Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

Thüringer Düngungs- und Pflanzenschutztagung
Erfurt, 20. November 2019

////////////

***Dr. Peter Dahmen*, Dr. P. Beuters,**
K. Färber, Dr. F. Göhlich, Dr. A. Görtz,
Dr. K. Kather, Dr. A. Mehl, Dr. K. Stenzel

BAYER AG

Wer bin ich?

Dr. Peter Dahmen

Bayer AG-CS-RD-SMol-DC-DCB-P&PS, Monheim
peter.dahmen@bayer.com

Beruflicher Lebenslauf:

seit 2018	Laborleiter P&PS; Disease Control Biology
2003 - 2018	Laborleiter Profiling (Getreide, Obst & Gemüse)
1999 - 2002	Laborleiter Field Profiling; Herbicide Institute
1997 - 1998	EDM; Agronomic Development
1991 - 1996	Laborleiter Profiling; Bayer AG, Herbizid Institut
1990 - 1991	Wissenschaftlicher Mitarbeiter; Universität Bonn
1987 - 1989	Doktorand; Universität Bonn
1981 - 1986	Studium Agrarwissenschaften, Universität Bonn

Fachliche Kompetenz:

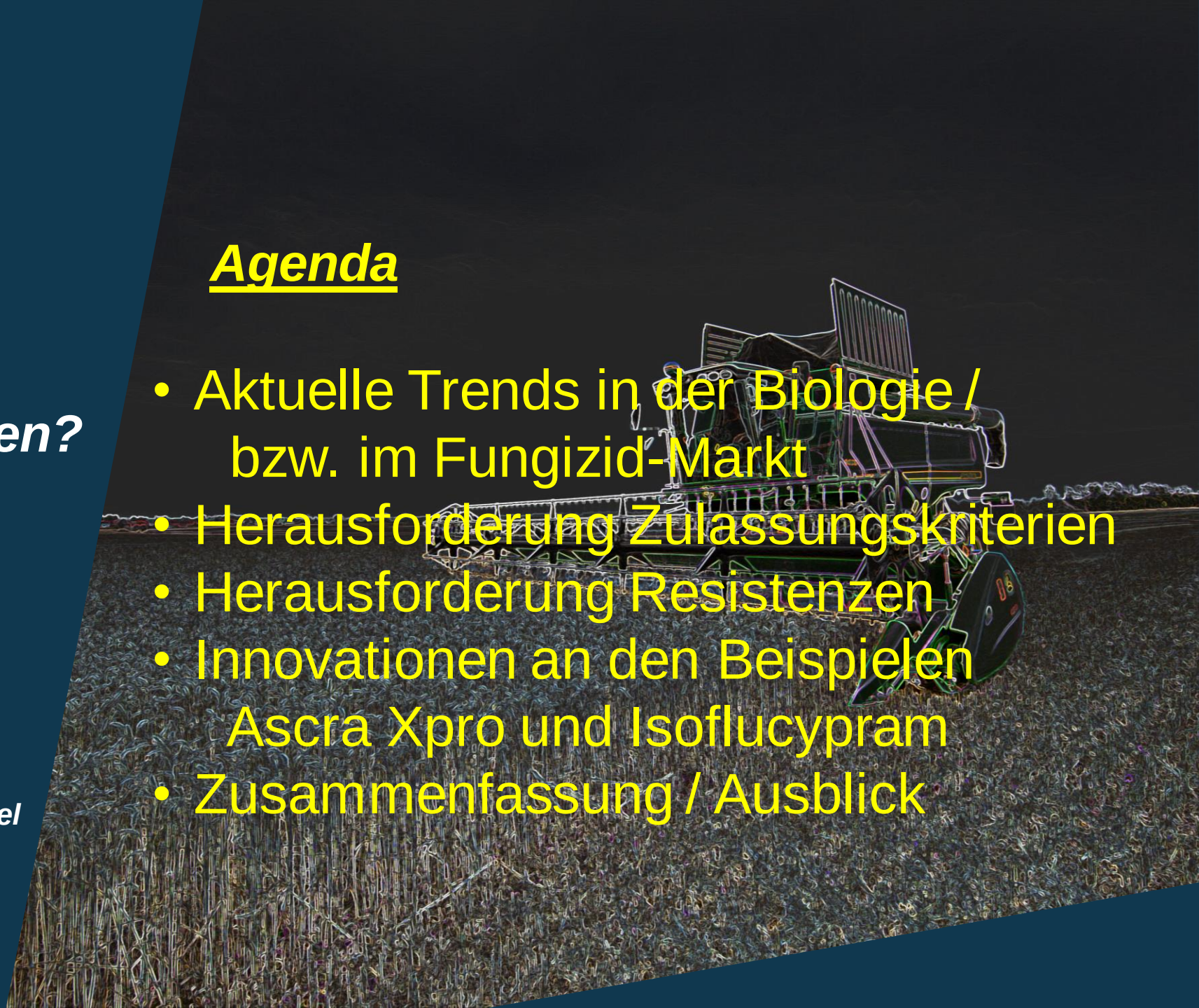
- umfangreiche Kenntnisse und praktische Erfahrungen in wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen
- langjährige Erfahrungen in Forschung und Entwicklung von Herbiziden und Fungiziden

Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

//////////

Dr. Peter Dahmen, Dr. P. Beuters, K. Färber, Dr. F. Göhlich, Dr. A. Görtz, Dr. K. Kather, Dr. A. Mehl, Dr. K. Stenzel

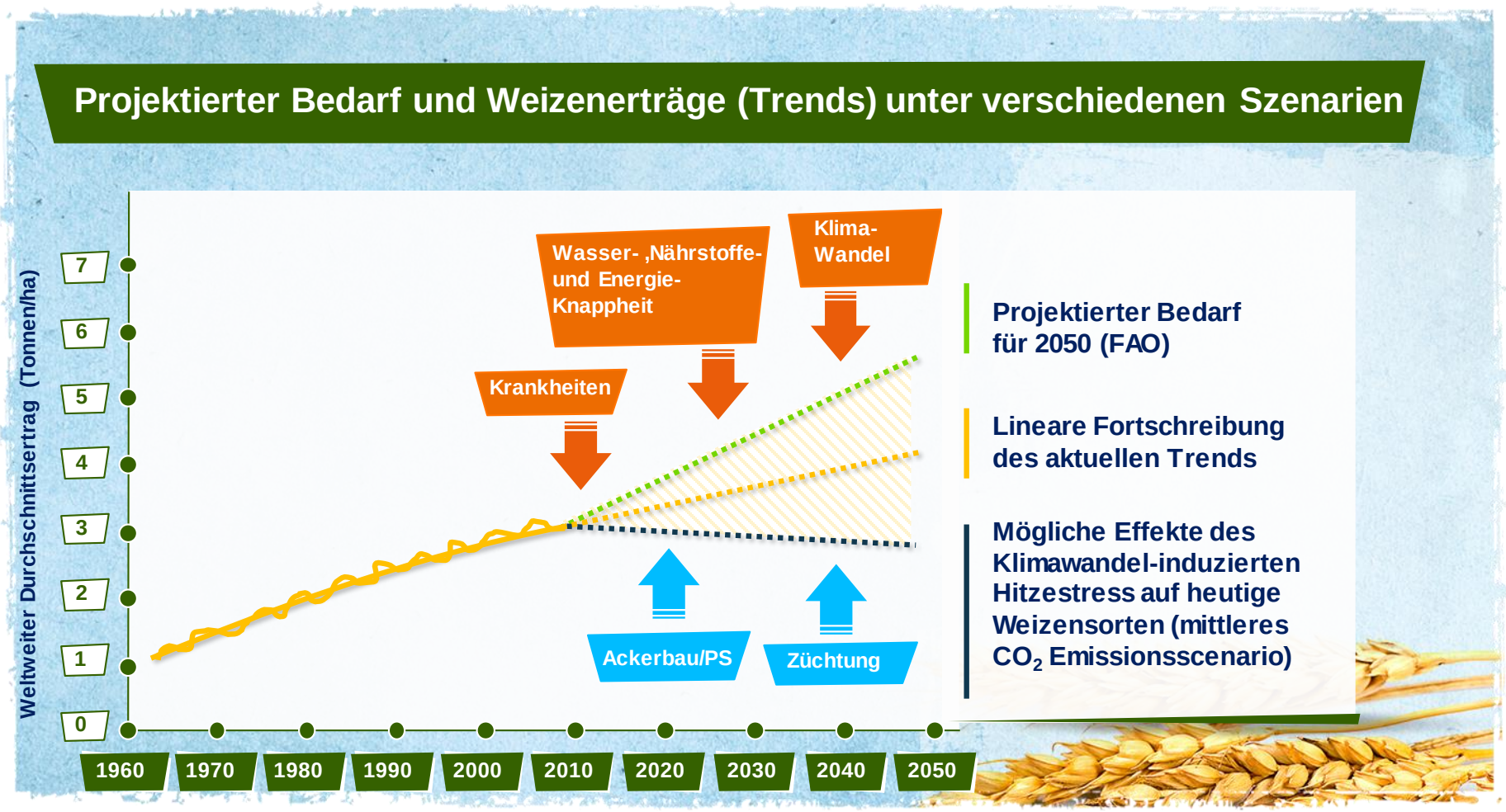
BAYER AG



Agenda

- Aktuelle Trends in der Biologie / bzw. im Fungizid-Markt
- Herausforderung Zulassungskriterien
- Herausforderung Resistenzen
- Innovationen an den Beispielen Ascra Xpro und Isoflucypram
- Zusammenfassung / Ausblick

Wachsende Produktivitätslücke im Weizenanbau

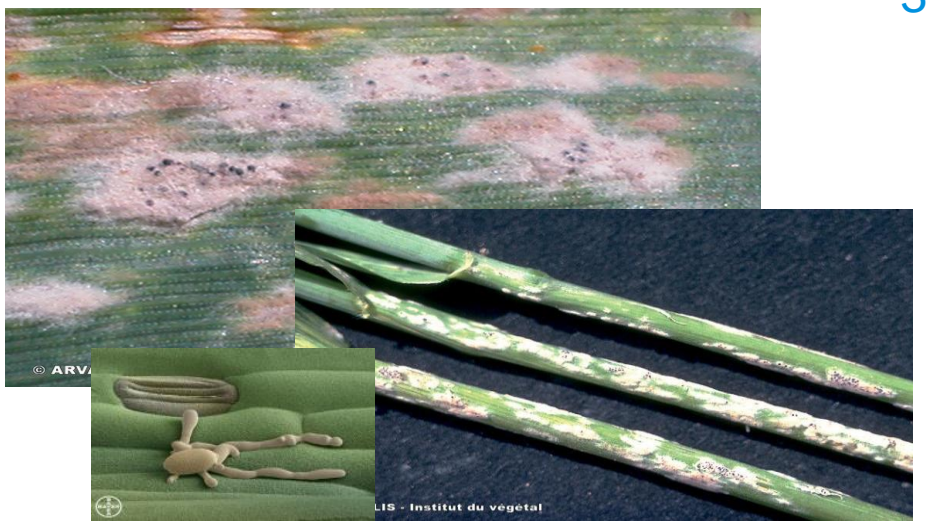


Quelle: CIMMYT 2014

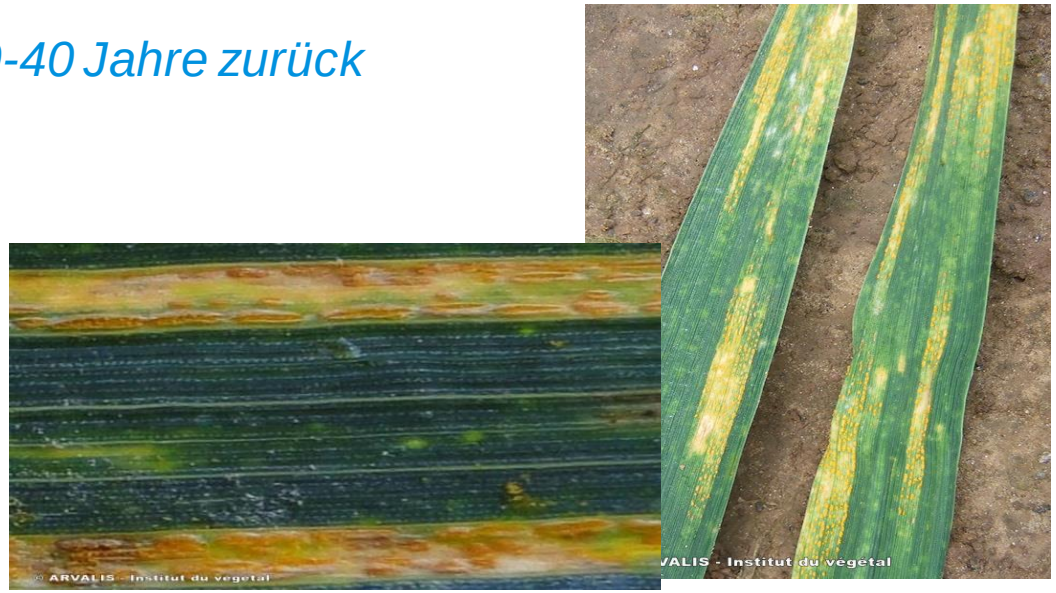
Weizenkrankheiten zu Beginn der landwirtschaftlichen Intensivierung

