

# Fischfutter – was passiert, wenn es nicht gut gelagert wird?



**15.01.2019**

Dr. Constanze Pietsch

Fish Welfare Group  
Zurich University of Applied Sciences (ZHAW)  
Switzerland

# Entstehung von Pilzgiften (Mykotoxinen)

- **Kontamination auf dem Feld**



- **Kontamination bei der Lagerung**



# Welche Pilze bilden Mykotoxine?

Sehr viele verschiedene Gattungen und Arten

(in 28 Forellenfuttermitteln, Greco et al., 2015)



Pilzart	Häufigkeit [%]
<i>Aspergillus versicolor</i>	3.6
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	53.6
<i>Cladosporium herbarum</i>	3.6
<i>Eurotium repens</i>	21.4
<i>Eurotium rubrum</i>	14.3
<i>Eurotium sp.</i>	3.6
<i>Mucor sp.</i>	7.1
<i>Penicillium chrysogenum</i>	3.6
<i>Penicillium corylophilum</i>	3.6
<i>Penicillium crustosum</i>	3.6
<i>Penicillium expansum</i>	3.6
<i>Penicillium nalgiovense</i>	10.7
<i>Trichoderma harzianum</i>	3.6



# Welche Pilze bilden Mykotoxine?



Sehr viele verschiedene *Fusarium*-Arten

(Häufigkeit [%] in Maisproben in Polen, Gromadska et al., 2016)

0 %   
  < 10 %   
  10 -50 %   
  > 50 %

Jahr	Proben-anzahl	F. aven	F. cer	F. cul	F. gram	F. poae	F. sub	F. spor	F. vert
1985	106	Light Green	Red	Light Green	Light Green				
1986	80	Orange	Light Green	Light Green	Orange	Green	Orange	Light Green	Light Green
1987	70	Orange	Green	Green	Green	Light Green	Orange	Light Green	Light Green
1988	70	Green	Light Green	Green	Light Green	Green	Red	Green	Light Green
1989	90	Light Green	Green	Light Green	Green	Light Green	Red	Light Green	Light Green
1990	50	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Orange	Red	Light Green	Light Green
1991	50	Green	Light Green	Yellow	Yellow	Light Green	Red	Light Green	Light Green
1993	40	Red	Green	Light Green	Green	Light Green	Light Green	Light Green	Green
1995	50	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow
1999	48	Green	Green	Green	Green	Orange	Red	Light Green	Light Green
2006	35	Green	Green	Green	Green	Green	Orange	Green	Red
2013	80	Green	Green	Green	Light Green	Orange	Light Green	Green	Yellow
2014	100	Green	Green	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Yellow

# Lagerung

Wie wird das Futter gelagert?



# Sporen sind überall vorhanden

- daheim



- im Futterlager



# Jeder Pilz hat bestimmte Lagerbedingungen gern



## Temperatur

< 8°C wenig Wachstum  
zwischen 15 und 28 °C viel  
Pilzwachstum  
> 30°C zu warm



## Zeit

je länger desto mehr  
Toxine

## Nährstoffe

- Kohlenhydrate
- Stickstoffverbindungen
- Mikroelemente (Kupfer, Zink)



## Luft

- mind 1-2 % O<sub>2</sub>
- meist < 20 % CO<sub>2</sub>

## Feuchte

meist gilt, je feuchter desto  
mehr Pilzwachstum

## Licht

- meist gilt, je dunkler desto  
weniger Pilzwachstum
- blaues Licht hemmt Pilz-  
wachstum



