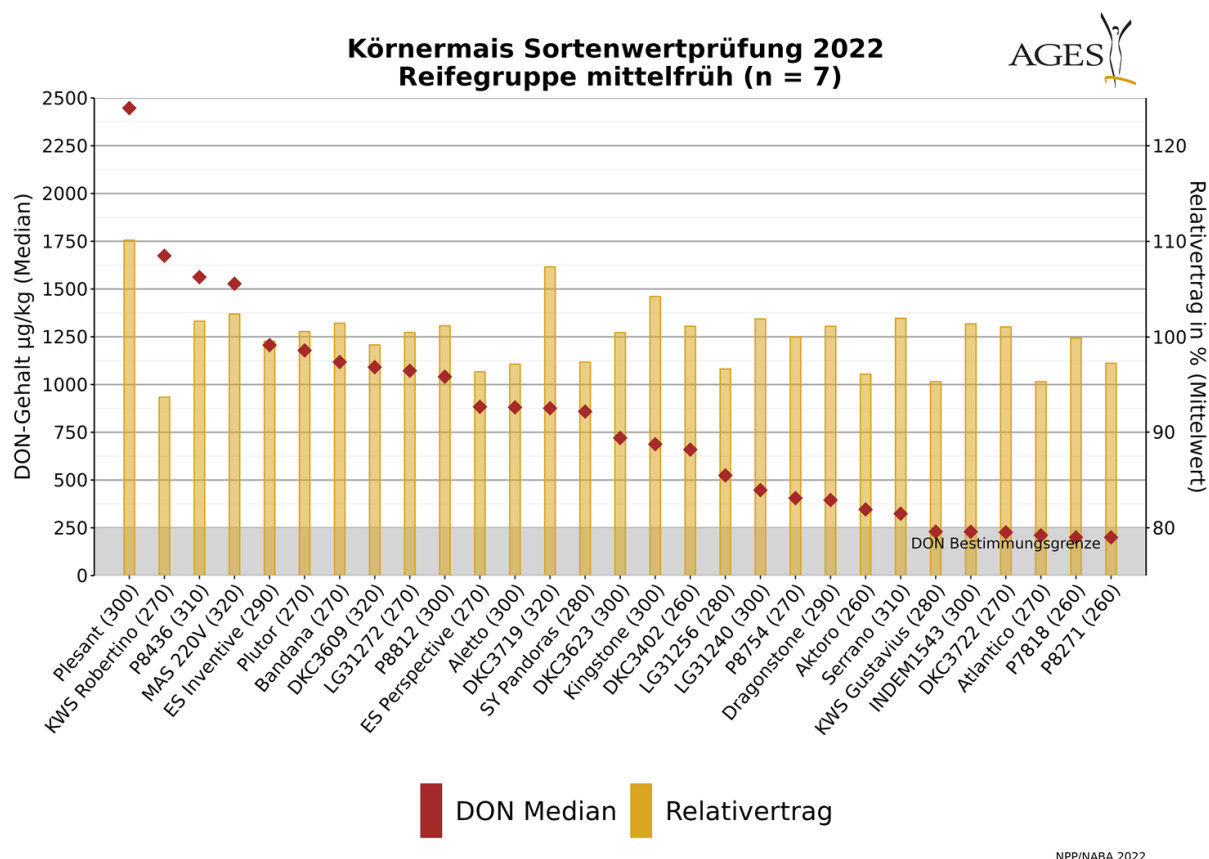


Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte

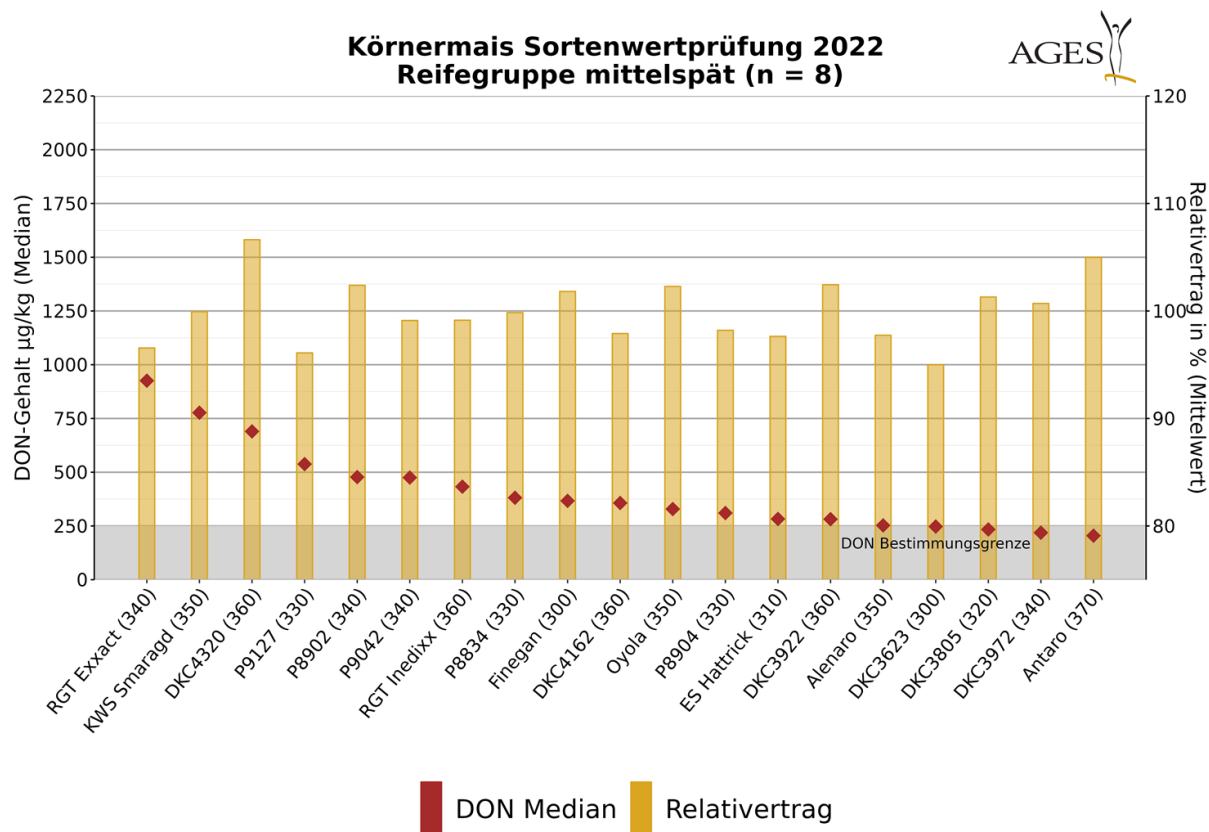


Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte

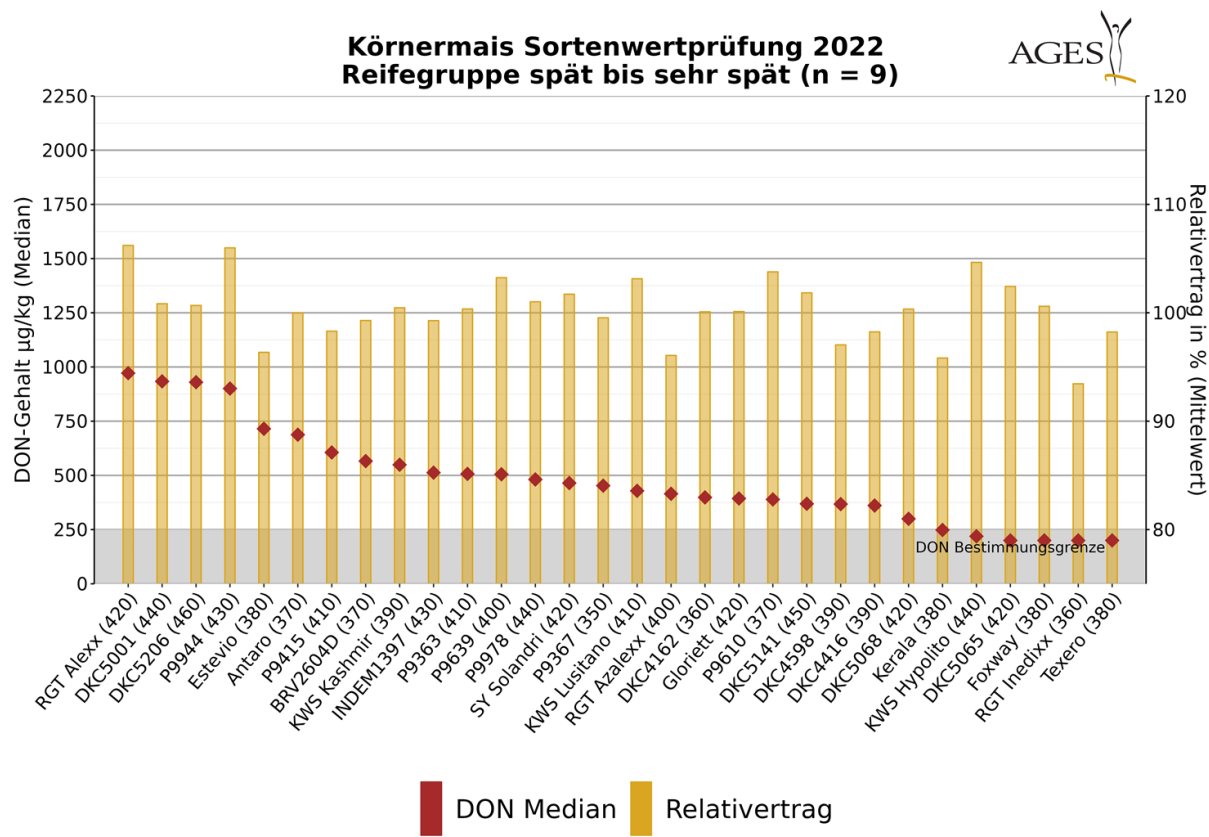
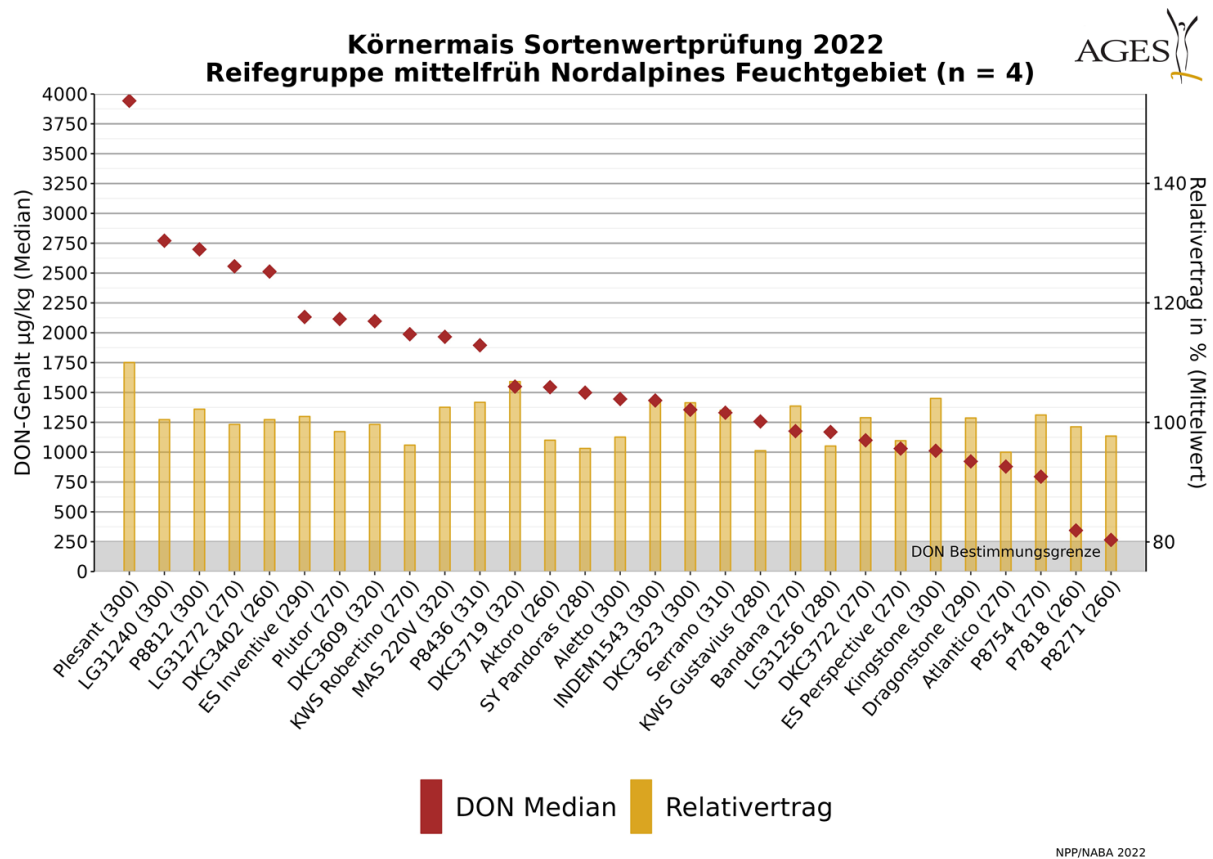


Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte

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



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

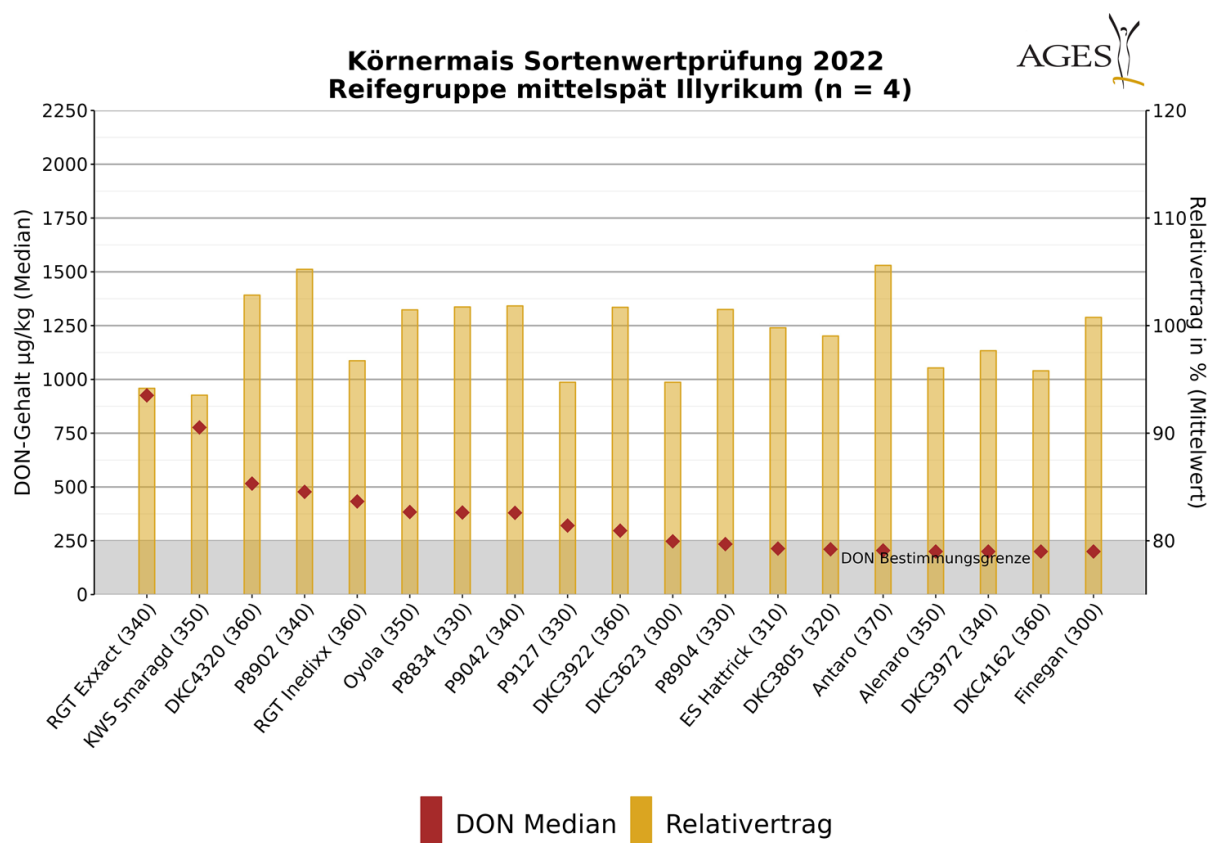


Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum

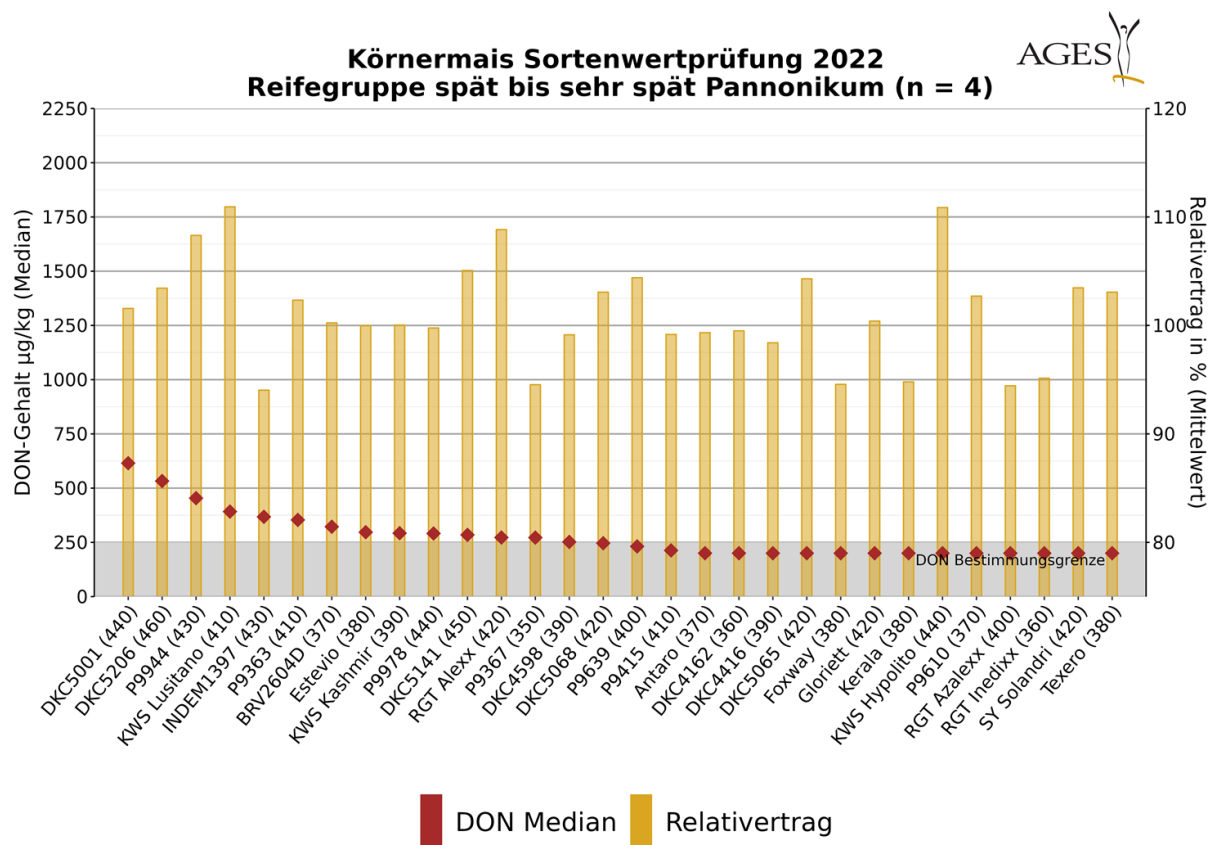


Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Pannonikum

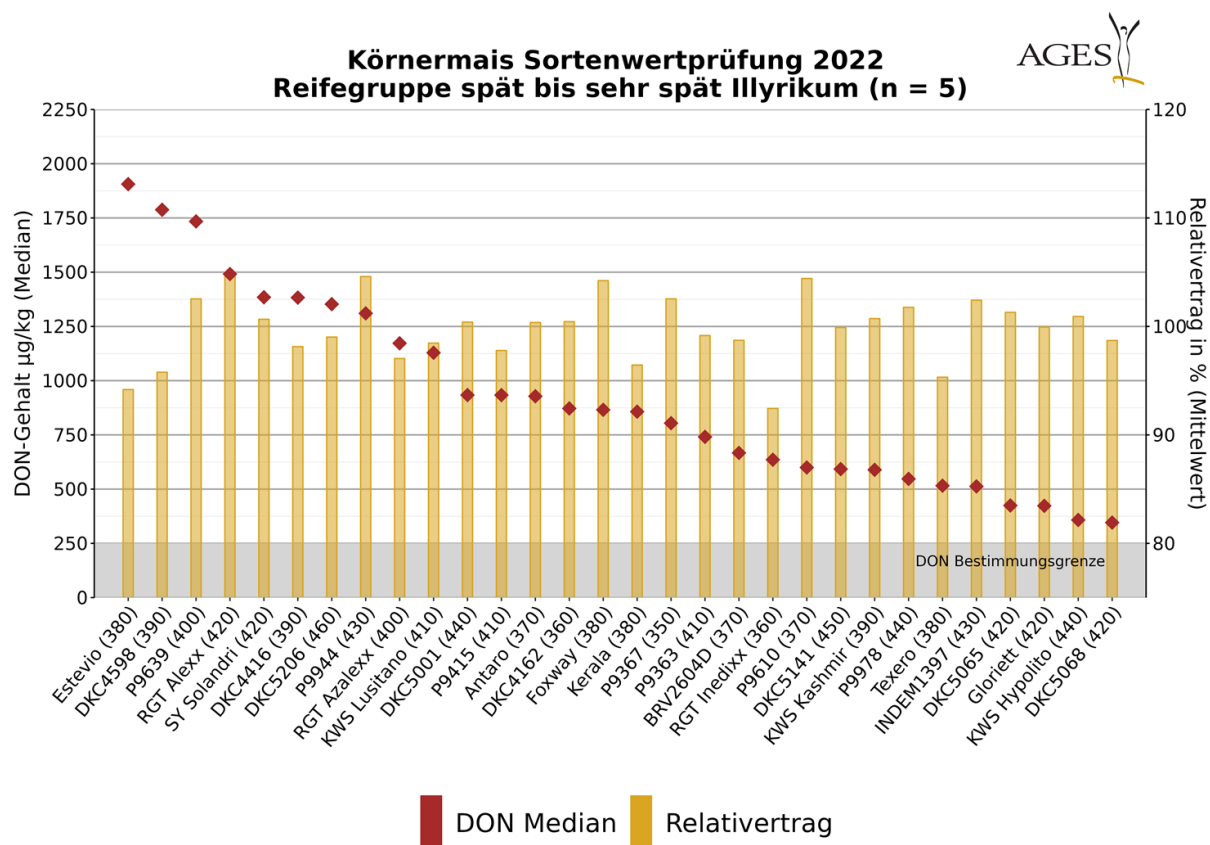


Abbildung 15: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum

### **2.2.1.2 Mehrjährige Ergebnisse**

Die mehrjährigen Darstellungen für den DON-Gehalt je Reifegruppe (Abb. 16 bis 19) basieren ausschließlich auf Ergebnissen aus den AGES-Sortenversuchen des jeweils 2. Wertprüfungsjahres und umfassen einen fünfjährigen Zeitraum (2018 bis 2022).

Wie bei den einjährigen Grafiken zum DON-Gehalt sei darauf hingewiesen, dass ein aussagekräftiger Vergleich auf Basis von Absolutwerten über die Reifegruppen hinweg nur bedingt möglich ist. Die Prüfstandorte für die Reifegruppen liegen naturgemäß zum Teil in verschiedenen Anbauregionen, die ihrerseits wieder witterungsbedingt unterschiedlichen Befallsdruck aufweisen können. Somit überschneiden einander genetische und gebietsspezifische Effekte in ihrer Auswirkung auf den Mykotoxingehalt.

Die sortenspezifischen, adjustierten Mittelwerte auf Basis des geometrischen Mittels für die DON-Gehalte liegen meist zwischen etwa 375 µg/kg bis 900 µg/kg.

Die natürliche DON-Belastung im Berechnungszeitraum 2018-2022 mit Jahres-Medianwerten von 289 µg/kg (2018) bis 1097 µg/kg (2020) (siehe Abbildung 2, S. 7) bewegte sich insgesamt auf einem niedrigen bis mittleren Niveau, mit Ausnahme der beiden Jahre 2019 und 2020. Die berechneten sortenspezifischen DON-Gehalte gelten insofern nur für eine vergleichbare natürliche Belastungssituation.