- als die landwirtschaftliche Intensivierung “in Fahrt kam”, waren u. a. diese Krankheiten dominant:

30-40 Jahre zurück



Mehltau



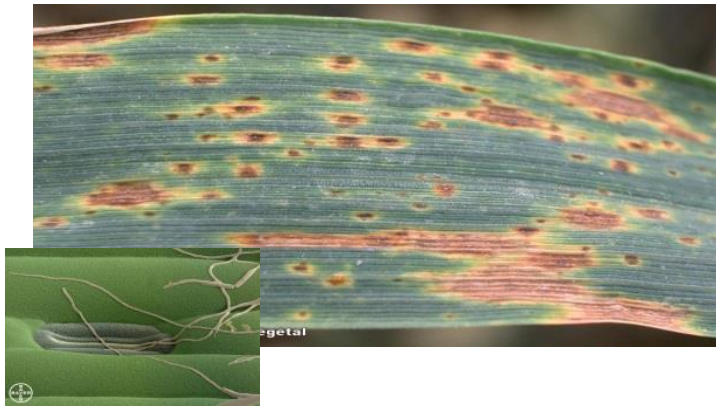
Gelbrost

Und darüber hinaus in einigen Regionen Europas: Halmbruch and *Septoria nodorum*

Krankheits-Evolution in Weizen

- “nach und nach” gab und gibt es andere dominante Krankheiten:

mit zunehmender Geschwindigkeit im Zeitverlauf



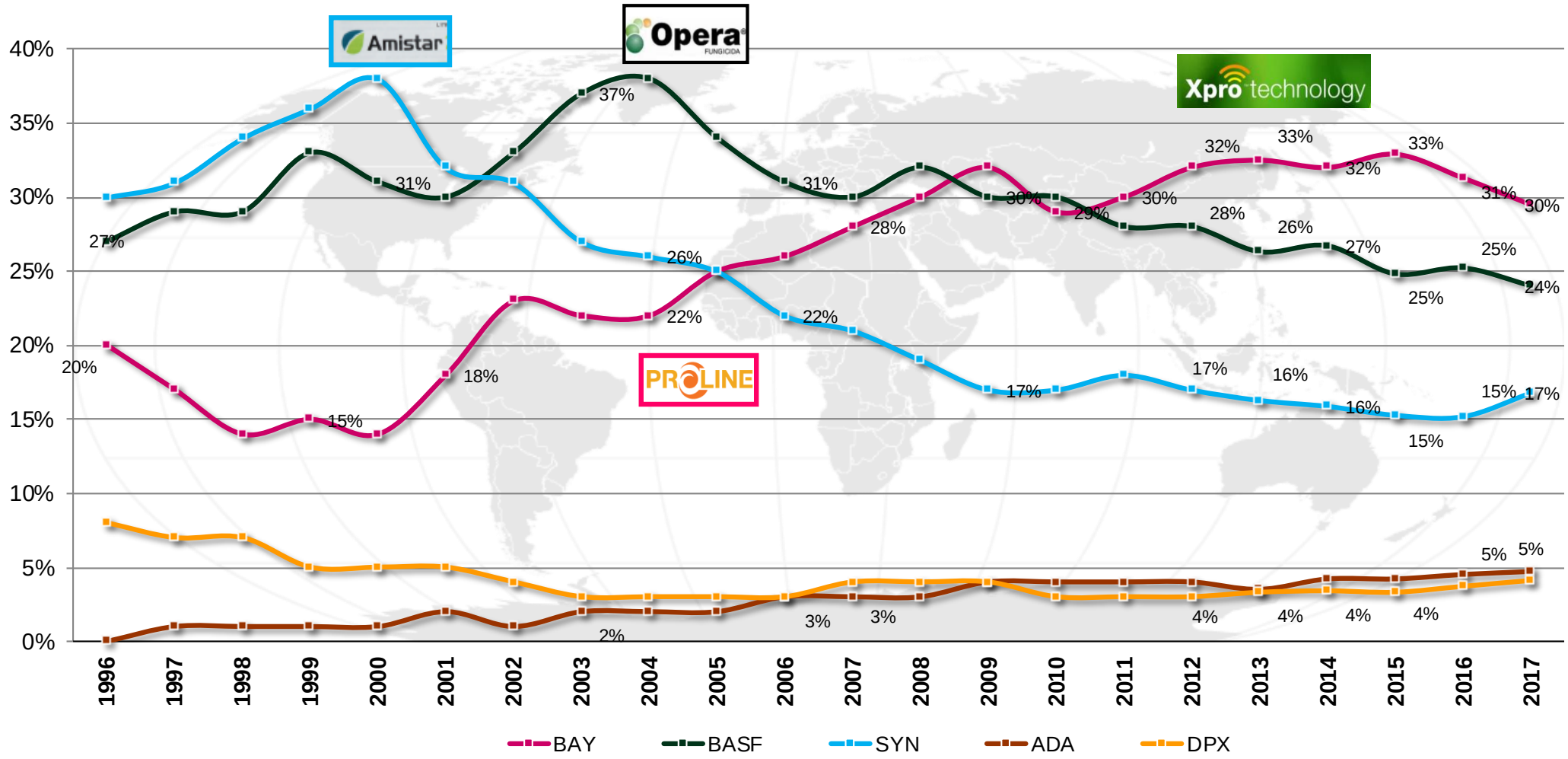
Septoria tritici

Fusarium Ährenkrankheit

Braunrost

und auch noch Gelbrost (Nordwest-Europa), DTR (Zentral-Europa) und Mehltau in vielen Regionen

Getreide Fungizid Marktanteil pro Unternehmen (global)



Source: Agrowin 07/2018

Getreide-Fungizidmarkt in Europa (in Kurzform)

- Die bedeutendsten Getreide-Krankheiten sind *Septoria tritici*, Rost-Arten, DTR, Mehltau, *Fusarien, Netzflecken* und *Ramularia collo-cygni*
- Der Fungizid-Markt ist dominiert von 4 Wirkmechanismen:
  SDHI, DMI, QoI und Multisites
- Handels-Fungizide bestehen zumeist aus 2 oder 3 Wirkstoffen (Mischungen)
- Wenige Solo-Fungizide sind registriert und werden vermarktet, aber deren Einsatz ist meist nicht empfehlenswert (zu enges Spektrum, **Resistenz-Risiko**)
- 71% Fungizid-Marktanteil (2017) von Bayer (30%), BASF (24%) and Syngenta (17%)
- Haupt-Probleme sind zur Zeit:
  - die Selektion von *Septoria tritici-Stämmen, die nicht mehr voll sensitiv gegen* SDHIs und DMIs sind (Strobilurine haben kaum mehr Wirkung gegen *Septoria tritici)*
  - die Selektion von *Ramularia collo-cygni-Stämmen, die nicht mehr voll sensitive gegen existierende Wirkmechnismen sind*

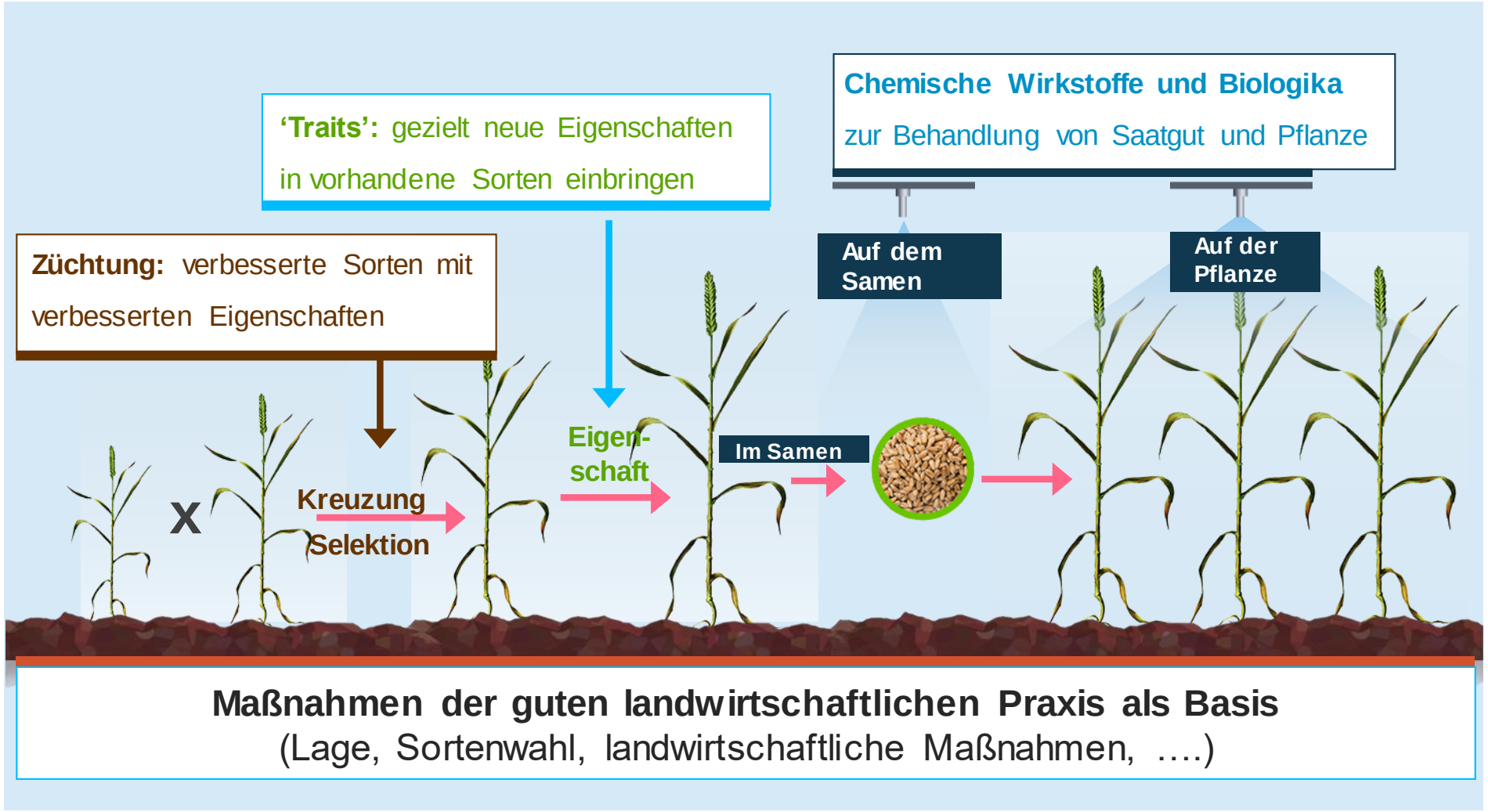
Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

//////////

Agenda

- Aktuelle Trends in der Biologie / bzw. im Fungizid-Markt
- Herausforderung Zulassungskriterien
- Herausforderung Resistenzen
- Innovationen an den Beispielen Ascra Xpro und Isoflucypram
- Zusammenfassung / Ausblick

Wirkstoffe als Teil des Integrierten Pflanzenschutzes



Chemischer Pflanzenschutz gehört zum Repertoire des Integrierten Pflanzenschutzes