# Versuchsaufbau

3.5 kg Futter pro 10 L Eimer

**feucht und kalt**

6-10 °C

70-80 % rel. Feuchte



**feucht und warm**

25-35 °C

70-80 % rel. Feuchte

**trocken und kalt**

6-10 °C

20-30 % rel. Feuchte



**trocken und warm**

25-35 °C

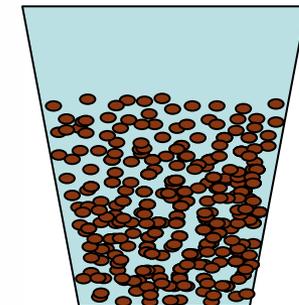
20-30 % rel. Feuchte



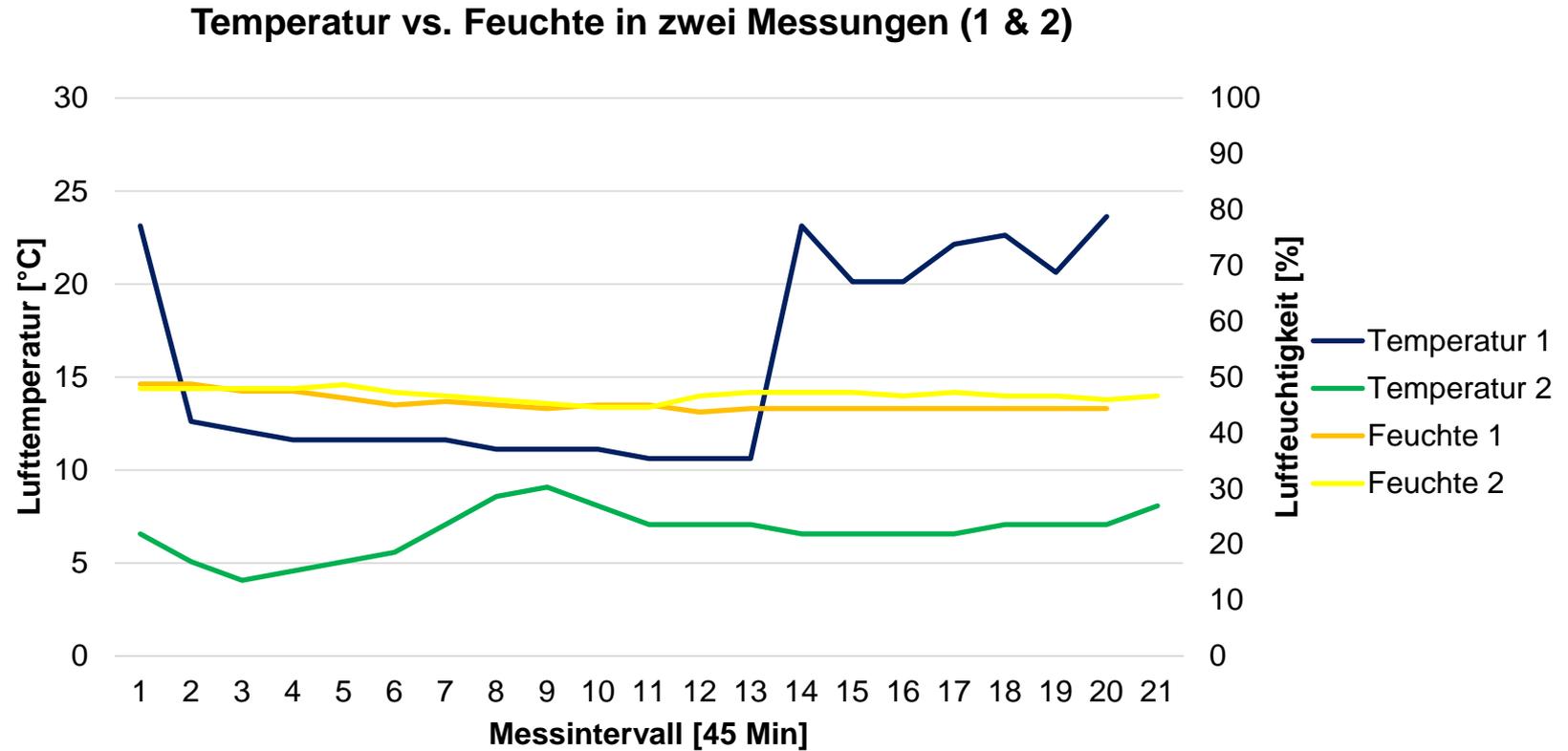
# Abschätzen der Luftfeuchtigkeit

Luft bei 30 °C und 75% relativer Feuchtigkeit beinhaltet etwa 20 g Wasser pro kg trockener Luft  
(Mollier-Diagramm, Energie + Innovation, 2016):

- Annahme: Luftdichte von 1.2 kg/m<sup>3</sup>
- Luftvolumen im Eimer 3 L, denn das Fassungsvermögen der Versuchseimer von 10 L wurde zu 7 L mit Fischfutter aufgefüllt
- 3 L Luft bei 30 °C und einer Feuchte von 75 % enthalten näherungsweise 0.05 g Wasser



