

# Reduktion des Herbizideinsatzes – Konsequenzen für die Resistenzentwicklung

Jan Petersen

„PSM-Reduktionsstrategien bei konservierender Bodenbearbeitung und Direktsaat“

AK konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat Baden-Württemberg

17.1.2019 Hohenheim

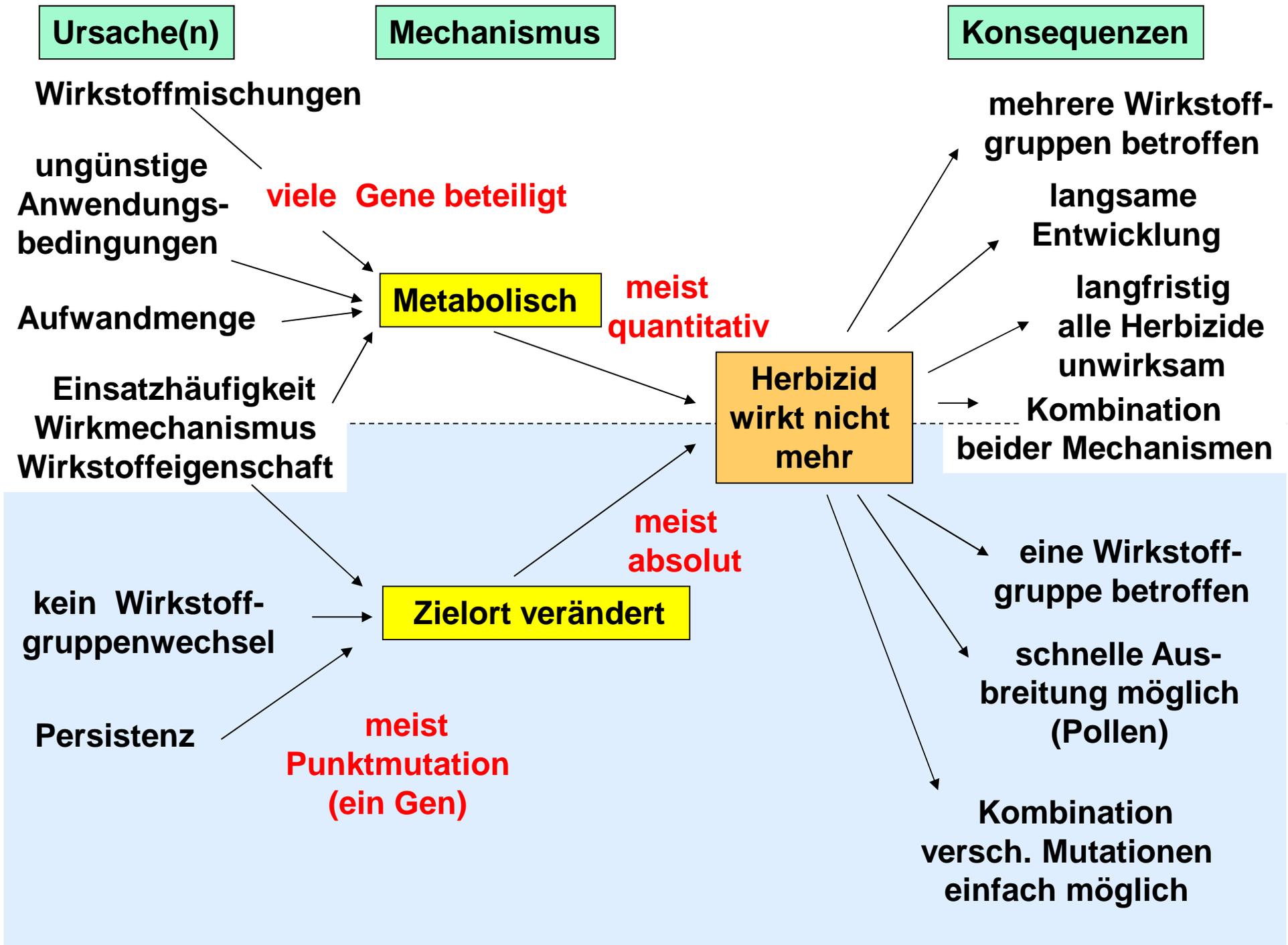
# Um was soll es gehen?

- **Wie kommt es zur Herbizidresistenz bei Unkräutern?**
- **Welche Faktoren begünstigen die Ausbreitung?**
- **Definitionen**
- **Versuchsergebnisse zur Herbizidreduktion und Resistenzentwicklung**
- **Aktuelle Entwicklungen (Herbizidverfügbarkeit)**
- **Schlussfolgerungen**

## Wie kommt es zur Herbizidresistenz bei Unkräutern?

- Resistenzen sind immer da (natürliches Phänomen)
- Frequenzen (resistente zu sensitiven) werden durch unser Tun verändert
- Zwei wesentliche Faktoren:
  - Unkrautdichte: je mehr Individuen einer Art auf einer Fläche desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass Resistenz vorhanden ist
  - Selektionsdruck: je einseitiger die Maßnahmen, desto schneller Frequenzerhöhung der resistenten Individuen

**Welche Faktoren begünstigen die Ausbreitung?**



## Was muss getan werden um Wirkstoffe möglichst lange zu erhalten?

- Generell gilt: Herbizidresistenz ist nur aufzuhalten, wenn keine Herbizide mehr eingesetzt werden
- Es gilt Entwicklung zu verlangsamen
- Wie?
  - Ackerbauliche Maßnahmen zur Reduktion der Dichte (Senkung des Risikos: Selektion und Ausbreitung)
    - Nur vorbeugend sinnvoll
    - Wenn Herbizidresistenz schon da „nur“ Schadensminderung
  - Senkung des Selektionsdrucks (Herbizidmanagement)

## Lebensdauer von Ungrassamen im Boden (Jahre)

Art	durchs.	maximal
• Ackerfuchsschwanz	4	(10)
• Flughafer	8	(12)
• Trespen	1	(2)
• Windhalm	3	(5)