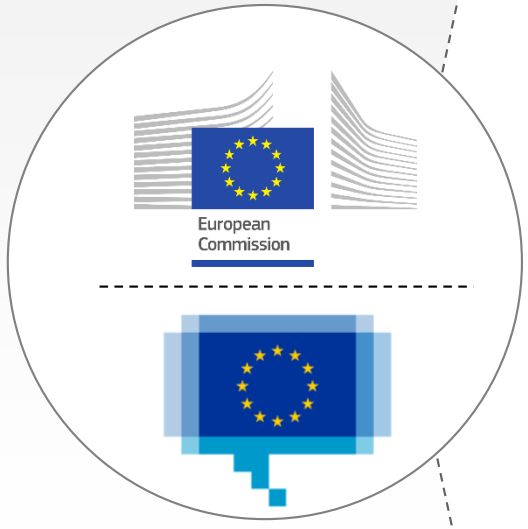
EU RICHTLINIE 2009/128/EG, Begriffsbestimmungen

„**integrierter Pflanzenschutz**“ (bezeichnet) die sorgfältige Abwägung aller verfügbaren Pflanzenschutzmethoden und die anschließende Einbindung geeigneter Maßnahmen, die der Entstehung von Populationen von Schadorganismen entgegenwirken und die **Verwendung von Pflanzenschutzmitteln und anderen Abwehr- und Bekämpfungsmethoden auf einem Niveau halten, das wirtschaftlich und ökologisch vertretbar ist und Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt reduziert oder minimiert….**

Paragraph 2 (2) des Deutschen Pflanzenschutzgesetzes 06.02.2012:

„Integrierter Pflanzenschutz (ist) eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung biologischer, biotechnischer, pflanzenzüchterischer sowie anbau- und kulturtechnischer Maßnahmen die **Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird**.“

Immer höhere Zulassungsanforderungen in der EU



- Neue Pflanzenschutzverordnung (EC) 1107/2009 seit Juni 2011 in Kraft
- Neue Regulation (EC) 1272/2008 zur Klassifizierung, Kennzeichnung und Verpackung

→ Die EU hat sich bei neuen Zulassungen ebenso wie bei Wiederzulassungen von Pflanzenschutzmitteln von einer **Risiko-basierten Bewertung** verabschiedet und für eine **Bewertung des reinen Gefährdungs-potentials in Verbindung mit Ausschlusskriterien** entschieden

→ (Wieder-)Zulasung von Produkten mit Klassifizierung anhand der Ausschlusskriterien (C-M-R-ED) ist möglich, wenn eine vernachlässigbare Exposition des Menschen (NHE) nachgewiesen werden kann

→ NHE ist noch nicht quantifiziert, es wird erwartet, dass sie bei 10% des Acceptable Operator Exposure Level (AOEL) gesetzt wird

Gefährdungspotential x Exposition = Risiko

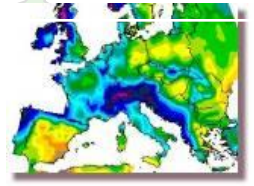
Änderungen im Umfeld der Registrierung

vermehrte Kooperation zwischen den Behörden

- EU und US-EPA setzen hohe Registrierungsstandards
- Arbeitsteilung, Harmonisierung?

steigende Anforderungen, neue Verordnungen

- Neue Studien, vermehrt komplexe Risiko-Bewertungen, lokale/regionale Studien-Nachfragen, GLP
- Risiko gegen Gefahr



zunehmende Bedeutung des globalen Handels

- Länder gezwungen, globale Standards zu akzeptieren
- Notwendigkeit für globale MRL Strategie

zunehmende Daten-Transparenz

- Bewertungen öffentlich verfügbar im Internet
- Risiko für Fehl-Interpretationen

starker und zunehmender Druck seitens der NGOs

- Öffentliche Wahrnehmung: gefühlte größere Glaubwürdigkeit
- Im Gegensatz zur Industrie als Verhandlungspartner akzeptiert

zunehmender politischer Einfluss

- Verordnungen beeinflußt durch öffentlichen Druck und nicht mehr durch Wissenschaft

Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

//////////

Agenda

- Aktuelle Trends in der Biologie / bzw. im Fungizid-Markt
- Herausforderung Zulassungskriterien
- Herausforderung Resistenzen
- Innovationen an den Beispielen Ascra Xpro und Isoflucypram
- Zusammenfassung / Ausblick

Resistenzrisiko der etablierten Wirkmechanismen bei Fungiziden

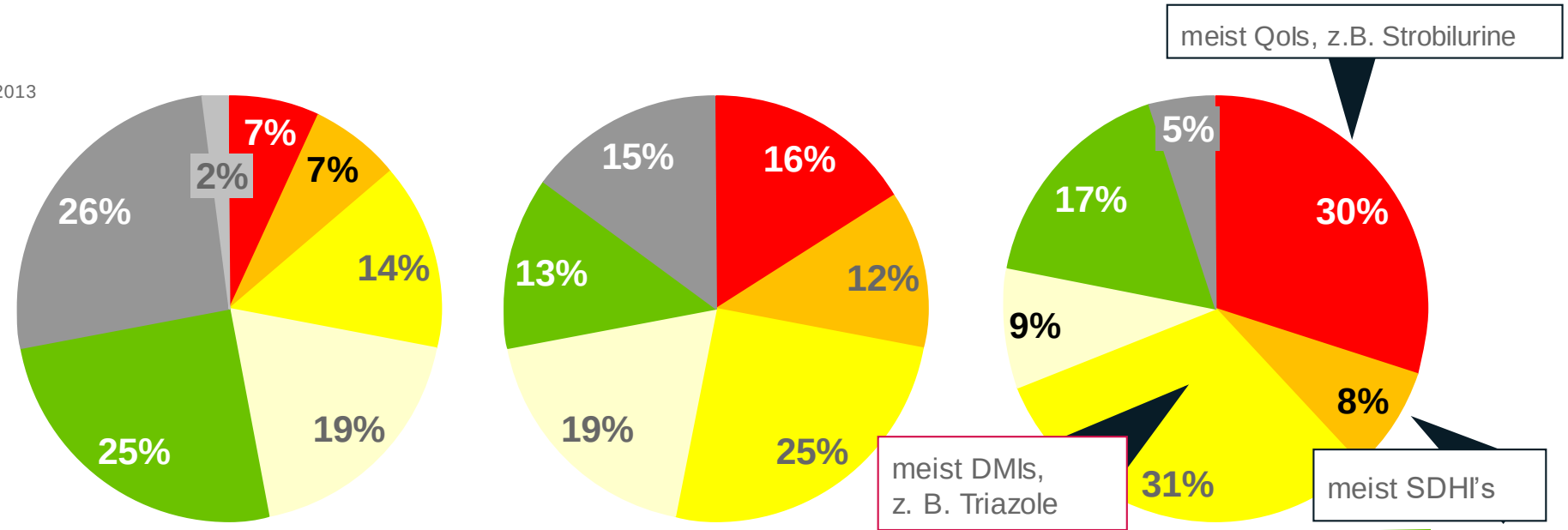
Resistenz Risiken:
Anzahl der Wirkmechanismen

Resistenz Risiken:
Anzahl der Wirkstoffe

Resistenz Risiken:
Umsatz der Wirkstoffe

hoch | mittel - hoch | mittel | niedrig - mittel | niedrig | unbekannt | nicht klassifiziert

Quelle: angepasst von
Leadbeater ICPP Peking 2013



Die wenigen dominierenden Wirkmechanismen / Wirkstoffgruppen der Fungizide sind mehr oder weniger stark resistenzgefährdet

Zymoseptoria tritici:
Erste SDHI-Resistenzartikel in der Presse (2015)

Arable | Business | Dairy | Livestock | Machinery | Prices | Shows & Sales | Getting start

SDHI FUNGICIDE SENSITIVITY SHIFT DETECTED IN UK SEPTORIA ISOLATES

NEWS | 12 FEB 2016 | BY TERESA RUSH | SHARE

A new mutation in UK septoria populations, that could have implications for SDHI fungicide efficacy, has been detected at a field site in the south of England.

FARMERS WEEKLY

FWI | Classifieds | Suppliers | Jobs | Property | Academy

HOME | BUSINESS | MACHINERY | ARABLE | LIVESTOCK | POULTRY | FARM LIFE | WE

Wheat | OSR | Potatoes | Sugar beet | Barley | Farmer Focus | Crop Watch | Videos

Arable / Diseases

GB - Set Location 4pm

SDHI fungicide-resistant septoria found in Irish fields

Monday 7 December 2015 10:39 Adam Clarke

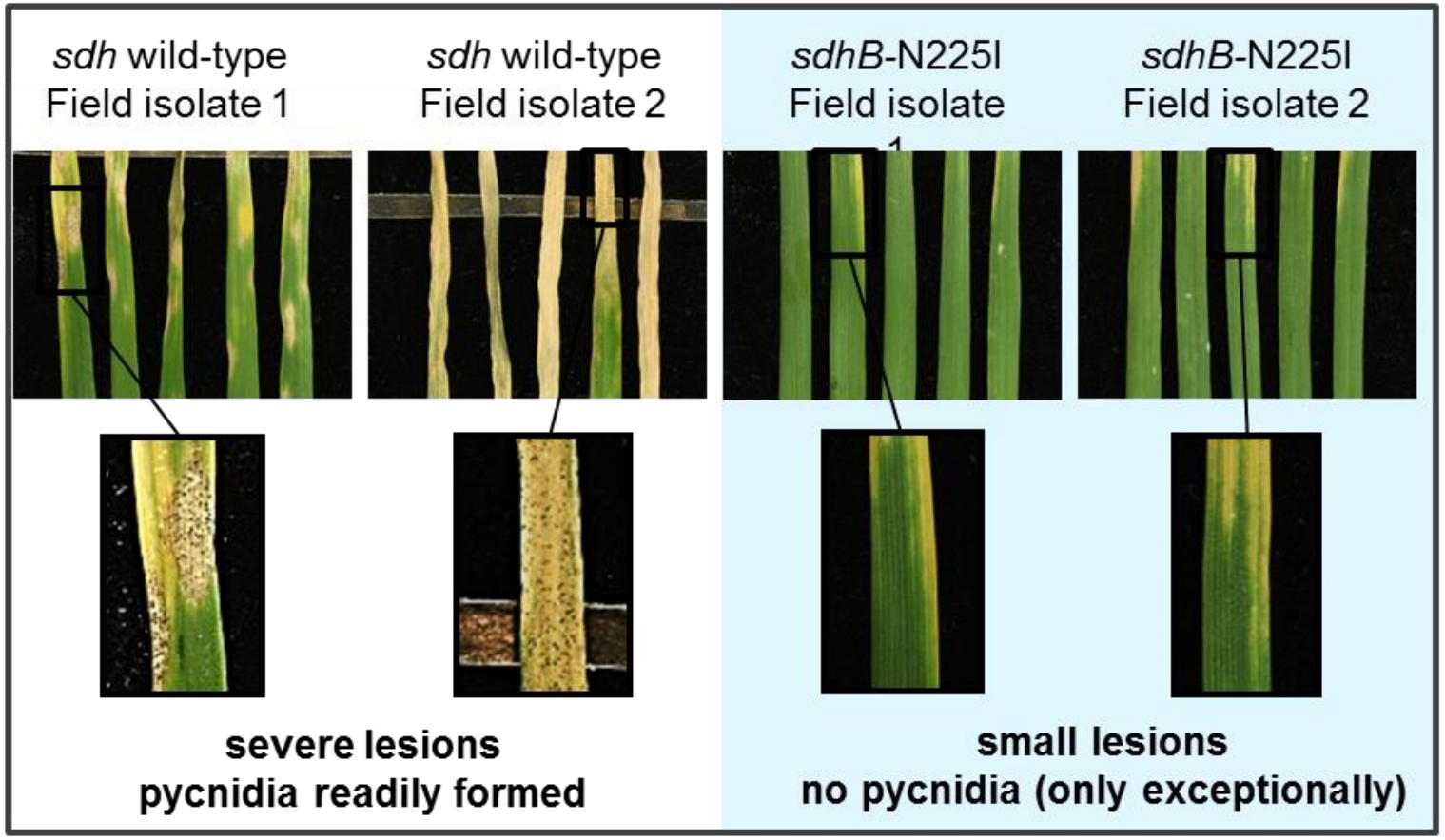
Strains of the yield-robbing wheat disease septoria with target-site resistance to SDHI fungicides have been uncovered in southern Ireland.