# Einstellen der Feuchtigkeiten über Temperaturen



# Steigerung der Luftfeuchte

Temperaturbereich (°C)	Wasser (% Gewicht)	Wasser (g)	Dauer (h)	Messintervall (min)	Futtermenge (g)	Behältervolumen (L)
4 - 8	0	0	18.75	45	150	10
4 - 8	0	0	10.5			
4 - 8	3.3	5	14			
4 - 8	6.6	10	17			
4 - 8	20	30	17			
4 - 8	33	50	17			
4 - 8	50	75	13			
4 - 8	200	300	19			
21 - 25	0	0	26			
21 - 25	6.6	10	20			
21 - 25	33	500	20			
21 - 25	83	1250	20			
21 - 25	166	250	20			



# Senken der Luftfeuchte

Temperaturbereich (°C)	Silicagel (% Gewicht)	Silicagel (g)	Dauer (h)	Messintervall I (min)	Futtermenge (g)	Behältervolumen (L)
4 - 8	10	15	13.5	45	150	10
4 - 8	10	15	10.5			
4 - 8	33	50	17			
4 - 8	50	75	17			
4 - 8	66	99	13			
4 - 8	100	150	17			
21 - 25	10	15	11			
21 - 25	10	15	12			
21 - 25	100	150	16			
21 - 25	300	450	16			



# Versuchsaufbau

- Einstellen der Luftfeuchtigkeit:

Temperaturniveau	Feuchteniveau	Wasserzugabe (g)	Silicagel-Zugabe
tief	tief	0	500
tief	hoch	350	0
hoch	tief	0	500
hoch	hoch	350	0



# Versuchsaufbau

- Versuch über 4 Wochen
- Kommerzielles Futtermittel für Forellen (4.5 mm Pellets),  
Herstellerangaben:

Nährstoff	% im Futter
Rohprotein	40.6
Rohfett	29.3
Asche	7.6

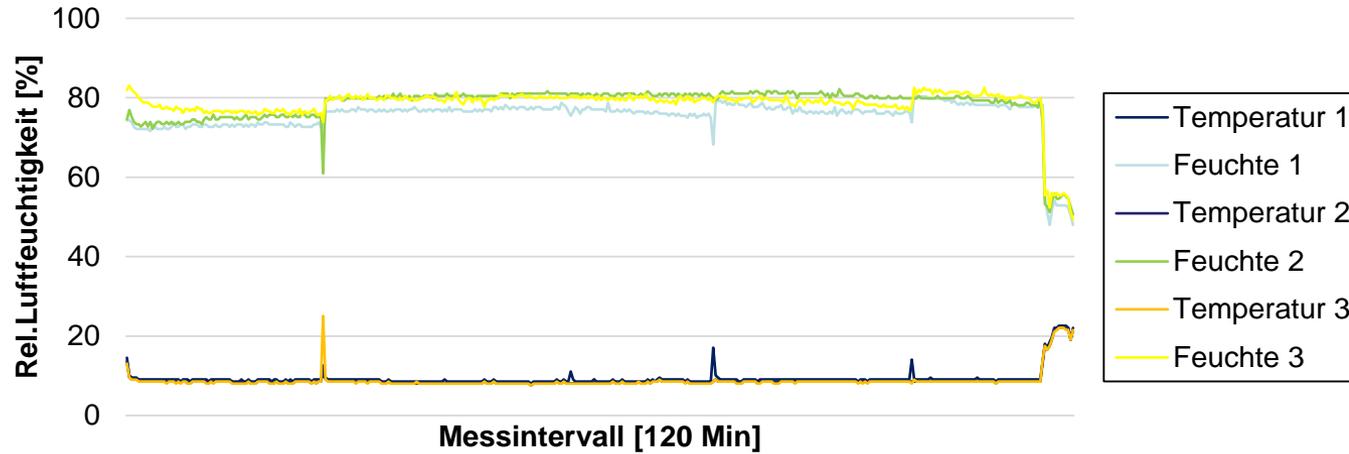


Inhaltsstoffe: Fischmehl, Fischöl, Weizen, Hämoglobinpulver,  
Geflügelfleischmehl, Mineralien, Hefe, Dextrose, Weizenkeimkuchen,  
Weizenkeimöl, Leinöl, Sojaöl, Vitamine