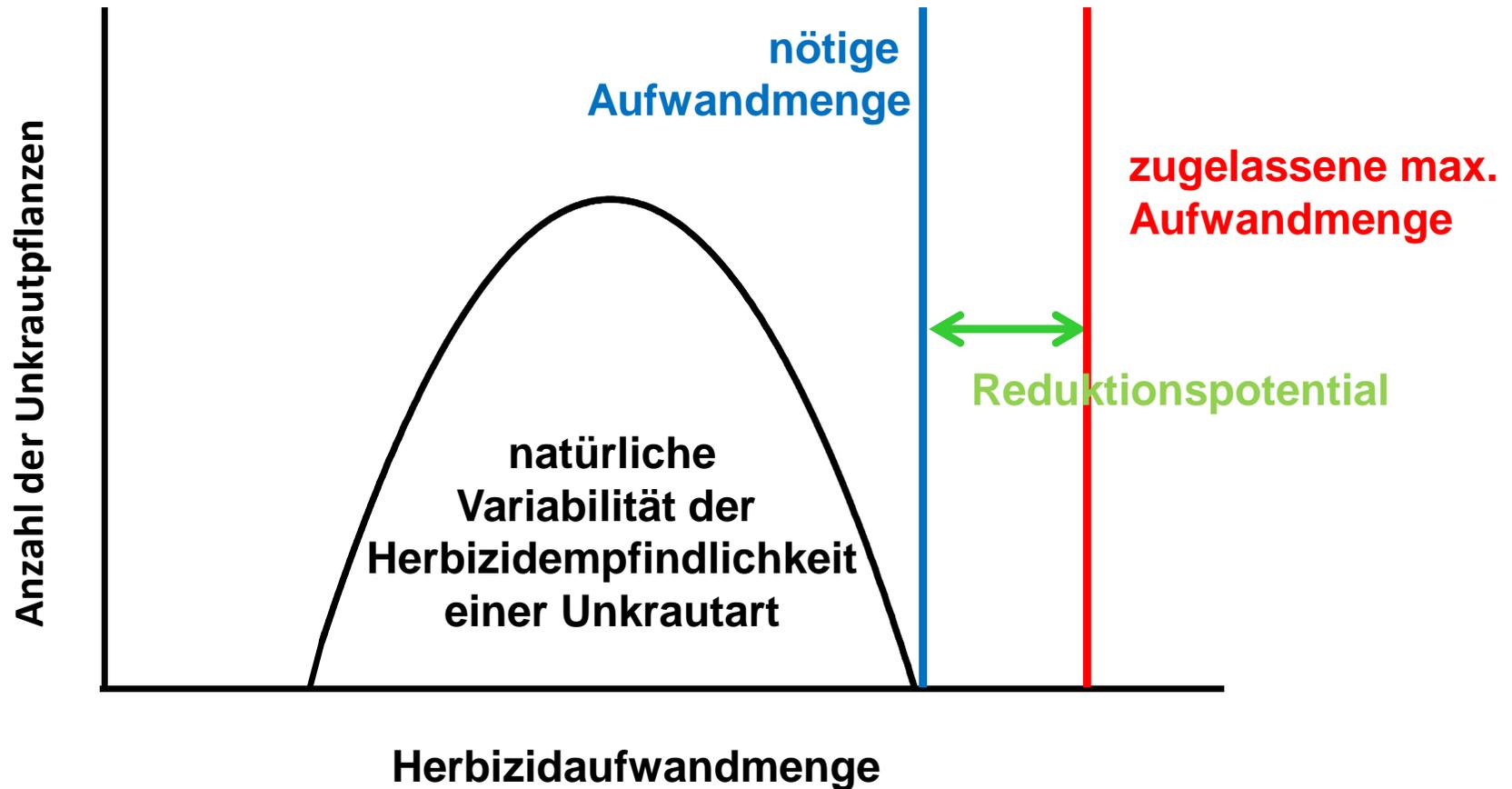
Tatsächliche Überdauerung im Boden abhängig von:

- Bodenart
- Biologische Bodenaktivität
- Ackerbauliche Einflüsse

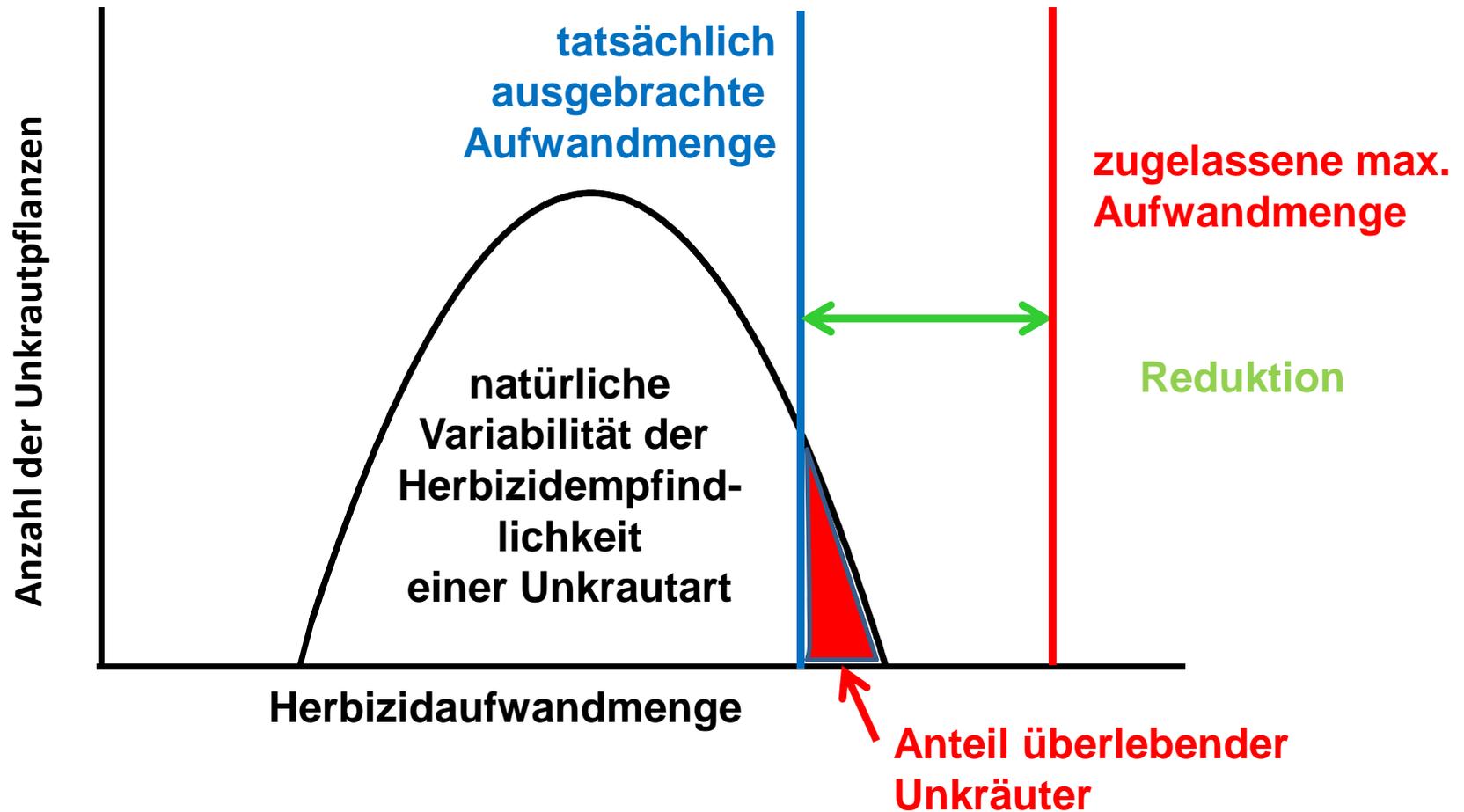
# Definitionen

- **Herbizidreduktionen**
  - **Verzicht auf die Anwendung:**
    - **In (vor) einer Kultur**
    - **Mischungen**
    - **Sequenz**
  - **Reduktion der Aufwandmenge**
  - **beides kombiniert**
- **Herbizidreduktion  $\neq$  Wirkungsverlust**
  - **aber Herbizidreduktion = Erhöhung der Gefahr des Wirkungsverlustes**