Researchers at Irish advisory body Teagasc made the discovery in samples taken at the end of the 2015 season and in laboratory tests, strains could survive 100 times the concentration

Relevanz für SDHI-Anwendungen ?

Berichte über Vorkommen hoch SDHI-resistenter Stämme in IE in 2015 - Relevanz für Praxis ?

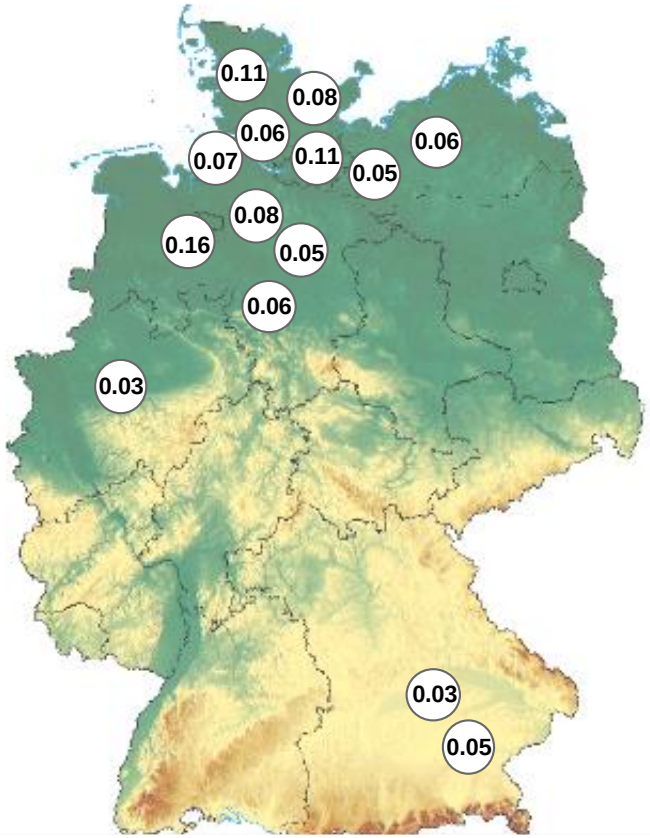
Zymoseptoria tritici:
Bixafen Sensitivität Europa 2015



Feldisolate von 2015 mit geringerer SDHI-Sensitivität und Mutation sdhB-N225I zeigen reduzierte Virulenz und Pyknidien-Bildung selbst auf einer hochanfälligen Weizensorte (cv. Monopol)

Zymoseptoria tritici:
Bixafen Sensitivität Deutschland 2017

75 Proben / 348 Isolate



Standortsensitivität [mg/l]

mEC_{50}: 0.03 - 0.16

regionale mEC_{50} - Werte [mg/l]

Bayern	0.02 - 0.18
Niedersachsen	0.02 - 0.16
Nordrhein-Westf.	0.02 - 0.04
Mecklenburg-Vorp.	0.03 - 0.17
Schleswig-Holstein	0.04 - 0.27

Daten: EpiLogic

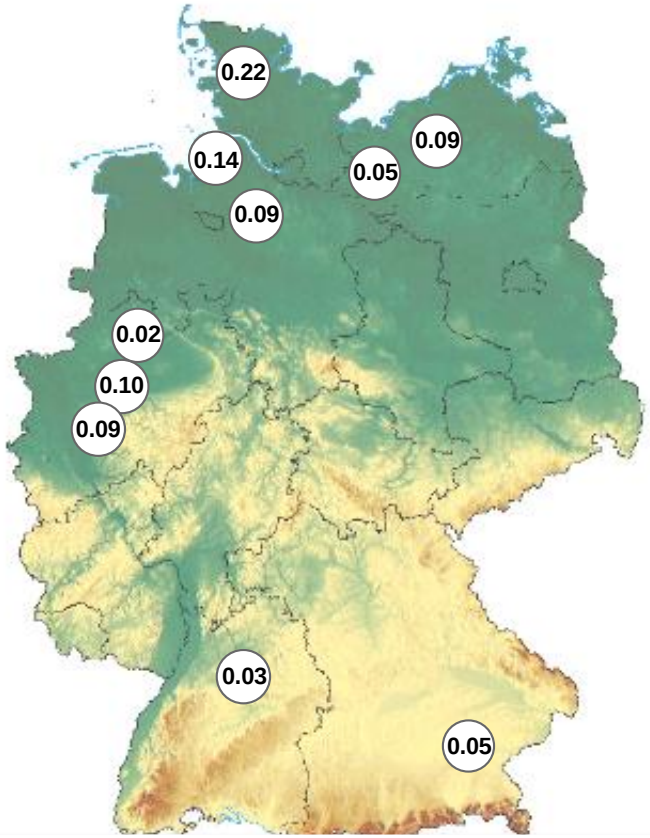
EC_{50} - Werte Referenz-Isolate

0.02 - 0.06 mg/l

erst in 2017 erstes Vorkommen von 2 Bixafen-relevanten SDHI-Mutanten (sdhC-H152R) in Deutschland (niedersächsische Versuchs-Standorte - nicht sichtbar im Mittelwert)

Zymoseptoria tritici:
Bixafen Sensitivität Deutschland 2018

32 Proben / 130 Isolate



Standortsensitivität [mg/l]

mEC_{50}: 0.02 - 0.22

regionale mEC_{50} - Werte [mg/l]

Bayern	0.05 - 0.05
Niedersachsen	0.09 - 0.14
Nordrhein-Westf.	0.02 - 0.28
Mecklenburg-Vorp.	0.05 - **1.04**
Schleswig-Holstein	0.09 - **0.52**
Baden-Württemberg	0.03

EC_{50} - Werte Referenz-Isolate

0.01 - 0.07 mg/l

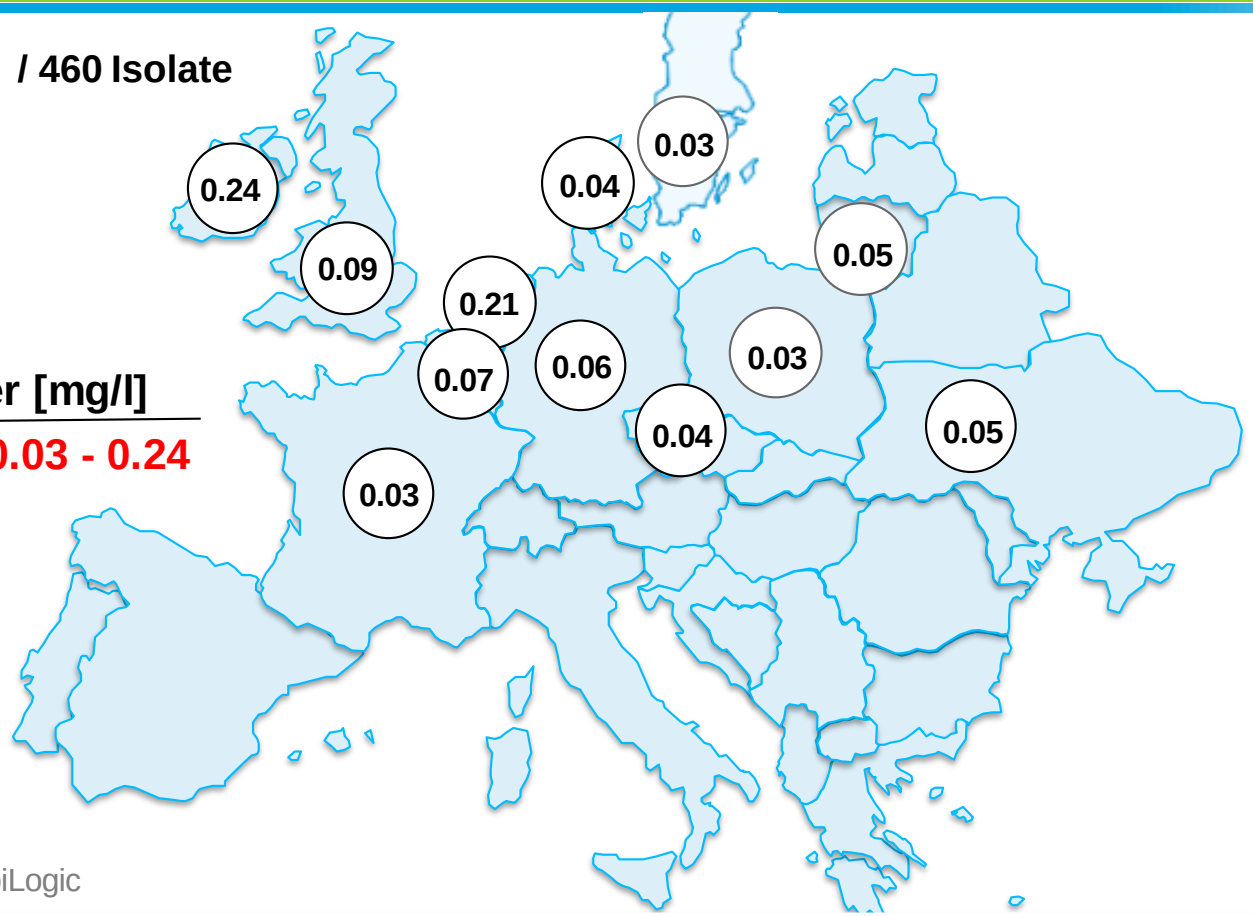
Daten: EpiLogic

2018: unverändert niedriger Prozentsatz relevanter Mutanten in wenigen Proben (nur 1 Isolat mit EC_{50} >1 mg/l), jedoch 21% der Isolate mit niedrig bis moderatem Resistenz-Faktor von 10-30

Zymoseptoria tritici: Bixafen Sensitivität 2018

mEC_{50} Status in Europa

148 Proben / 460 Isolate



Ø Länder [mg/l]

mEC_{50}: 0.03 - 0.24

Daten: EpiLogic

individuelle mEC_{50}s [mg/l]

IE	0.06 - **0.60** (df: 10)
BT	0.05 - 0.05 (df: 1)
FR	0.02 - 0.09 (df: 5)
SE	0.02 - 0.04 (df: 2)
DE	0.02 - 0.28 (df: 14)
UK	0.03 - 0.26 (df: 9)
DK	0.03 - 0.07 (df: 2)
BE	0.02 - 0.39 (df: 20)
PL	0.01 - 0.06 (df: 6)
NL	0.04 - **0.82** (df: 21)
CZ	0.03 - 0.05 (df: 2)
UA	0.05 - 0.05 (df: 1)