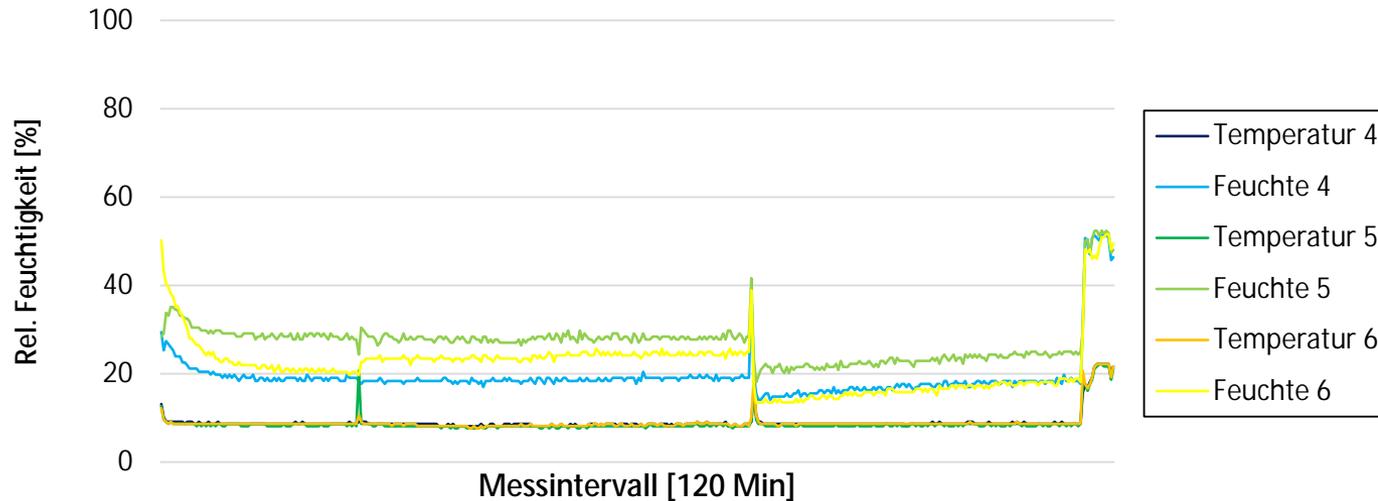


# Temperatur- und Feuchte-Logging

## Tiefe Temperatur/Hohe Feuchtigkeit



## Tiefe Temperatur/Tiefe Feuchtigkeit



# Mikrobielle Belastung

Agarplatten für 72 und 96 h bei 25°C:



- Plate Count Agar (PCA)
- Agar mit Bengalrot
- Agar mit Yeast Extract & Chloramphenicol
- Trypton-Agar mit TTC
- DG18 Agar (mit Glycerol)

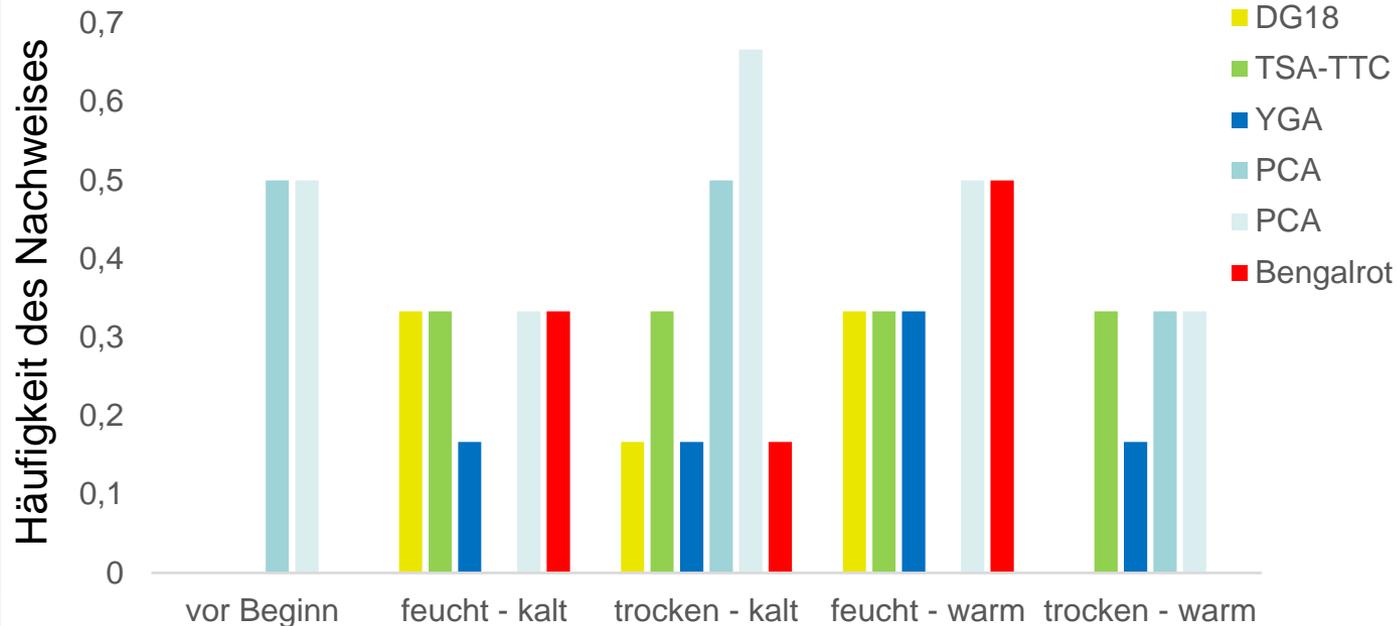
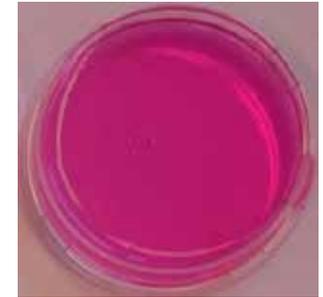