# Theorie Herbizidaufwandmengenoptimierung



# Förderung der Herbizidresistenz durch verminderte Aufwandmengen



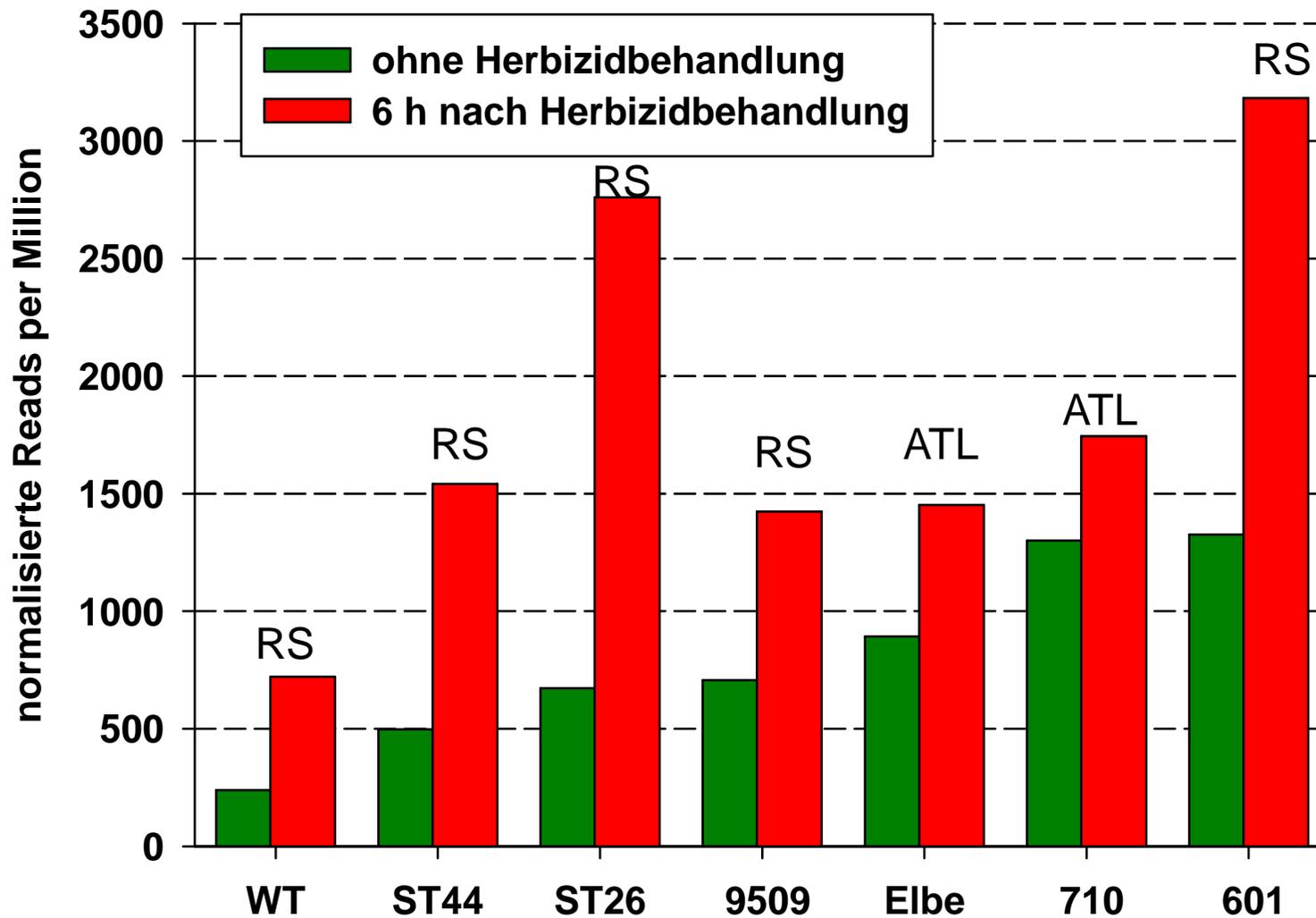
# **Versuchsergebnisse zur Herbizidreduktion und Resistenzentwicklung**

# Hypothesen

- **Szenario1: Selektion von Zielortresistenz**
  - Nur NAF – alle ALOMY-Pfl. einmal mit Herbizid behandelt
  - NAH und NAF – alle ALOMY-Pfl. Einmal oder gleiche Pfl. 2 x mit gleichen Wirkstoffklasse behandelt
  - Konsequenz: kein Unterschied im Selektionsdruck (Selektionsdruck geringer wenn nur NAH und viele Nachaufläufer)
- **Szenario2: Selektion auf Nicht-Zielortresistenz**
  - NAH aktiviert Metabolismen und red. Wirkung NAF
  - NAH hat Einfluß auf Genregulation und red. dadurch Wirkung NAF und in weiteren Generationen (epigenetische Effekte)
  - Beide Wirkungen würde Resistenzrevolution beschleunigen

# Einfluss der Herbizidbehandlung auf den Herbizidmetabolismus

## Summe der relevanten Glutathion-S-Transferasen



RS – Ralon Super  
ATL – Atlantis WG

ALOMY Herkunft

**Wirkung [%] von Sequenzbehandlungen versus Einfachbehandlungen  
gegenüber versch. Ackerfuchsschwanzbiotypen  
(Feldversuch Bingen 2013/14)**

	sen1	sen2	pel	Elbe	Basis
unbehandelt (Pfl./m <sup>2</sup> )	197	240	158	300	Pfl/m <sup>2</sup>
Lexus VA 20 g/ha	78	85	61	27	
Boxer VA 5,0 l/ha	85	97	66	70	
Atlantis NAF 500 g/ha	100	100	98	0	Ähren/m <sup>2</sup>
Lexus VA 20 g/ha + Atlantis NAF 500 g/ha	100	100	99	25	
Boxer VA 5,0 l/ha + Atlantis NAF 500 g/ha	100	100	100	53	

## Zwischenfazit 1

- Sequenzapplikation 2 x ALS innerhalb einer Saison führt i.d.R. zu keinem erhöhten Selektionsdruck auf ALS-Zielortresistenzen
- Sequenzapplikation kann möglicherweise (bei einigen Biotypen) zu einer höheren Überlebensrate bei metabolischer Resistenz führen (mögliche Folge – verstärkte Resistenzrevolution)
  - Aber - wenn dieser Effekt existiert, scheint er unabhängig von Wirkungsmechanismen der Herbizide
- Effekte von Sequenzapplikationen innerhalb einer Saison scheinen wesentlich geringer als Interaktion HerbizidAuswahl und Jahr(e)
- Was ist denn nun besser (insbes. zur Ackerfuchsschwanzkontrolle)?
  - VA mit klassischen Bodenherbiziden +NA ALS-Hemmer (Frühjahr)
  - oder ALS+Bodenherbizid im Herbst und ggf. NA ALS-Hemmer Frühjahr?