EC_{50} - Werte Referenz-Isolate

0.01 - 0.07 mg/l

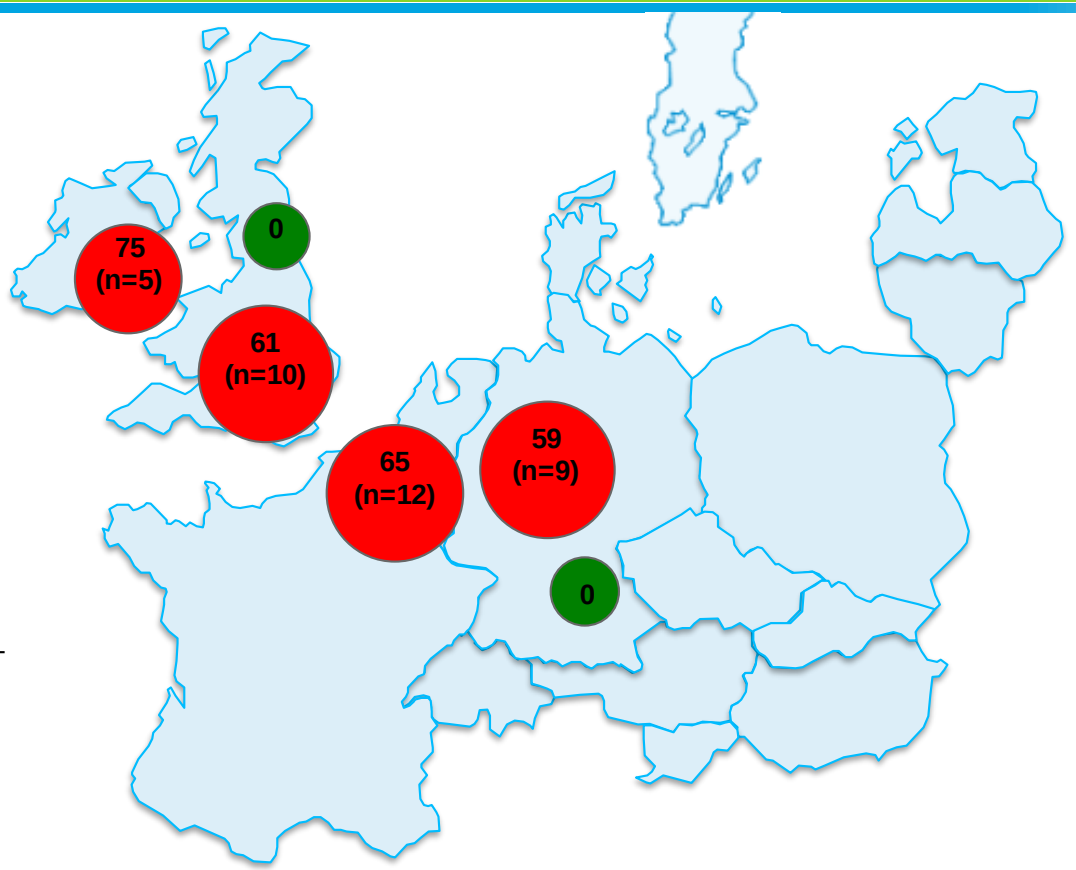
mit Ausnahme von NL keine weitere Verbreitung BIX-relevanter Mutanten in 2018, sondern meistens nur von `soften´ Mutanten (IE, UK, DE) ► `Fitneß-Nachteil´ von sdhC-H152R !

Ramularia collo-cygni: Bixafen-Sensitivität 2017

Bixafen-Sensitivität von 180 europäischen Stämmen [in % pro `Resistenzgruppe´]

Spanne [mg/l]	
EC_{50}:	0.2 - >100
ref. EC_{50}:	**0.2 - 0.4**
mRF:	0.7 - >333
mittlerer EC_{50}:	**>9.6**
Ø mRF:	**>32.0**

Standorte	Isolate
23	180



Wachstum der Isolate nicht komplett gehemmt mit 5 mg/l

% isol.

- **> 50**
- **25-50**
- **5-25**
- **< 5**
- **0**

Daten: EpiLogic

- die meisten Ramularia-Stämme aus DE, BE, UK, und IE sind bereits 2017 stark Bixafen-resistent
- der Prozenzsatz resistenter Stämme ist ähnlich hoch in allen untersuchten Ländern (~ 60-75%)

Zymoseptoria tritici & Ramularia collo-cygni: Beispiel SDHI Sensitivität

- anhand langjähriger Sensitivitätsuntersuchungen mit >10.000 Isolaten von *Z. tritici* und verschiedensten Wirkstoffen, entsprechenden korrespondierenden molekularbiologischen Untersuchungen sowie Gewächshaus-Versuchen, sind Isolate mit RF<20 außerhalb der `Baseline´ in der Regel nicht als praxis-relevant einzustufen, können aber akkumulieren und zu verminderter Feldwirkung führen, insbesondere wenn Wirkstoffe solo und in reduzierter Aufwandmenge angewendet werden

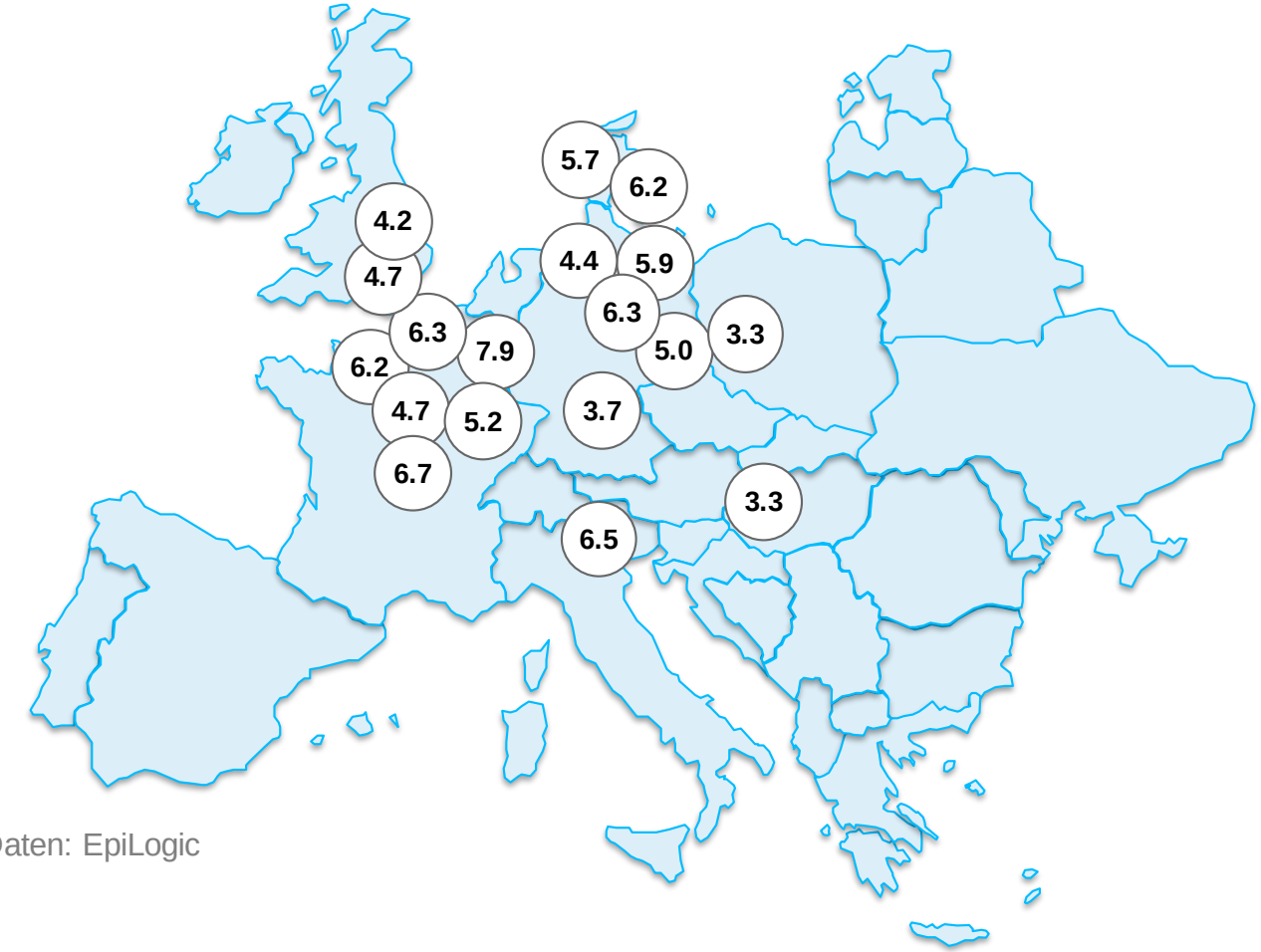
- **Isolate mit RF >30-40 sind zumeist schwerer** (oder kaum) **mit `solo-Wirkstoff´ bekämpfbar, sind für Bixafen und *Z. tritici* zur Zeit jedoch weiterhin sehr selten** (Fitness-Nachteil)**, bei Ramularia aber häufig auffindbar**

- unterschiedliche Mutationen können zu sehr verschiedenen Resistenzfaktoren führen und entsprechend relativ niedrigen oder hohen Einfluß auf die Feldwirkung haben ► es ist also nicht entscheidend, ob generelle Kreuzresistenz besteht, sondern wie das Ausmaß der jeweiligen RFs ist (z.B. RF 4 bei Wirkstoff 1 und RF 40 bei Wirkstoff 2 bestätigt eindeutige Kreuzresiszenz, jedoch ist RF 4 ein mehr `akademischer´ Wert und RF 40 oft ein Feld-relevanter)

Fazit: Resistenz-Ereignisse sind sehr unterschiedlich hinsichtlich Verbreitung, Wirkstoff, Relevanz, sowie Interpretation für Resistenz-Management-Strategien ►
hierfür sind neue Wirkstoffe zwingend notwendig, insbesondere für die Gerste !

Pyrenophora teres: Prothioconazole-Sensitivität 2015

mEC_{50}-Status in Europa



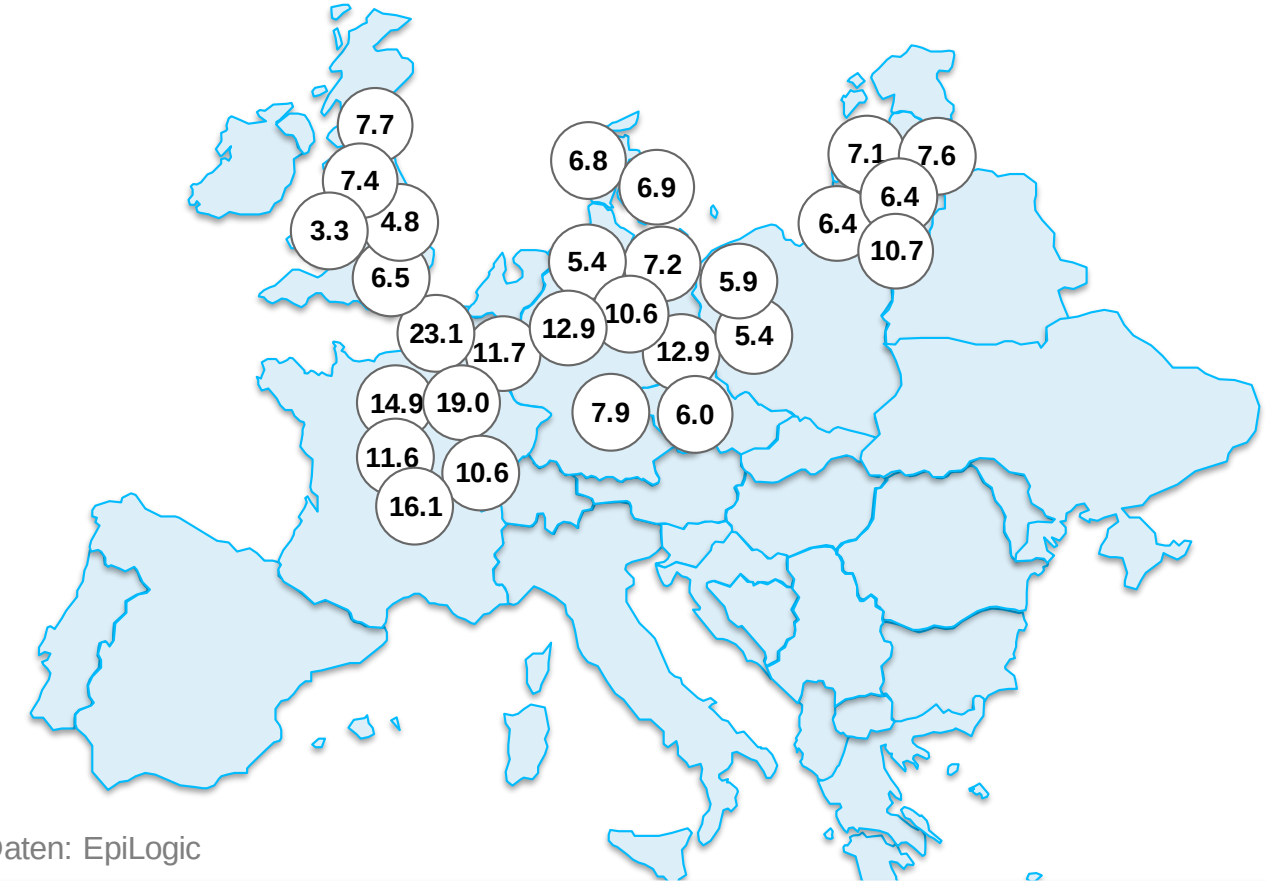
Daten: EpiLogic

Sensitivitäts-Spanne [mg/l]