In feuchteren Jahren ist von entsprechend höheren DON-Gehalten auszugehen. Dieser Umstand muss insbesondere bei den für Kolbenfusariose stärker anfälligen Sorten (siehe AGES, 2022b) beachtet werden. Sortenunterschiede geben sich eher in Befallssituationen zu erkennen, insofern als das Befallsniveau anfälligerer Sorten dann bald deutlich ansteigt.

In den Grafiken zeigt sich in allen Reifegruppen ein breites Mittelfeld unter den Sorten. Sortenkandidaten, die in der Zulassungsprüfung eine starke Anfälligkeit für Kolbenfusariosen gezeigt haben, erhalten in Österreich keine Registrierung mehr.

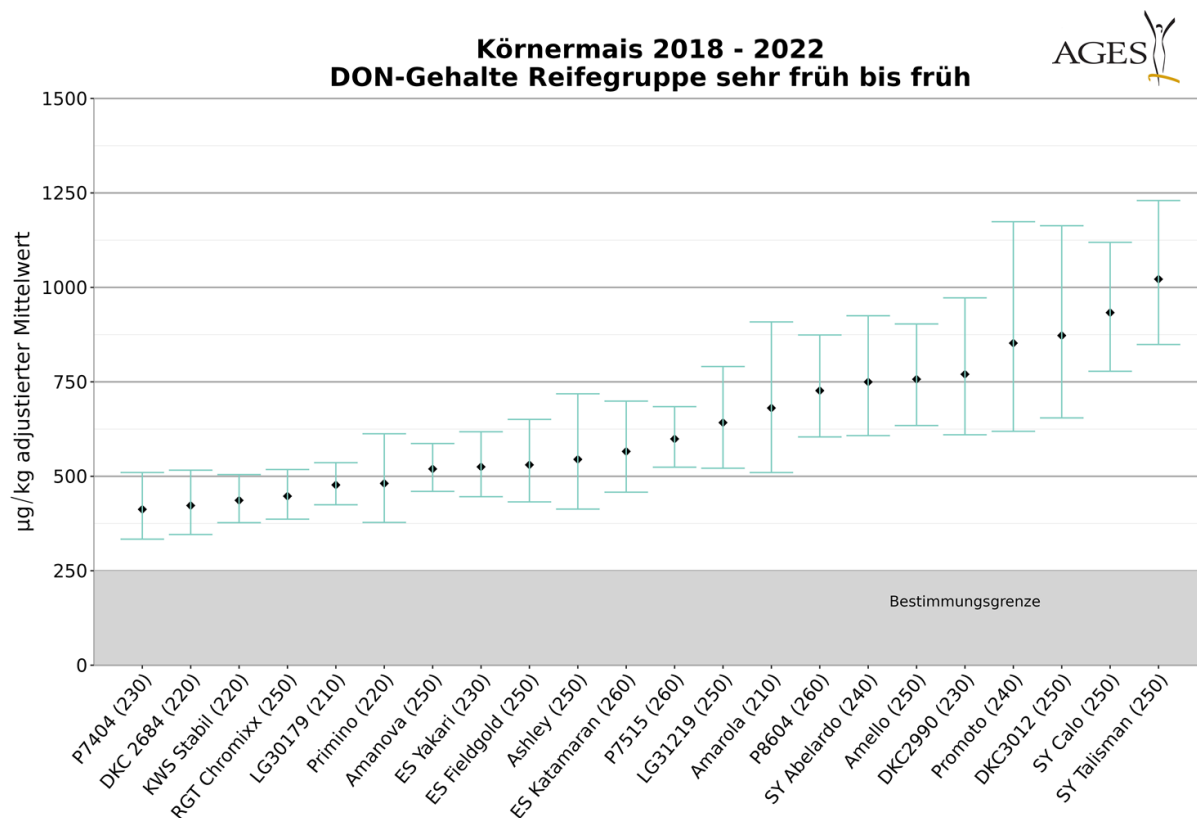


Abbildung 16: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte

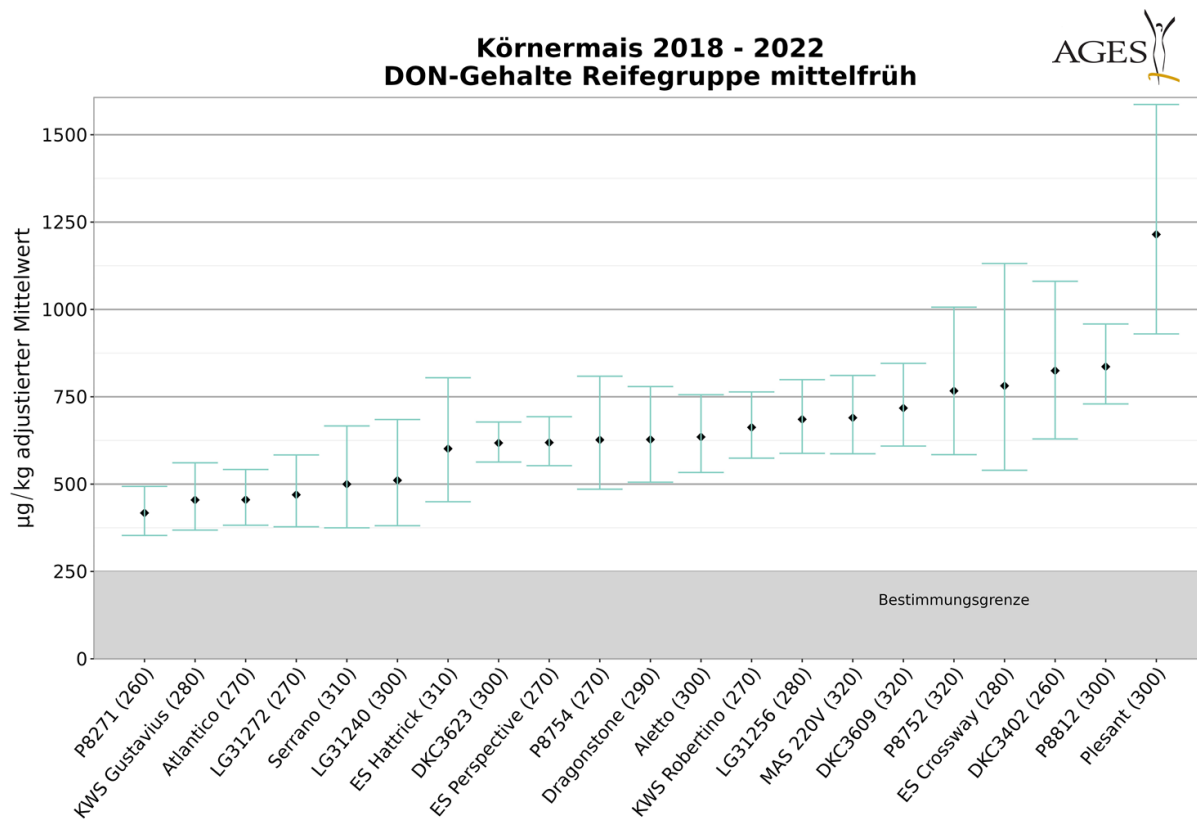
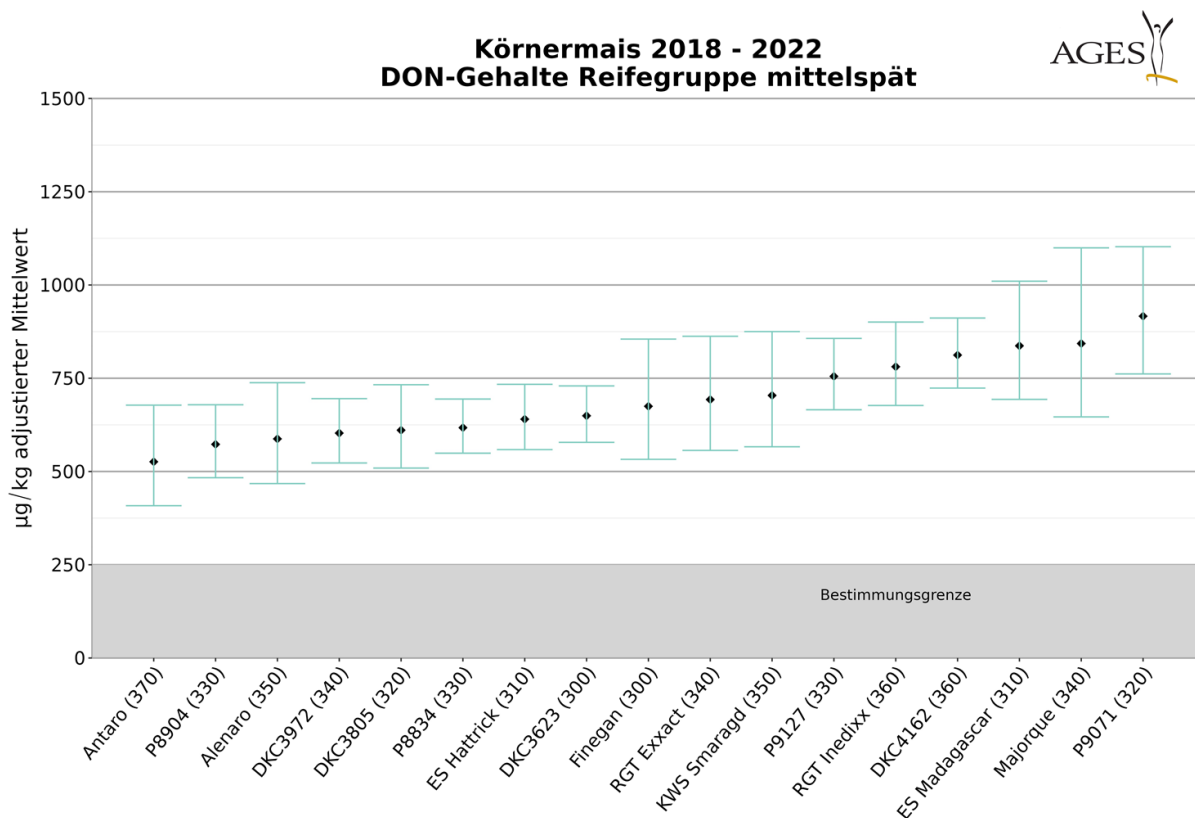
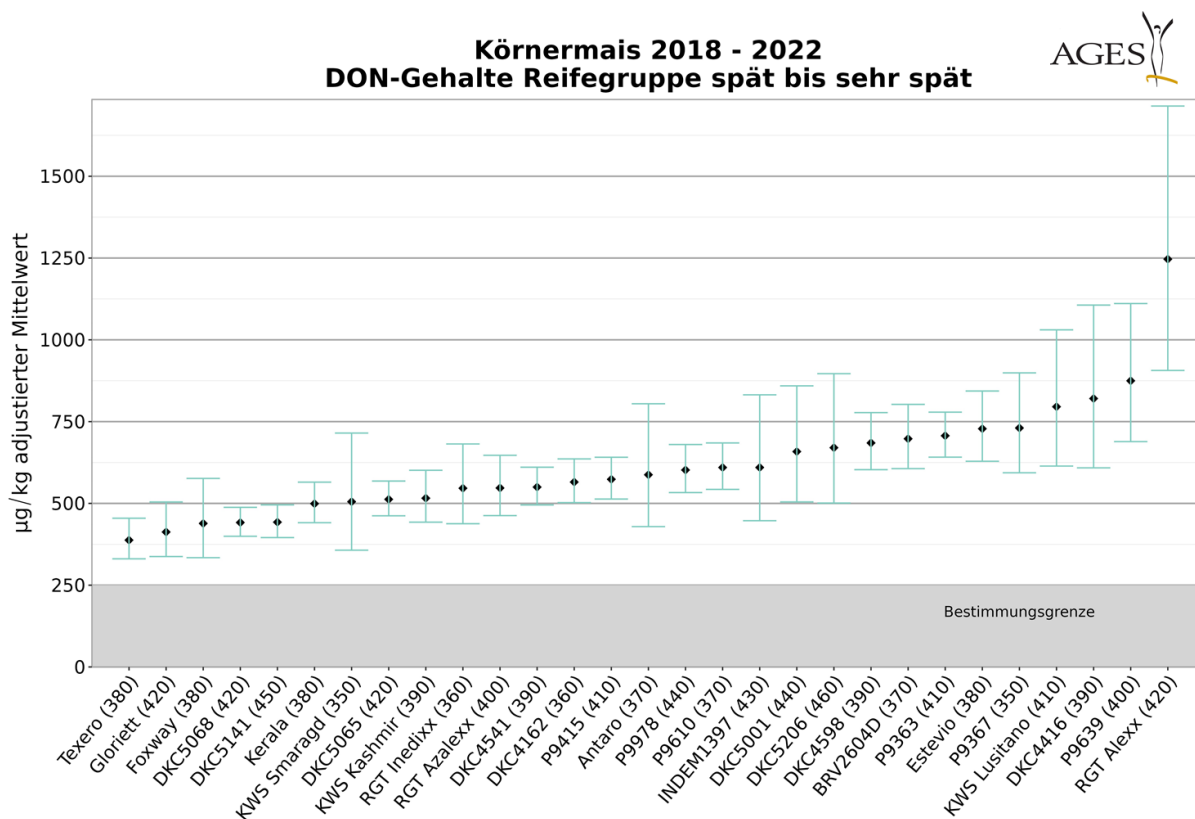