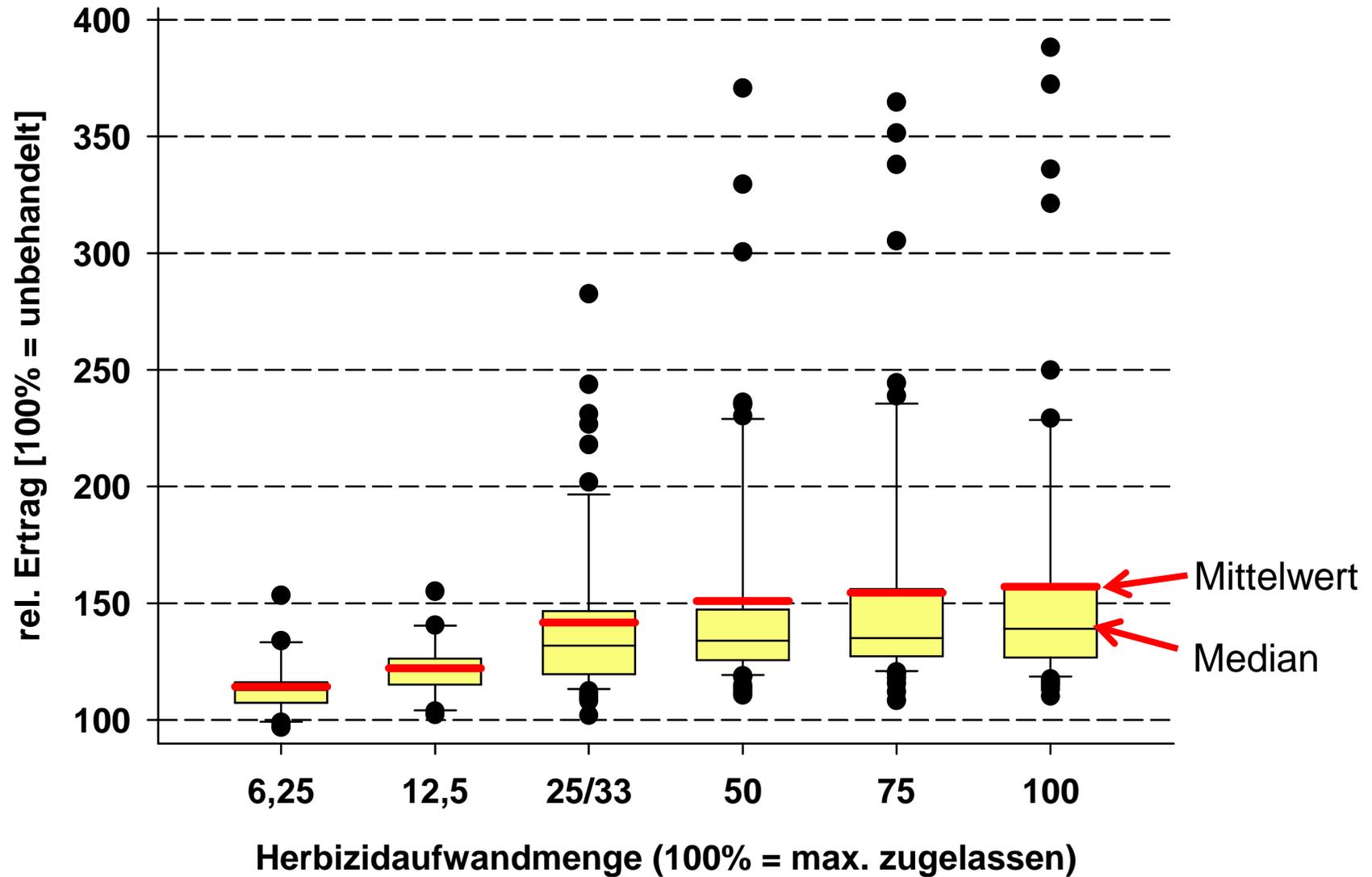
## **Feldversuche zur Reduktion der Herbizidaufwandmenge im Wintergetreide**

- Kleinparzellenfeldversuche in den Jahren 2013 bis 2015
- Wintergerste und Winterweizen
- RLP, Bay, Nie, Sachsen-Anhalt und Sachsen
- ALS- und ACCase-Hemmer (NAH und NAF)
- Aufwandmenge 6,25 bis 100%
- Wirkungsbonitur, Ähren/Rispenzählung
- Ertrag

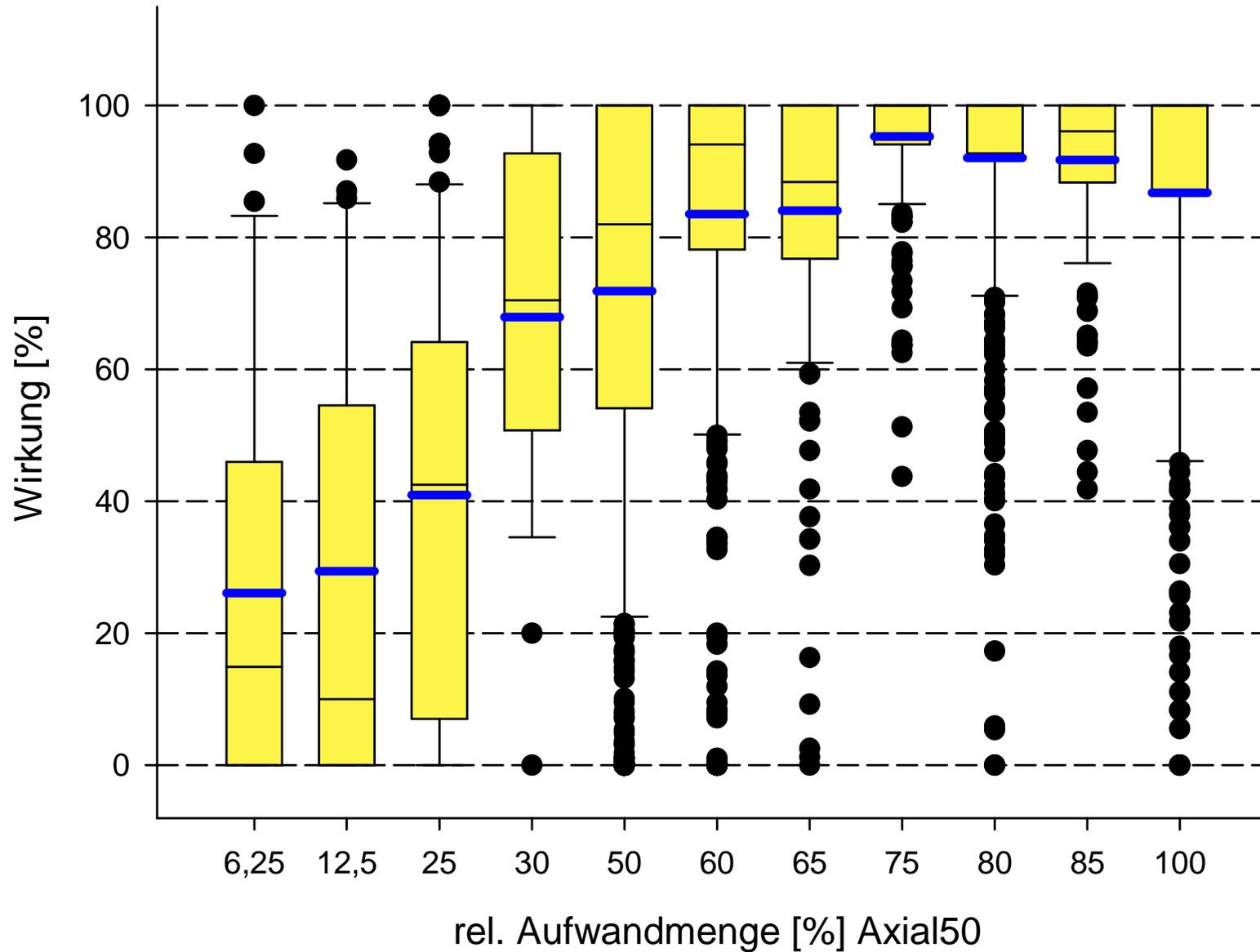
## Anzahl von Versuchen mit >90% Wirkung von ALS-Hemmern in Abhängigkeit der Aufwandmenge

	Aufwandmenge (% von max. zugelassen)							
Art	6.25	12.5	25	50	75	100	>100	Mittel.
Klatschmohn	5	4	4	2	3		4	59.4
Ehrenpreis		1	6	1	1	3	15	>100
Kamille	19		5	3	1		7	53.4
Vogelmiere	13							6.3
Taubnessel	7	3	2	1	3	3	13	100.0
Kornblume				3	1	5	8	>100

# Relativer Kornertrag in Abhängigkeit der Herbizid- aufwandmenge (14 Versuche in RLP 2013 und 2014)



# Einfluss der Herbizidaufwandmenge (Axial50) auf die ALOMY-Wirkung (n = 44; Orte x Termine; 286 Ähren)



**Durchschnittlich benötigte relative Herbizidaufwandmenge [%] zum Erreichen des 95 %-Niveaus von Kornertrag und Herbizidwirkung im Wintergetreide**