mEC_{50}:	**3.3 - 7.9**
individuelle EC_{50}:	**1.2 - 18.1**
n = 152	

Pyrenophora teres: Prothioconazole-Sensitivität 2017

mEC_{50}-Status in Europa



Daten: EpiLogic

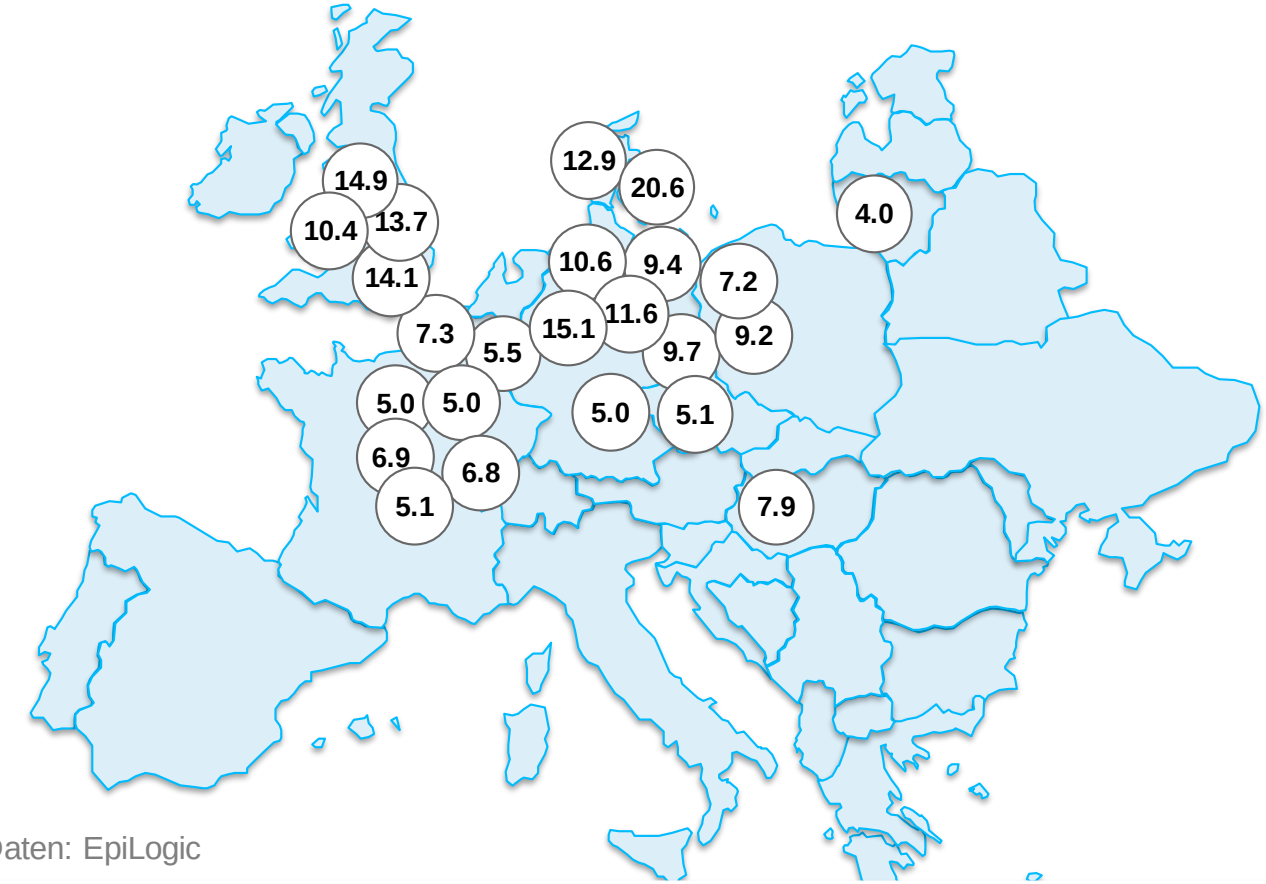
Sensitivitäts-Spanne [mg/l]

mEC_{50}:	**3.3 - 23.1**
individuelle EC_{50}:	**1.4 - 48.8**
n = 148	

Erhöhung der mEC_{50}-Werte insbesondere in Nord-Zentral-Frankreich und in West-Zentral-Deutschland (Wind-Drift ? - Zusammenbruch der Sorten-Resistenz in Frankreich ?)

Pyrenophora teres: Prothioconazole-Sensitivität 2018

mEC$_{50}$-Status in Europa



Daten: EpiLogic

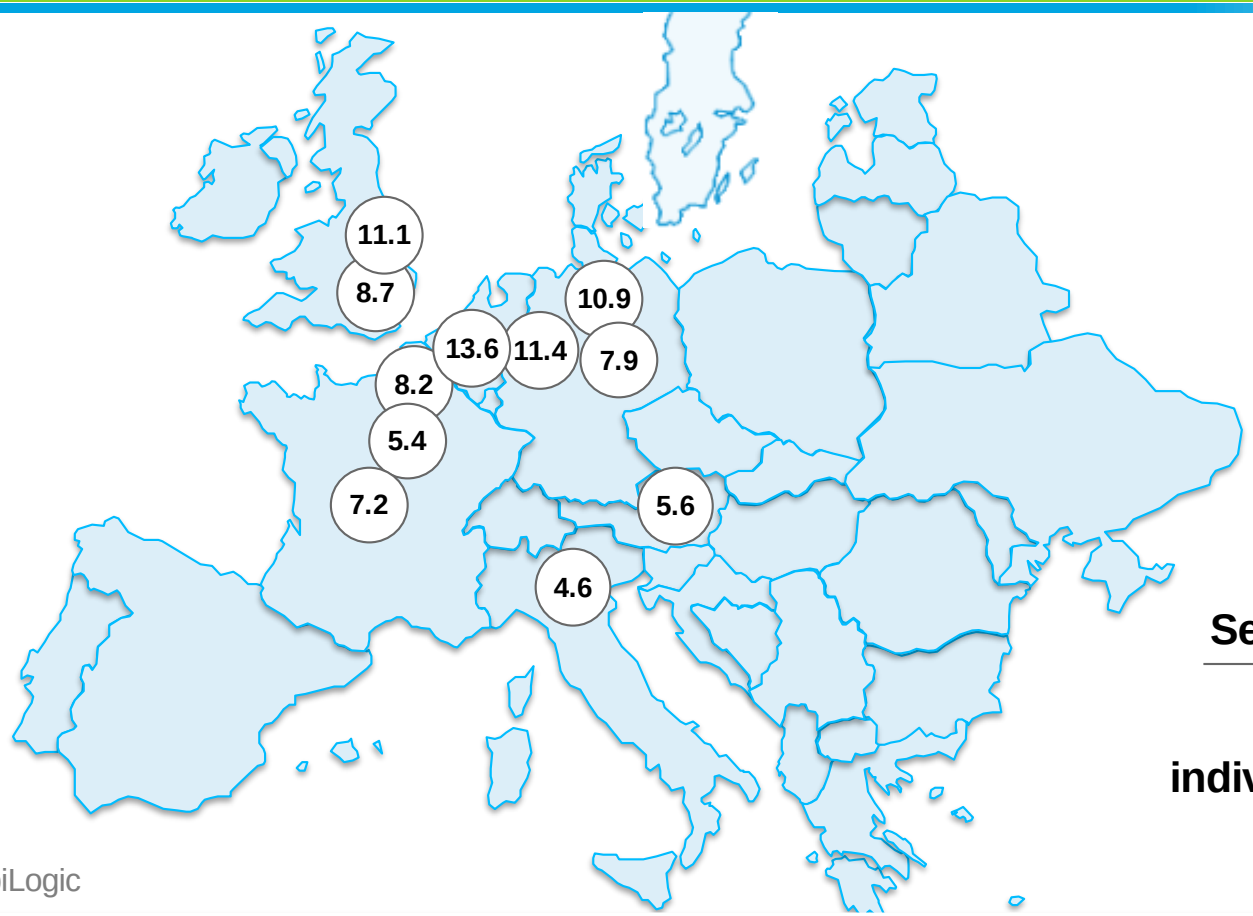
Sensitivitäts-Spanne [mg/l]

mEC$_{50}$:	**4.0 - 20.6**
individuelle EC$_{50}$:	**1.9 - 42.9**
n = 144	

`back-shift´ in FR, jedoch teilweise entgegengesetzte Entwicklung in Europa im Vergleich zum Vorjahr (z.B. in England)

Puccinia triticina: Prothioconazol-Sensitivität 2006

mEC_{50}-Status in Europa



Sensitivitäts-Spanne [mg/l]

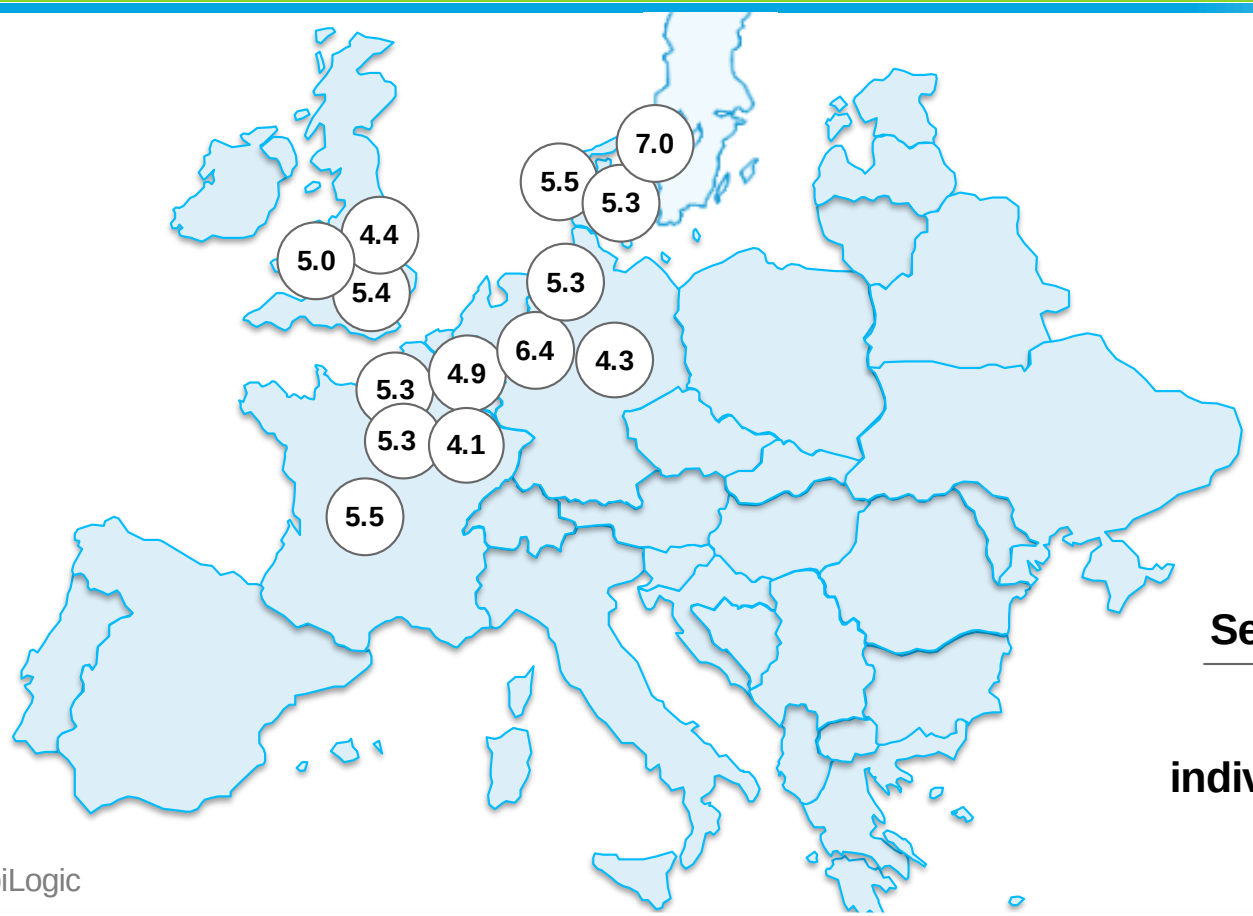
mEC_{50}:	**4.6 - 13.6**
individuelle EC_{50}:	**3.1 - 27.6**
n = 110	

Daten: EpiLogic

bei Prothioconazol generell höhere mEC_{50}-Werte und breitere Sensitivitäts-Spanne als bei Tebuconazol, wie auch bereits in früheren Jahren ermittelt

Puccinia triticina: Prothioconazol-Sensitivität 2018

mEC_{50}-Status in Europa



Sensitivitäts-Spanne [mg/l]

mEC_{50}:	**4.1 - 7.0**
individuelle EC_{50}:	**1.5 - 11.7**
n = 101	

Daten: EpiLogic

die gute Nachricht: in 2018 konnte die höchste Prothioconazol-Sensitivität seit Beginn des Braunrost-Monitorings in 2002 bei EpiLogic ermittelt werden !

Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

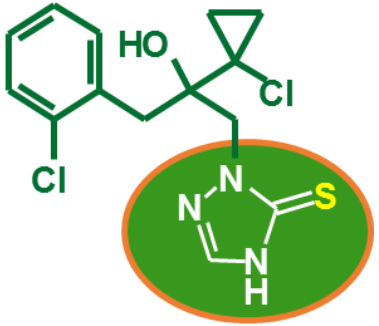
//////////

Agenda

- Aktuelle Trends in der Biologie / bzw. im Fungizid-Markt
- Herausforderung Zulassungskriterien
- Herausforderung Resistenzen
- Innovationen an den Beispielen Ascra Xpro und Isoflucypram
- Zusammenfassung / Ausblick

Ascra Xpro
Fluopyram optimiert die erfolgreiche Xpro-Chemie

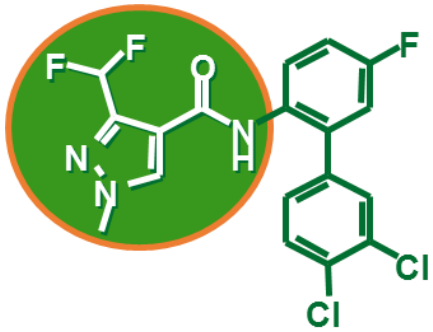
Prothioconazol
(Triazolinthion)



- 100% des stärksten Azol-wirkstoffes verfügbar
- Breitestes Wirkungsspektrum
- Längste Dauerwirkung

➔ bester “mode of action” zum Schutz der SDHIs

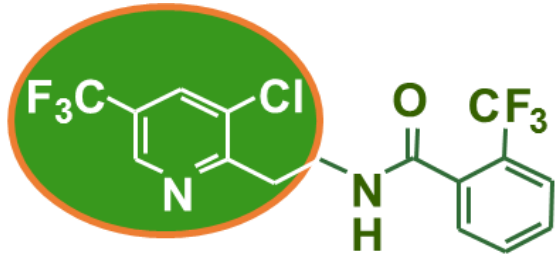
Bixafen
(Pyrazol-Carboxamid)



- führendes SDHI der 2. Generation
- Exzellente Septoria- und Rostbekämpfung
- Deutliche physiologische Ertragseffekte

➔ bester “mode of action” zum Schutz der Azole

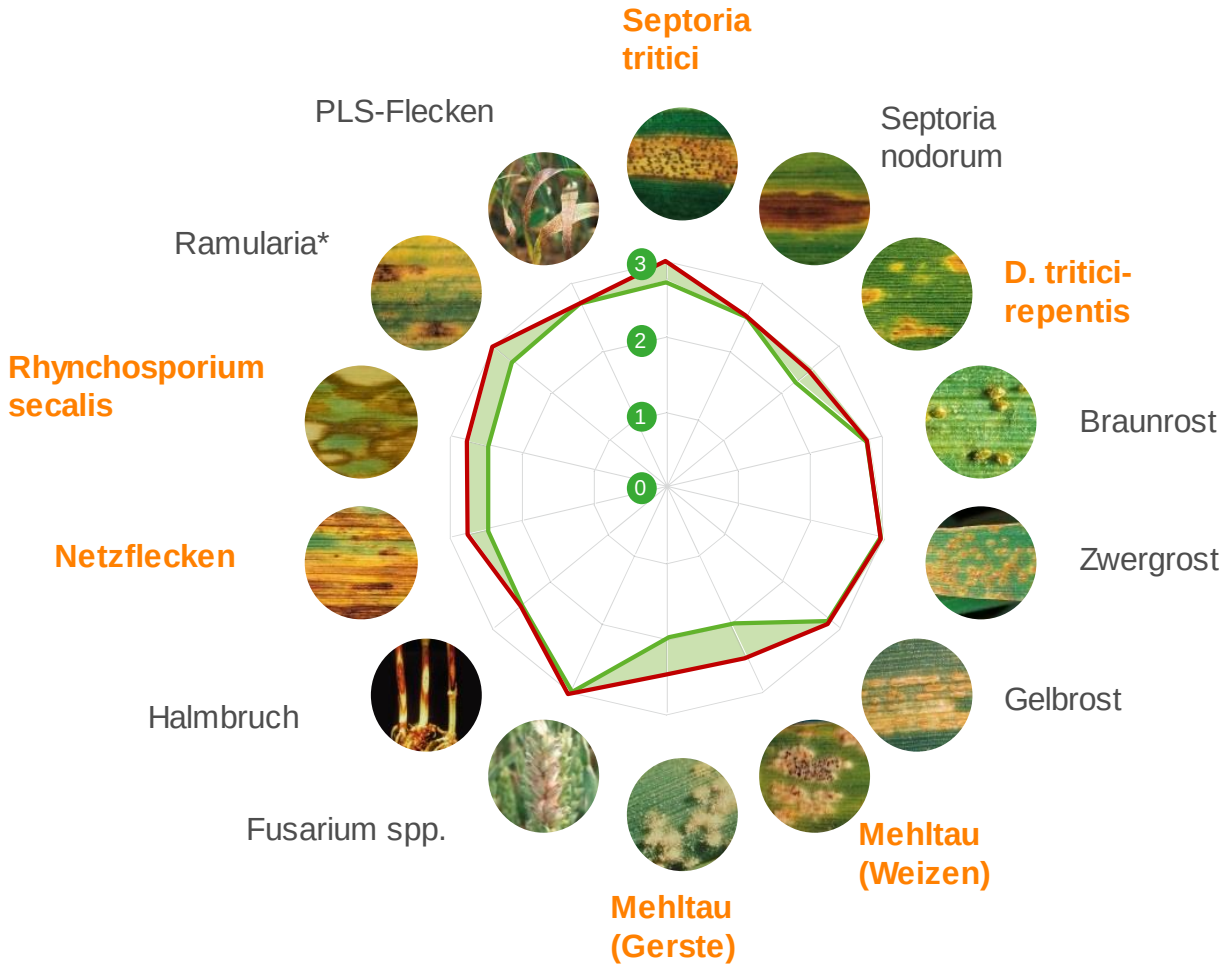
Fluopyram
(Pyridinyl-Ethyl-Benzamid)



- Das erste SDHI aus der Benzamid-Klasse
- Schnelle Aufnahme + Verteilung
- Differenziertes Resistenz-verhalten zu anderen SDHIs

➔ Optimiert die physiologischen Ertragseffekte von Bixafen

Wirkungsspektrum von Ascra Xpro



Wirksamkeit

- 3 sehr gut / herausragend
- 2 gut
- 1 Nebenwirkung

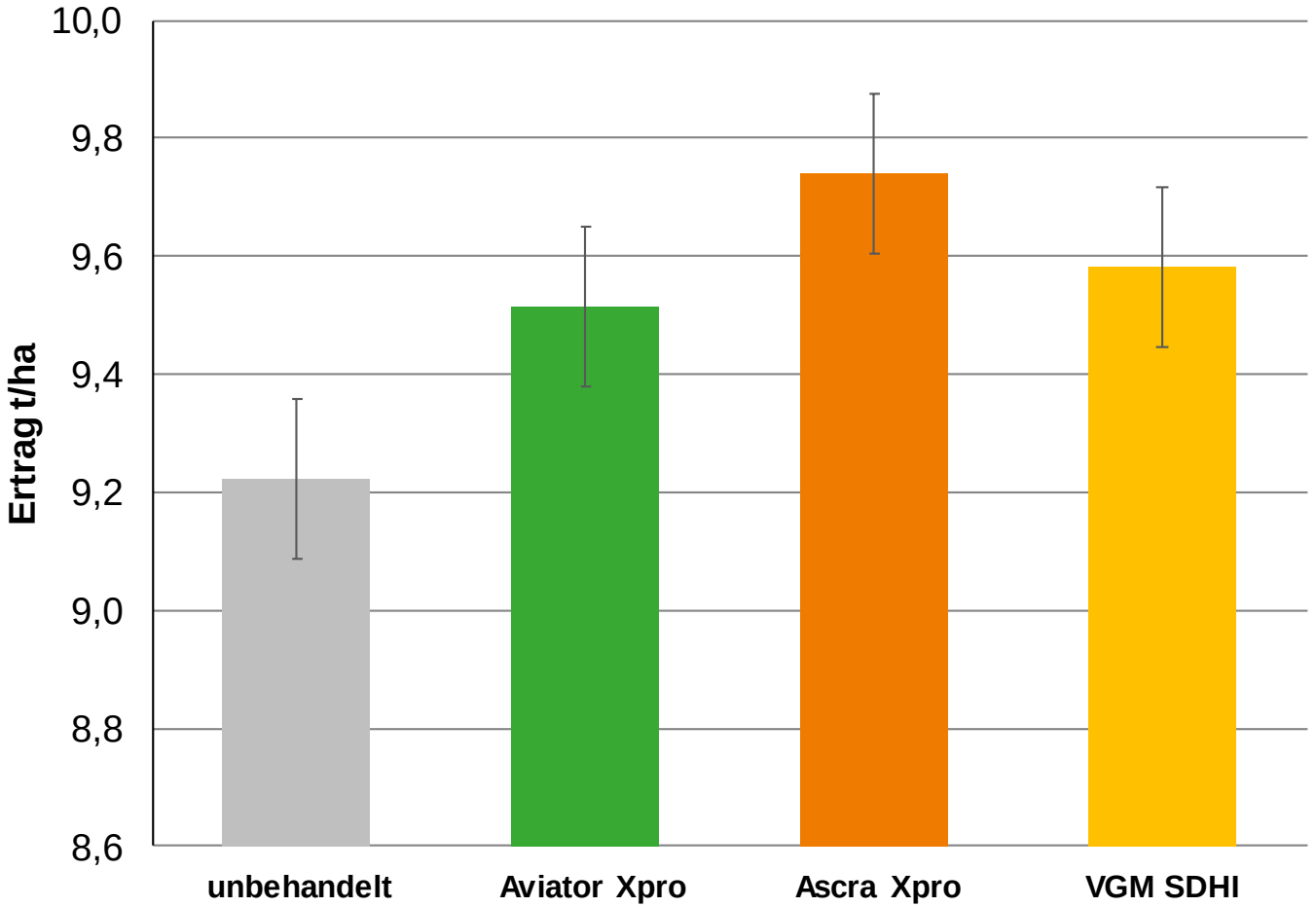
– **Bixafen + Prothioconazol**

– **Bixafen + Prothioconazol + Fluopyram**

*auf Resistenzstandorten ist u.U. der Zusatz eines Chlorothalonilhaltigen Fungizides sinnvoll