Abbildung 17: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe mittelfrüh, alle Sandorte





NPP/NABA 2022

**Abbildung 18: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe mittelspät, alle Sandorte**

NPP/NABA 2022

**Abbildung 19: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte**

### **2.2.2 Zearalenon**

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

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

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

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

### 2.2.3 Fumonisine

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

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

| Fumonisine             | Reifegruppe<br>sehr früh bis früh<br>(n=3) |     | Reifegruppe<br>mittelfrüh<br>(n=5) |     | Reifegruppe<br>mittelspät<br>(n=4) |     | Reifegruppe<br>spät bis sehr spät<br>(n=4) |     |
|------------------------|--------------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|--------------------------------------------|-----|
|                        | Sorte                                      | RZ  | Sorte                              | RZ  | Sorte                              | RZ  | Sorte                                      | RZ  |
| <b>Bis 500 µg/kg</b>   | Amarola                                    | 210 | DKC3402                            | 260 | DKC3623                            | 300 | P9367                                      | 350 |
|                        | LG30179                                    | 210 | P7818                              | 260 | Finegan                            | 300 | DKC4162                                    | 360 |
|                        | KWS Stabil                                 | 220 | P8271                              | 260 | ES Hattrick                        | 310 | RGT Inedixx                                | 360 |
|                        | Primino                                    | 220 | Atlantico                          | 270 | DKC3805                            | 320 | BRV2604D                                   | 370 |
|                        | DKC2990                                    | 230 | Bandana                            | 270 | P8834                              | 330 | P9610                                      | 370 |
|                        | ES Yakari                                  | 230 | DKC3722                            | 270 | P8904                              | 330 | Estevio                                    | 380 |
|                        | P7404                                      | 230 | ES Perspective                     | 270 | P9127                              | 330 | Foxway                                     | 380 |
|                        | Aroldo                                     | 240 | KWS Robertino                      | 270 | DKC3972                            | 340 | DKC4598                                    | 390 |
|                        | Promoto                                    | 240 | LG31272                            | 270 | P8902                              | 340 | RGT Azalexx                                | 400 |
|                        | Akazio                                     | 250 | Plutor                             | 270 | P9042                              | 340 | P9639                                      | 400 |
|                        | Amanova                                    | 250 | KWS Gustavus                       | 280 | RGT Exxact                         | 340 | KWS Lusitano                               | 410 |
|                        | Ashley                                     | 250 | LG31256                            | 280 | Alenaro                            | 350 | P9363                                      | 410 |
|                        | DKC3012                                    | 250 | SY Pandoras                        | 280 | KWS Smaragd                        | 350 | P9415                                      | 410 |
|                        | LG31219                                    | 250 | Dragonstone                        | 290 | Oyola                              | 350 | DKC5068                                    | 420 |
|                        | LG31230                                    | 250 | ES Inventive                       | 290 | DKC3922                            | 360 | Gloriett                                   | 420 |
|                        | RGT Chromixx                               | 250 | Aletto                             | 300 | DKC4162                            | 360 | RGT Alexx                                  | 420 |
|                        | ES Katamaran                               | 260 | DKC3623                            | 300 | DKC4320                            | 360 | SY Solandri                                | 420 |
|                        | P7515                                      | 260 | INDEM1543                          | 300 | RGT Inedixx                        | 360 | KWS Hypolito                               | 440 |
|                        | P8604                                      | 260 | Kingstone                          | 300 | Antaro                             | 370 | DKC5206                                    | 460 |
|                        |                                            |     | LG31240                            | 300 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | P8812                              | 300 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | Plesant                            | 300 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | P8436                              | 310 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | Serrano                            | 310 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | DKC3609                            | 320 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | DKC3719                            | 320 |                                    |     |                                            |     |
|                        |                                            |     | MAS 220V                           | 320 |                                    |     |                                            |     |
| <b>Bis 1000 µg/kg</b>  | -                                          | -   | -                                  | -   | -                                  | -   | Antaro                                     | 370 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | Kerala                                     | 380 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | Texero                                     | 380 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | DKC4416                                    | 390 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | KWS Kashmir                                | 390 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | DKC5065                                    | 420 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | INDEM1397                                  | 430 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | P9944                                      | 430 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | DKC5001                                    | 440 |
|                        |                                            |     |                                    |     |                                    |     | DKC5141                                    | 450 |
| <b>Bis 2000 µg/kg</b>  | SY Calo                                    | 250 | Aktoro                             | 260 | -                                  | -   | P9978                                      | 440 |
|                        |                                            |     | P8754                              | 270 |                                    |     |                                            |     |
| <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) 1881/2006 idgF (Stand 11.12.2020)**