Art	Ackerfuchsschwanz		Windhalm	
	Ertrag	Wirkung	Ertrag	Wirkung
<b>Gesamt</b>	<b>64,1 (26,8)</b>	<b>73,8 (23,6)</b>	<b>55,3 (31,4)</b>	<b>62,7 (29,1)</b>
<b>ACCCase-Hemmer</b>	<b>67,9 (24,3)</b>	<b>76,4 (21,1)</b>	<b>65,6 (24,2)</b>	<b>67,0 (25,2)</b>
<b>ALS-Hemmer</b>	<b>49,9 (34,0)</b>	<b>67,9 (27,7)</b>	<b>48,0 (34,4)</b>	<b>60,6 (31,2)</b>

( X ) = Standardabweichung

## Zwischenfazit 2

- **Reduktion der Herbizidaufwandmenge ohne Wirkungsverluste ist teilweise möglich**
- **Ausmaß der Reduktion ist situationsabhängig (Witterung, Unkrautarten, Größe und Dichte der Unkräuter, ...)**
- **Situation ist vorab nicht genau zu beschreiben**
- **Reduktion der Aufwandmengen birgt größeres Risiko als max. Aufwandmenge (ist aber auch nicht ohne Risiko)**

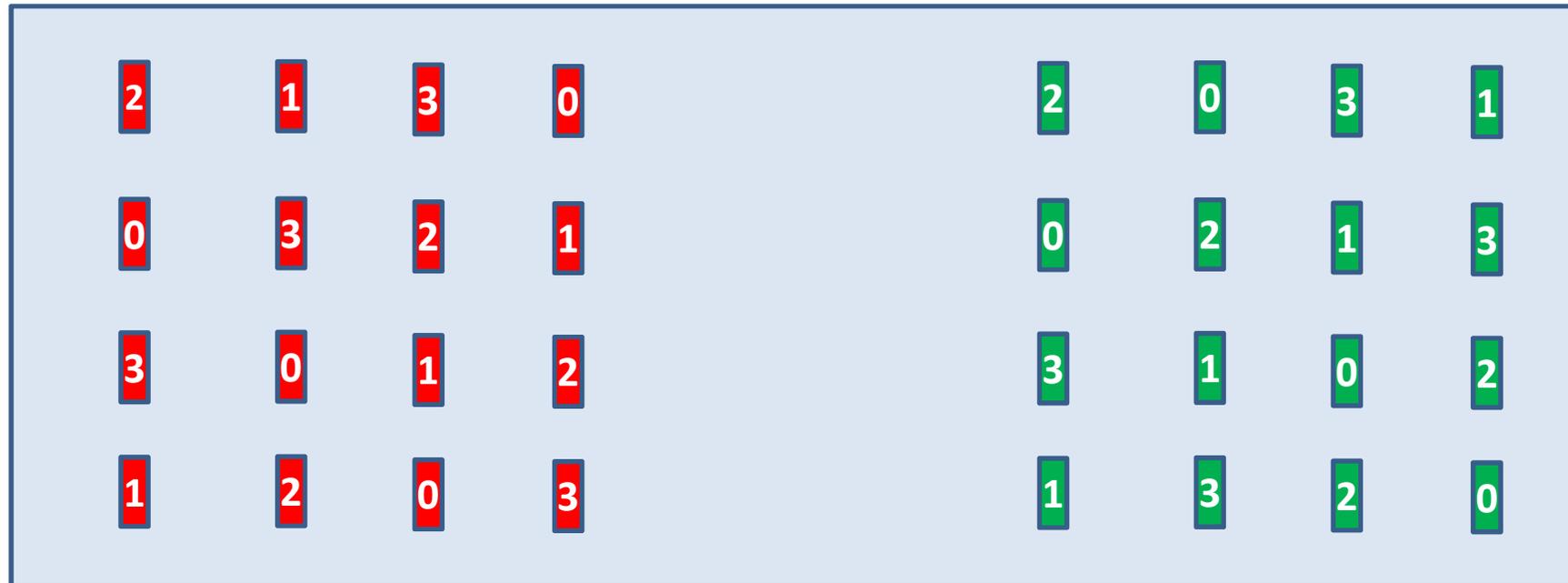
## Konsequenzen einer mehrjährigen Reduktion der Herbizidaufwandmenge

- Feldversuche in Dauerweizenanbau auf zwei Flächen (2013 bis 2015)
- Isolierte Kleinparzellen mit eingesäten Ackerfuchsschwanz
- 4 Herbizidvarianten (NAF):
  - Unbehandelt
  - 50% (0,6 l/ha Axial50)
  - 75% (0,9 l/ha Axial50)
  - 100% (1,2 l/ha Axial50)
- Wirkung, Ertrag und Sensibilitätsänderung vom Ackerfuchsschwanz