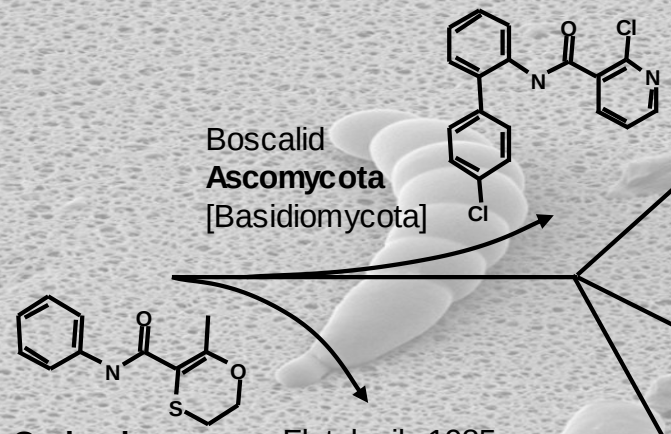
Pflanzenphysiologische Effekte

Ertragsleistung befallsfreier Pflanzen



- ✓ 9 Feldversuche in 4 Jahren
- ✓ Sehr geringer Befall in unbehandelten Beständen
- ✓ **+ 5,2 dt/ha** Ertragssteigerung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle

Die Entwicklung der SDHI-Chemie der letzten Jahre ermöglichte die Entdeckung/Entwicklung von Isoflucypram



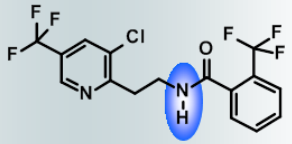
Boscalid
Ascomycota
[Basidiomycota]

Carboxin
Seed treatment
Basidiomycota

Flutolanil, 1985
Thifluzamide, 1997
…
Basidiomycota

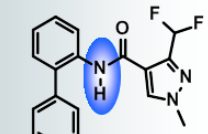
Pyridinyl-Ethyl-Benzamide

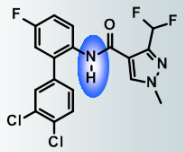
Fluopyram

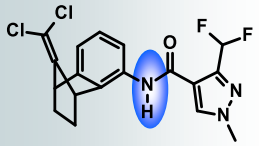


Pyrazole-4-carboxamide

Bixafen
Penflufen
Penthiopyrad (Corteva)
Fluxapyroxad (BASF)
Benzovindiflupyr (SYN)
…
…





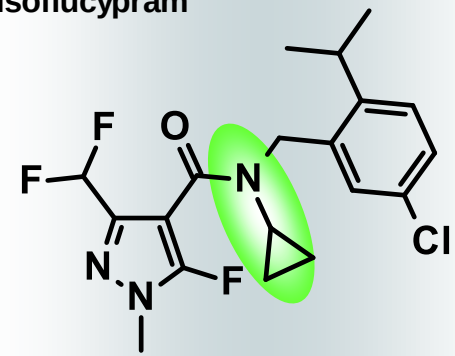


Others

Pydiflumetofen, Isofetamid, Pyraziflumid, …

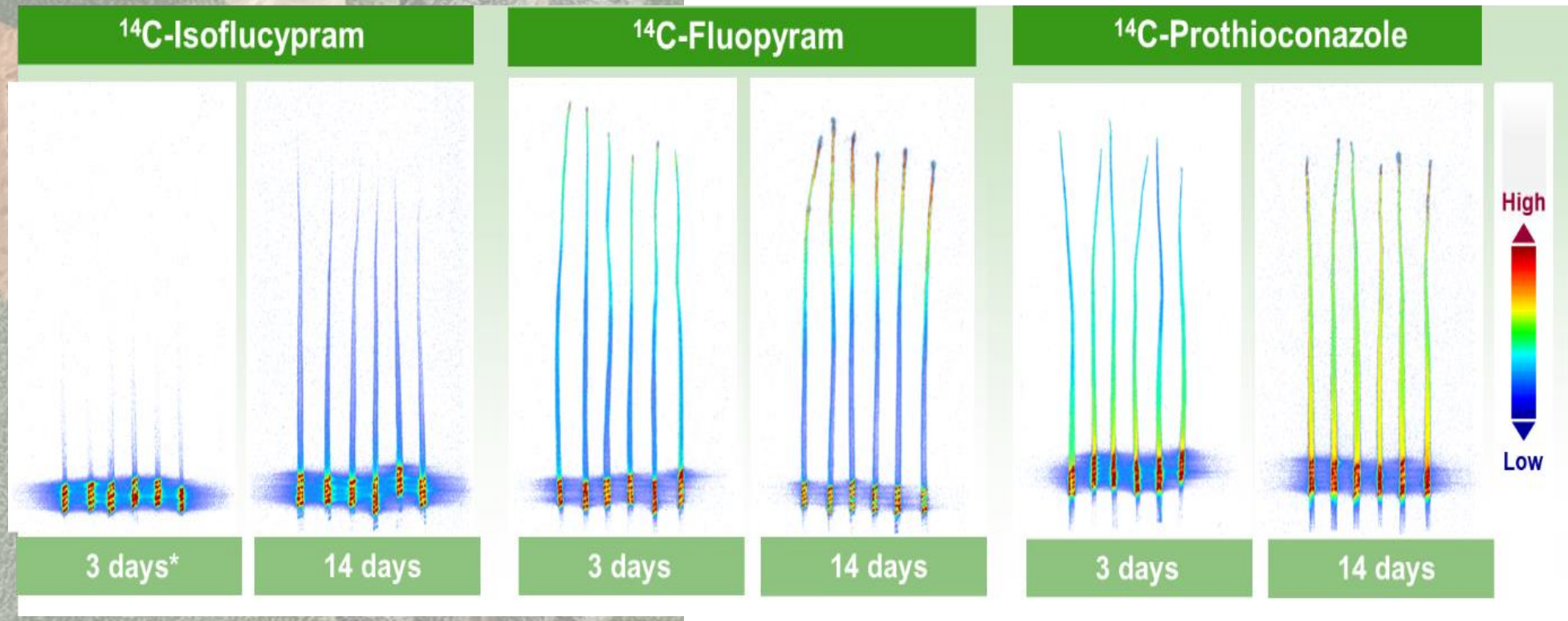
Cypropamide

Isoflucypram



1966 — 2003 — 2011 & darüber hinaus — > 2020

Aufgrund seiner besonderen biologischen Eigenschaften wird Isoflucypram der ideale Bestandteil zukünftiger kundenorientierter Lösungskonzepte



*nach Tropfen-Applikation

- Die Kombination mit anderen Fungiziden wird den Bauern höchste Flexibilität hinsichtlich Applikationszeitpunkt & Resistenzmangement bieten

Mehrjährige Feldversuche belegen die hervorragende Wirkung gegen alle wichtigen Blattkrankheiten in Getreide

	Wheat					Barley				
	Powdery Mildew	Yellow Rust	Tan Spot	Septoria	Brown Rust	Powdery Mildew	Leaf Scald	Net Blotch	Brown Rust	Ramularia
Isoflucypram	++	++++	+++	++++	++++	++	++(+)	++(+)	++++	++
SDHI I	+	++	+	+	++	+	++	+	++	+
SDHI II	++	++(+)	+	++(+)	+++	++	++(+)	++	++(+)	++
SDHI III	++	+	++	++	+	++	++	+	+	++
SDHI IV	++	++(+)	+	++(+)	+++	+	++(+)	++	++(+)	++

- Unter allen SDHI-Fungiziden bietet Isoflucypram das breiteste Spektrum und die beste Wirksamkeit

Excellent | Good | Satisfactory | Marginal | No efficacy | not tested

Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

//////////

Agenda

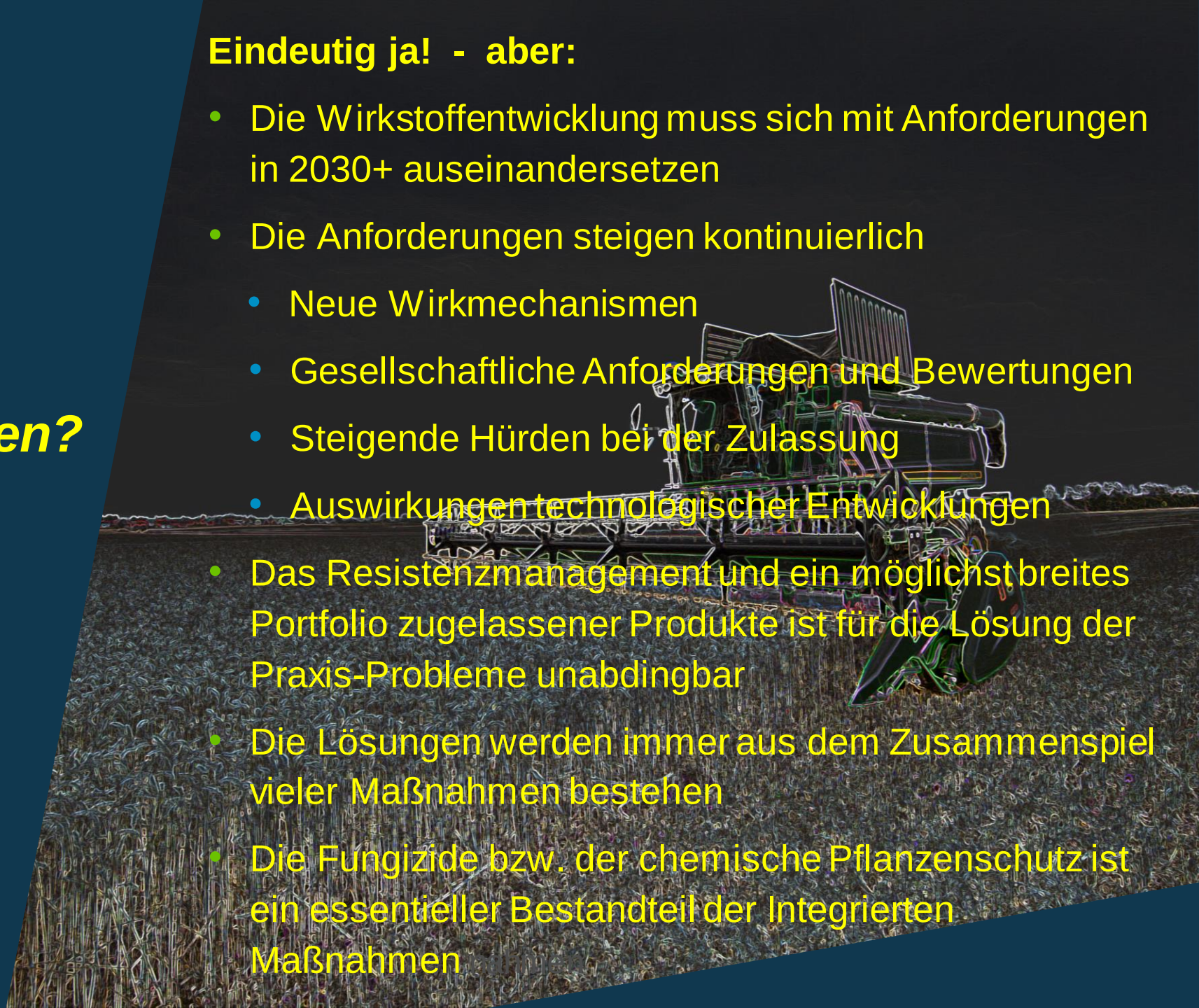
- Aktuelle Trends in der Biologie / bzw. im Fungizid-Markt
- Herausforderung Zulassungskriterien
- Herausforderung Resistenzen
- Innovationen an den Beispielen Ascra Xpro und Isoflucypram
- Zusammenfassung / Ausblick

Lassen sich Getreidekrankheiten noch sicher bekämpfen?

//////////

Dr. Peter Dahmen, Dr. P. Beuters, K. Färber, Dr. F. Göhlich, Dr. A. Görtz, Dr. Kristian Kather, Dr. A. Mehl Dr. K. Stenzel

BAYER AG



Eindeutig ja! - aber:

- Die Wirkstoffentwicklung muss sich mit Anforderungen in 2030+ auseinandersetzen
- Die Anforderungen steigen kontinuierlich
  - Neue Wirkmechanismen
  - Gesellschaftliche Anforderungen und Bewertungen
  - Steigende Hürden bei der Zulassung
  - Auswirkungen technologischer Entwicklungen
- Das Resistenzmanagement und ein möglichst breites Portfolio zugelassener Produkte ist für die Lösung der Praxis-Probleme unabdingbar
- Die Lösungen werden immer aus dem Zusammenspiel vieler Maßnahmen bestehen
- Die Fungizide bzw. der chemische Pflanzenschutz ist ein essentieller Bestandteil der Integrierten Maßnahmen

Vielen herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit – und ich freue mich auf eine interessante Diskussion