# Mikrobielle Belastung

Agarplatten für 72 und 96 h bei 25°C:

= Scoring 1.0 = beide Agarplatten infiziert

= Scoring 0.5 = eine der beide Agarplatten infiziert

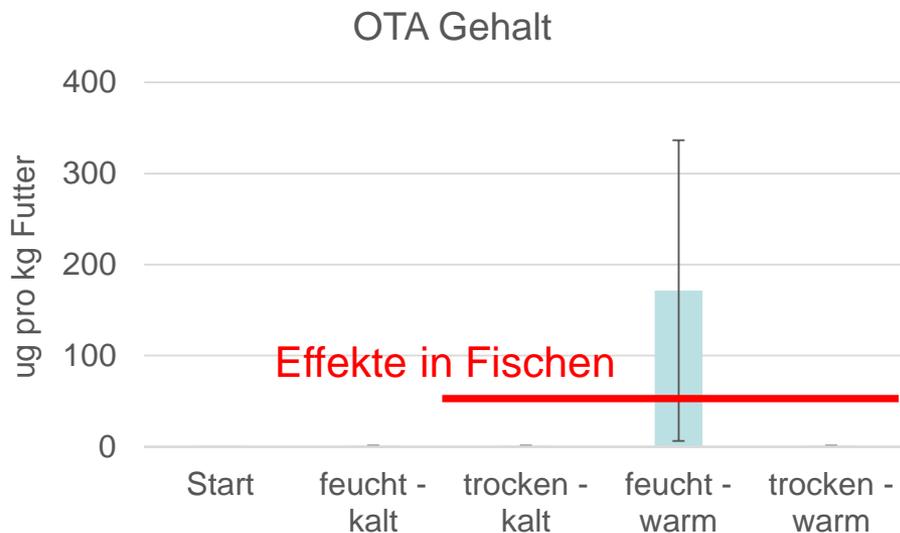
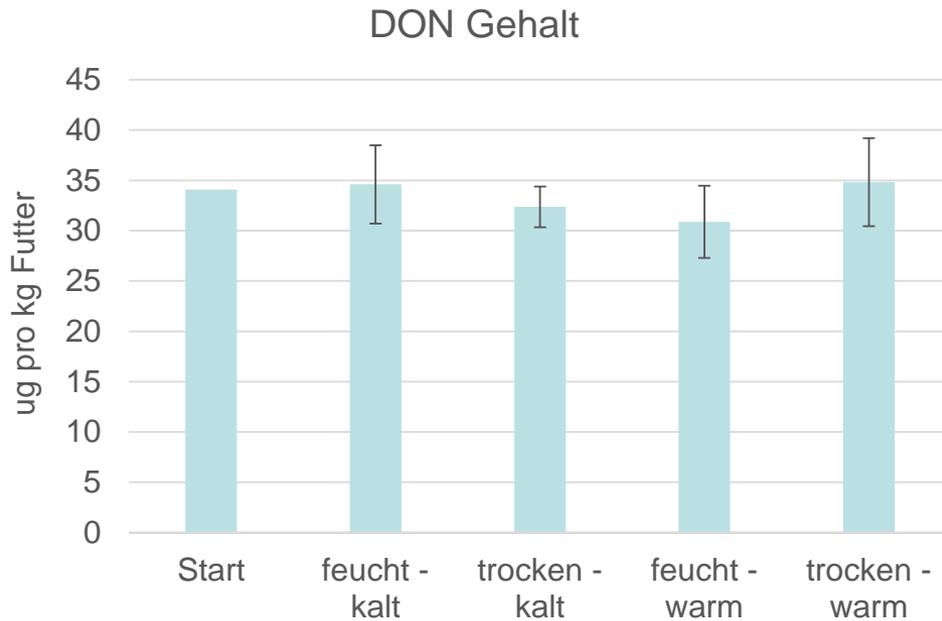