# Plan

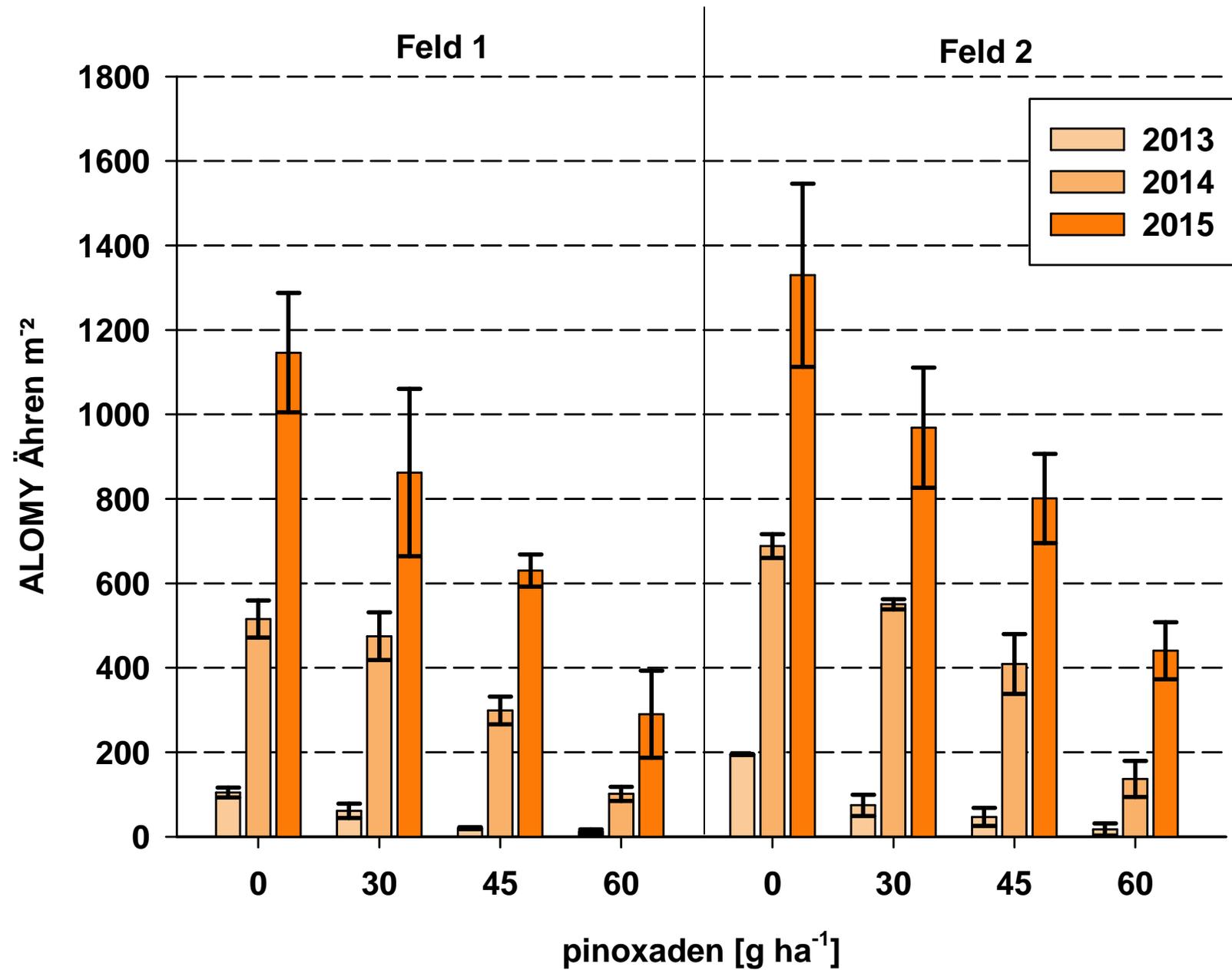
resistente Herkunft

sensitive Herkunft

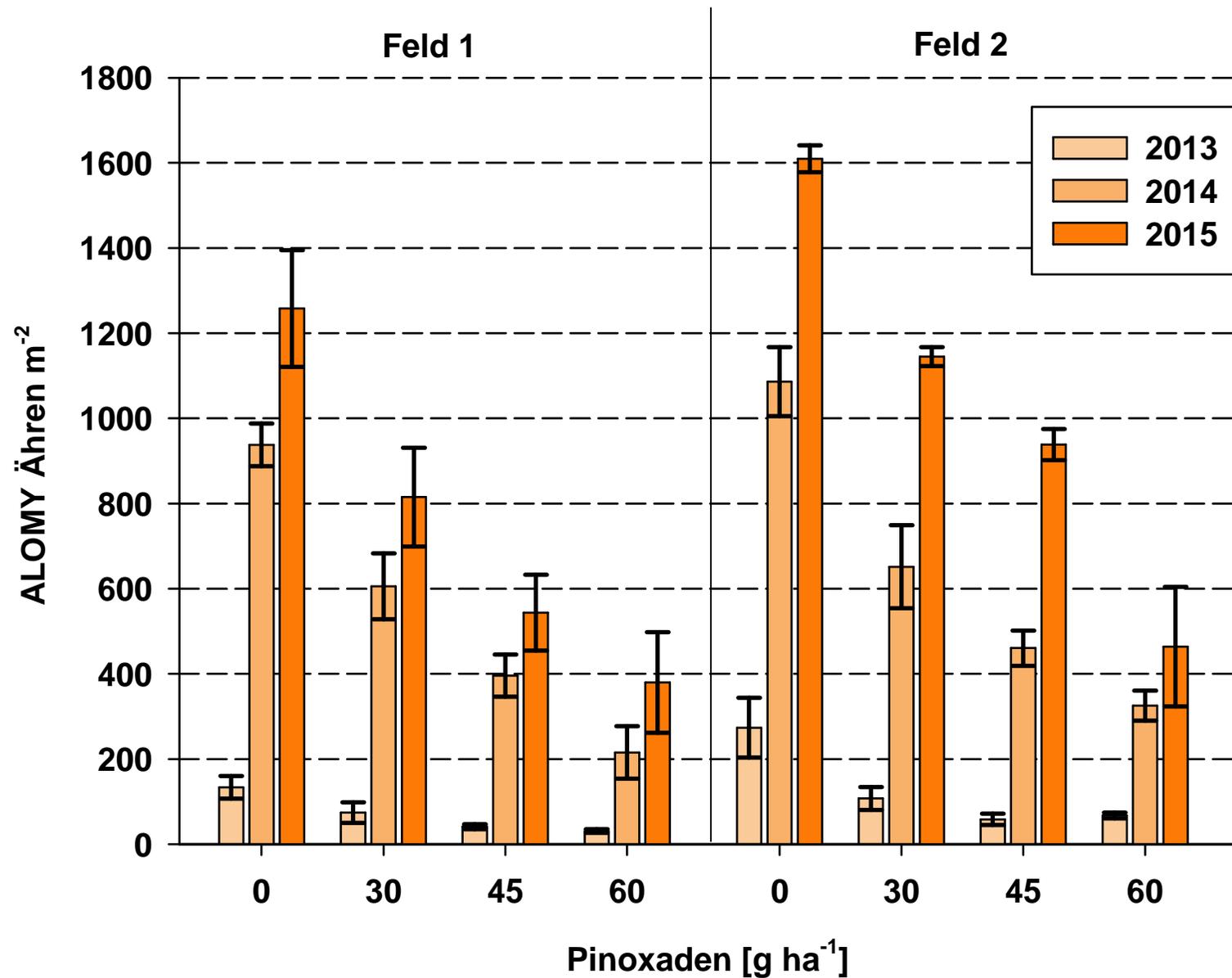


- 0 – keine Herbizid
- 1 – 0,6 l/ha Axial50
- 2 – 0,9 l/ha Axial50
- 3 – 1,2 l/ha Axial 50

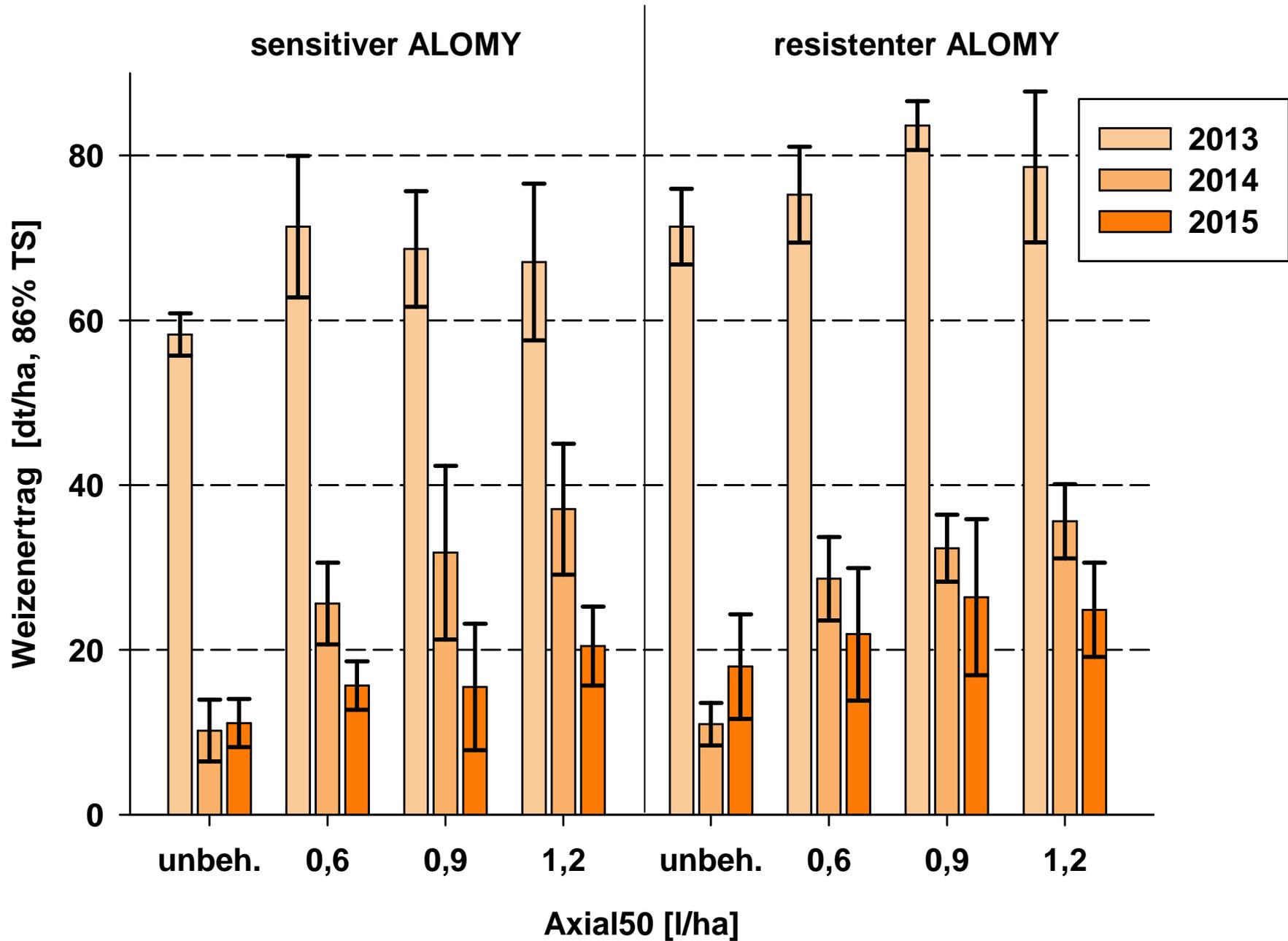
# Ackerfuchsschwanzzähren im Winterweizen in Abhängigkeit von der Herbizidaufwandmenge der sensitiven Herkunft über 3 Jahre