| Erzeugnisse                                                                                                                                                    | Grenzwert (ppb)<br>(µg/kg) |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Deoxynivalenol</b>                                                                                                                                          |                            |                            |
| Unverarbeiteter Mais (außer Nassmahlen)                                                                                                                        |                            | 1750                       |
| Maismahlfraktionen > 500 µm                                                                                                                                    |                            | 750                        |
| Maismahlfraktionen ≤ 500 µm                                                                                                                                    |                            | 1250                       |
| <b>Zearalenon</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>Fumonisine</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>Aflatoxine</b>                                                                                                                                              | AFB1                       | Summe<br>B1, B2,<br>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)<br>(µg/kg) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <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 Milchschaafen 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 2022 .....                                         | 4  |
| Abbildung 2: Auftreten von Deoxynivalenol in Körnermais nach Jahren.....                           | 7  |
| Abbildung 3: Verteilung der Deoxynivalenolgehalte im Körnermaisgebiet 2022.....                    | 8  |
| Abbildung 4: Auftreten von Zearalenon in Körnermais nach Jahren .....                              | 10 |
| Abbildung 5: Verteilung der Zearalenongehalte im Körnermaisgebiet 2022.....                        | 10 |
| Abbildung 6: Auftreten von Fumonisin in Körnermais nach Jahren .....                               | 13 |
| Abbildung 7: Verteilung der Fumonisingehalte 2022 im Körnermaisgebiet .....                        | 13 |
| Abbildung 8: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte .....      | 18 |
| Abbildung 9: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, alle Standorte .....              | 18 |
| Abbildung 10: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, alle Standorte.....              | 19 |
| Abbildung 11: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte.....      | 19 |
| Abbildung 12: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelfrüh, Nordalpines Feuchtgebiet .....   | 20 |
| Abbildung 13: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe mittelspät, Illyrikum.....                   | 21 |
| Abbildung 14: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Pannonikum .....         | 21 |
| Abbildung 15: KM-Sortenwertprüfung 2022 – Reifegruppe spät bis sehr spät, Illyrikum .....          | 22 |
| Abbildung 16: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe sehr früh bis früh, alle Standorte ..... | 24 |
| Abbildung 17: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe mittelfrüh, alle Sandorte.....           | 24 |
| Abbildung 18: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe mittelspät, alle Sandorte .....          | 25 |
| Abbildung 19: KM-Sortenwertprüfung 2018-2022, Reifegruppe spät bis sehr spät, alle Standorte ..... | 25 |

## 5 Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Proben zur Haupternte bei AGES-Körnermais-Sortenprüfungen 2022, WP2.....                                                                                       | 3  |
| Tabelle 2: Körnermaisproben 2022 der Landwirtschaftskammern .....                                                                                                         | 3  |
| Tabelle 3: Nachweis- (NG) und Bestimmungsgrenzen (BG) der 2022 eingesetzten ELISA-Test-Kits.....                                                                          | 5  |
| Tabelle 4: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der DON-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....                                                      | 8  |
| Tabelle 5: Anteile der Maisproben 2022 nach DON-Gehaltsklassen .....                                                                                                      | 9  |
| Tabelle 6: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der ZEA-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....                                                      | 11 |
| Tabelle 7: Anteile der Maisproben 2022 nach ZEA-Gehaltsklassen .....                                                                                                      | 12 |
| Tabelle 8: Mittelwerte (MW), Mediane und Konfidenzintervalle (KI) der FUM-Gehalte nach Jahren und Anbauregionen.....                                                      | 14 |
| Tabelle 9: Anteile der Maisproben 2022 nach FUM-Gehaltsklassen.....                                                                                                       | 14 |
| Tabelle 10: Ergebnisse zu weiteren Mykotoxinen aus der Haupternte 2022 (Stand Dezember 2022) ..                                                                           | 16 |
| Tabelle 11: Sortenzuordnung nach ZEA-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2022 .....                                                                            | 27 |
| Tabelle 12: Sortenzuordnung nach FUM-Gehalten und Reifegruppen, Sortenwertprüfungen 2022 .....                                                                            | 28 |
| Tabelle 8: Grenzwerte für DON, ZEA und FUM und AFLA in Mais in Lebensmitteln gemäß VO (EG) 1881/2006 idgF (Stand 11.12.2020) .....                                        | 29 |
| Tabelle 9: Richtwerte von DON, ZEA und FUM in Futtermitteln gemäß Empfehlung 576/2006/EG bzw. Höchstwerte für Aflatoxine gemäß RL 2002/32/EG idgF (Stand 11.12.2020)..... | 30 |

## 6 Literaturverzeichnis

- AGES, 2022a: <https://bsl.baes.gv.at/kulturen/mais-und-hirsearten/mykotoxingehalte>
- AGES, 2022b: Österreichische Beschreibende Sortenliste 2022 Landwirtschaftliche Pflanzenarten – Mais. <https://bsl.baes.gv.at/kulturen/mais-und-hirsearten/mais/>
- Dersch, G., Krumphuber C., 2011: Wodurch Fusarien beeinflusst werden. Der Fortschrittliche Landwirt. Hft. 20 /2011. S 36-37.
- Europäisches Parlament, 2002: Richtlinie 2002/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung L 140/10
- Europäische Kommission, 2006a: Empfehlung der Kommission (2006/576/EG) vom 17. August 2006 betreffend das Vorhandensein von Deoxynivalenol, Zearalenon, Ochratoxin A, T-2- und HT-2-Toxin sowie Fumonisin in zur Verfütterung an Tiere bestimmten Erzeugnissen. Amtsblatt der Europäischen Union. L 229/7.
- Europäische Kommission, 2006b: Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. Amtsblatt der Europäischen Union. L 364/5.
- Europäische Kommission, 2013: Empfehlung der Kommission vom 27. März 2013 (2013/165/EU) über das Vorhandensein der Toxine T-2 und HT-2 in Getreiden und Getreideerzeugnissen. Amtsblatt der Europäischen Union. L 91/12
- Frisvad, J. C., et al. (2007). Mycotoxin producers. In. Food Mycology - A Multifaceted Approach to Fungi and Food. J. Dijksterhuis and R. A. Samson. Boca Raton, CRC Press: 135-159.
- Mechtler, K., Felder, H., Lemmens, M., Reiter, E., Kuchling, S., 2014: Optimierung einer zuverlässigen Methodik zur Bewertung der genetischen Bestimmtheit und Differenzierung der Anfälligkeit gegenüber Kolbenfusariosen im Maissortiment in Österreich- Projekt KOFUMA, Abschlussbericht.
- R CORE TEAM, 2015: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- ZAMG –Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2022: [www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell](http://www.zamg.ac.at/klima/klima-aktuell)