# Mikrobielle Belastung

Verschiedene Pilzgattungen waren vorhanden



# Mycotoxinanalysen

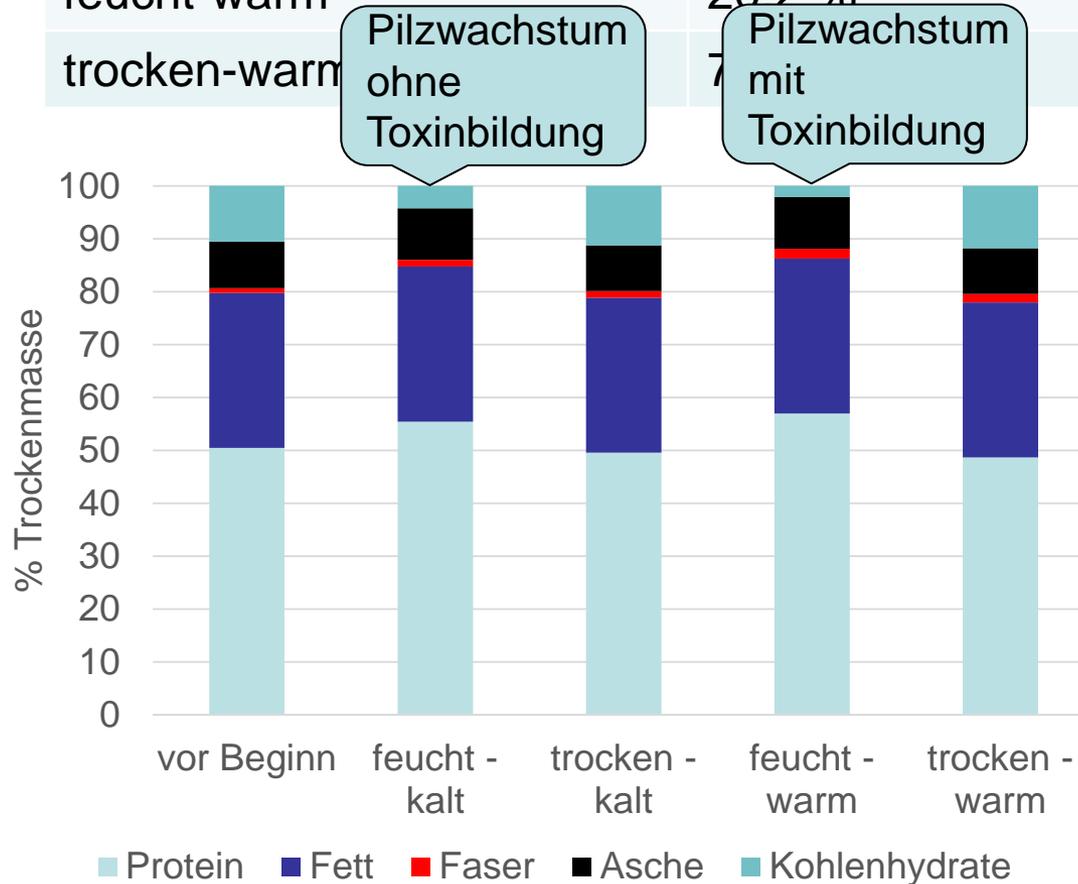


- keine Aflatoxine
- kein T2 und H-T2 Toxin
- kein Zearalenon
- Kein Beauvericin
- kein Fumonisin B1 und B2
  
- 14 µg/kg für ENN B (nur im Startfutter gemessen)



# Nährstoffanalysen

Wassergehalt	% im Futter
Start	8.8 %
feucht-kalt	19.0 %
trocken-kalt	8.3 %
feucht-warm	20.2 %
trocken-warm	7.7 %



# Schlussfolgerung

- einige Mykotoxine kommen bereits im Futter vor
- andere Mykotoxine werden erst bei der Lagerung gebildet
- Qualität der Futtermittel wird durch Lagerung verändert
- längere Versuche/andere Futtermittel wären interessant gewesen