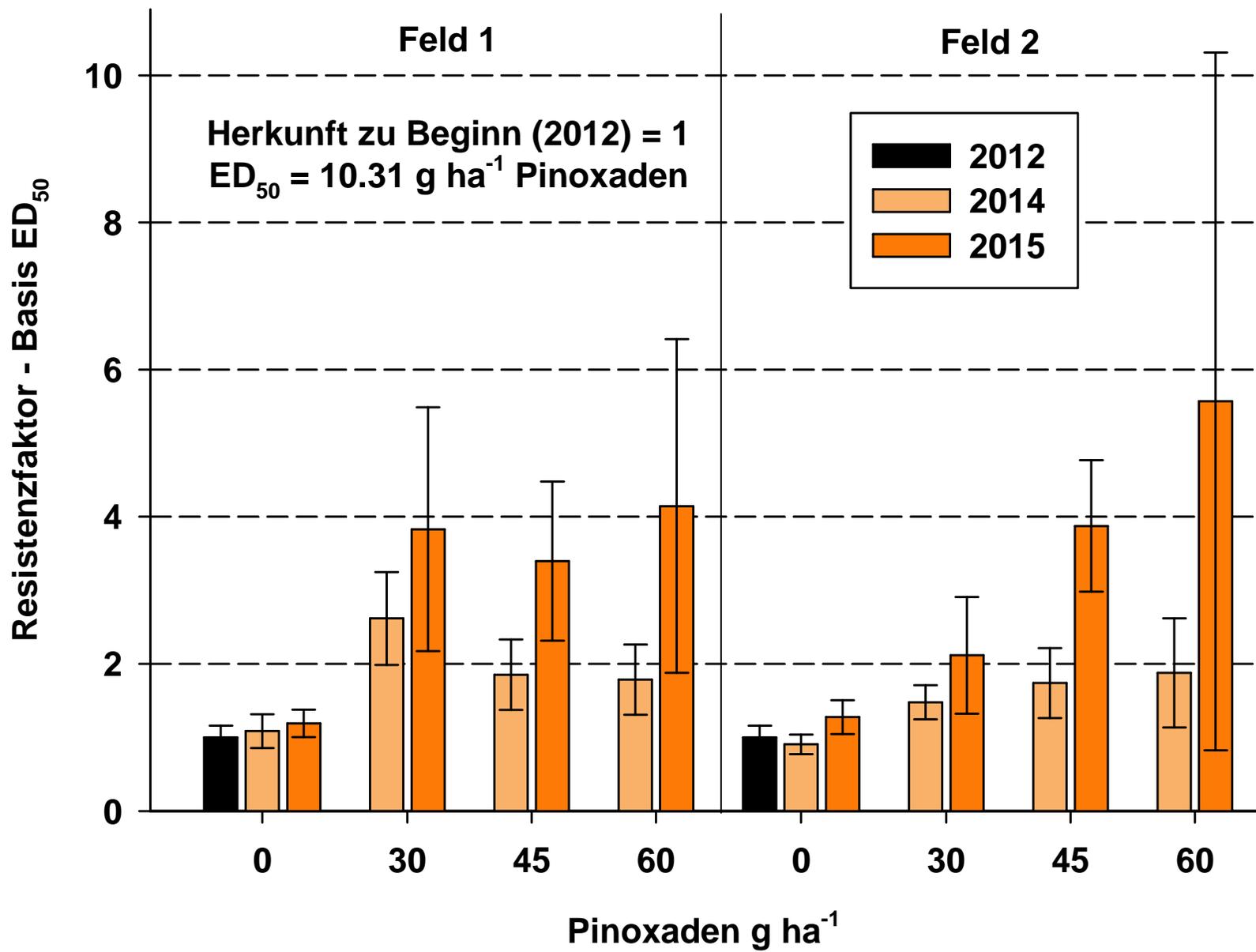
**Ackerfuchsschwanzzähren im Winterweizen in Abhängigkeit  
von der Herbizidaufwandmenge und des Biotyps über 3 Jahre  
(resistente Herkunft)**



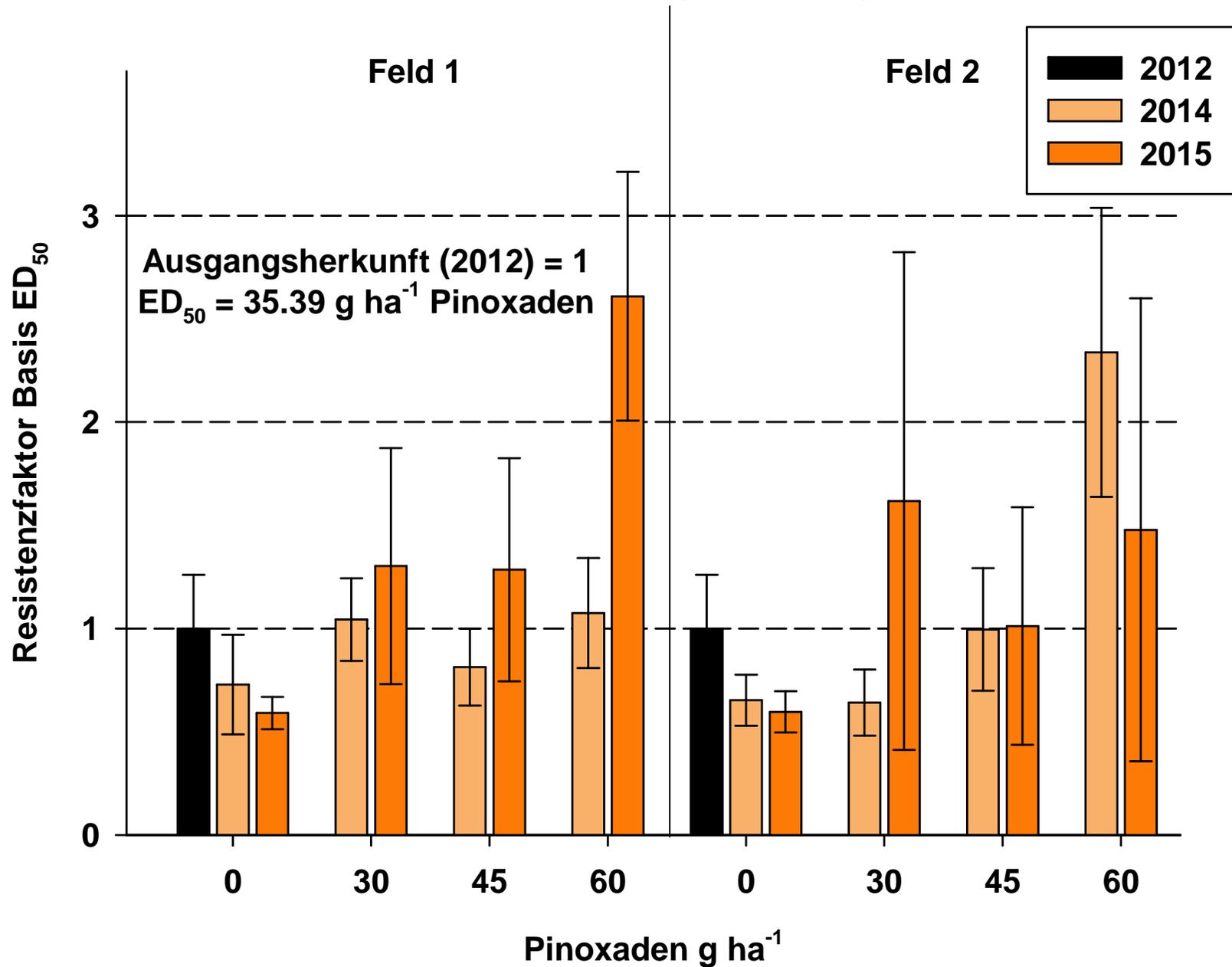
# Weizenertrag in Abhängigkeit von der Herbizidaufwandmenge und Ackerfuchsschwanzbiotyp über 3 Jahre - (Bingen Feld 1)



**Resistenzfaktoren von einer sensitiven Ackerfuchsschwanzherkunft im Winterweizen in Abhängigkeit von der Herbizidaufwandmenge und des Biotyps über 3 Jahre auf zwei Ackerflächen (Dosis-Wirkungsbeziehungen im GWH)**



**Resistenzfaktoren von einer resistenten Ackerfuchsschwanzherkunft im Winterweizen in Abhängigkeit von der Herbizidaufwandmenge und des Biotyps über 3 Jahre auf zwei Ackerflächen (Dosis-Wirkungsbeziehungen im GWH)**



## Zwischenfazit 3

- Resistenzentwicklung kann sehr schnell geschehen
- Beschleunigt durch wiederholte Anwendung des gleichen Wirkungsmechanismus und reduzierten Aufwandmengen
- Max. Aufwandmenge macht aber das gleiche (nur etwas langsamer)

## **Aktuelle Entwicklungen (Herbizidverfügbarkeit)**

- Einschränkungen Glyphosat (mittelfristig Wegfall)
- Zulassungsende Flurtamone (Bacara forte)
- (Beschränkung Flufenacetmenge)
- Weitere Resistenzrevolution bei Gräsern (kaum noch Wirkstoffwechsel im Nachauflauf möglich)
- Herbizidtolerante Kulturarten (ALS ZR)
- Neue Wirkstoffe?
- Weiterer Verlust alter Wirkstoffe

## Schlussfolgerungen

- Unkrautregulierung in Ackerbausystemen ausschließlich auf Herbizide basieren werden scheitern  
(Aufwandmengen/Herbizidstrategien unabhängig)
- Pflanzenbausysteme müssen vermehrt auf präventive Reduktion der Unkrautdichten und Vermeidung der Einseitigkeit der Unkrautflora setzen
  - Vielfältigere Fruchtfolgen
  - Zwischenfruchtanbau
  - Variation Bodenbearbeitung (Situationsbezogen)
- Integration der mechanischen Unkrautkontrolle
- Verringerte Unkrautdichte aber vielfältige Unkrautflora erlaubt eher Reduktion des Herbizideinsatzes
  - Folge: nachhaltigere Nutzung der Herbizide

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

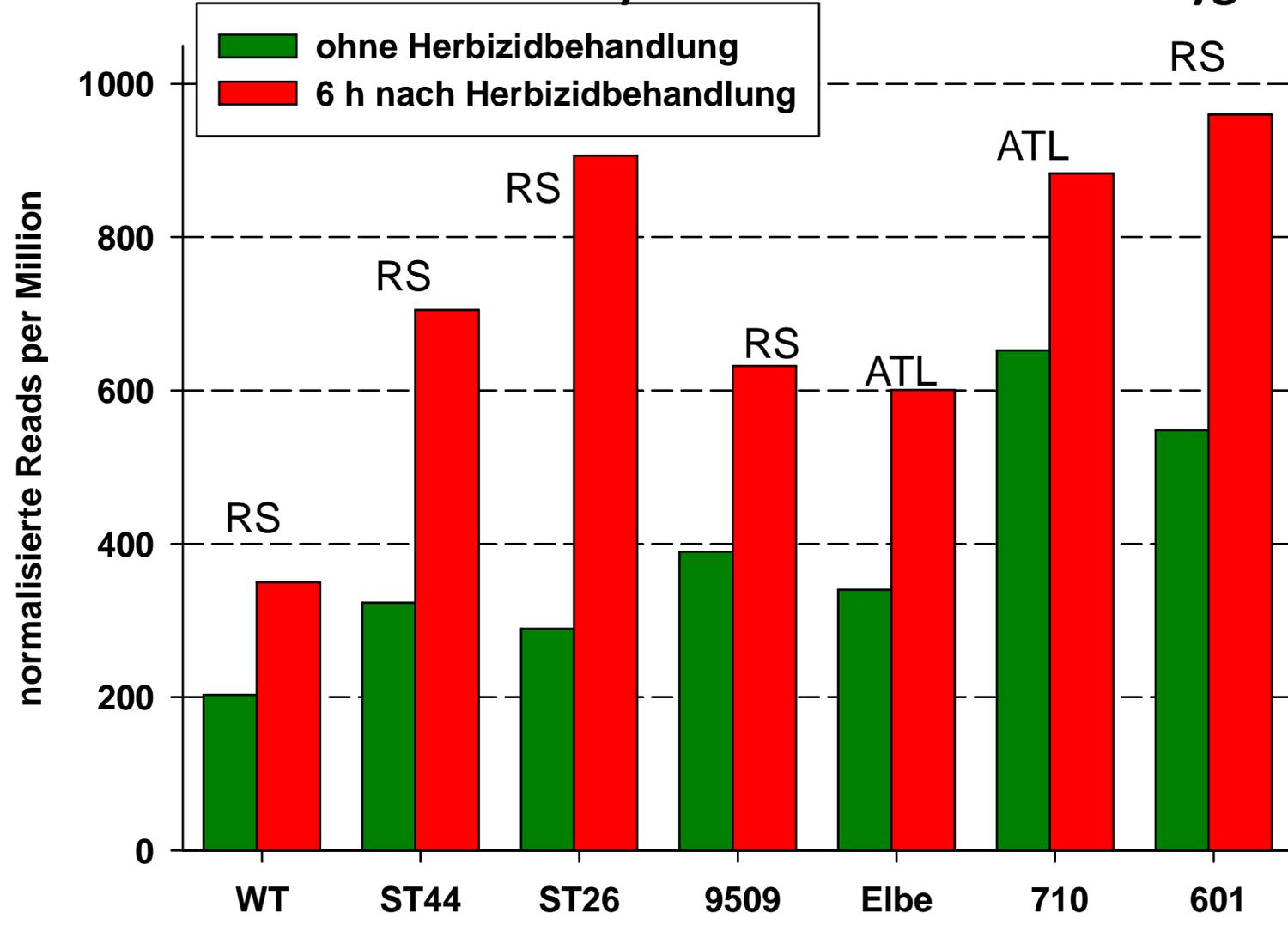
- Herzlichen Dank auch an die Mitwirkenden:
  - Michael Höfer, RLP-Agroscience
  - PSD der Bundesländer Bayern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Sachsen
  - Den Mitarbeitern und Studierenden der TH Bingen an den vorgestellten Projekten





# Einfluss der Herbizidbehandlung auf den Herbizidmetabolismus

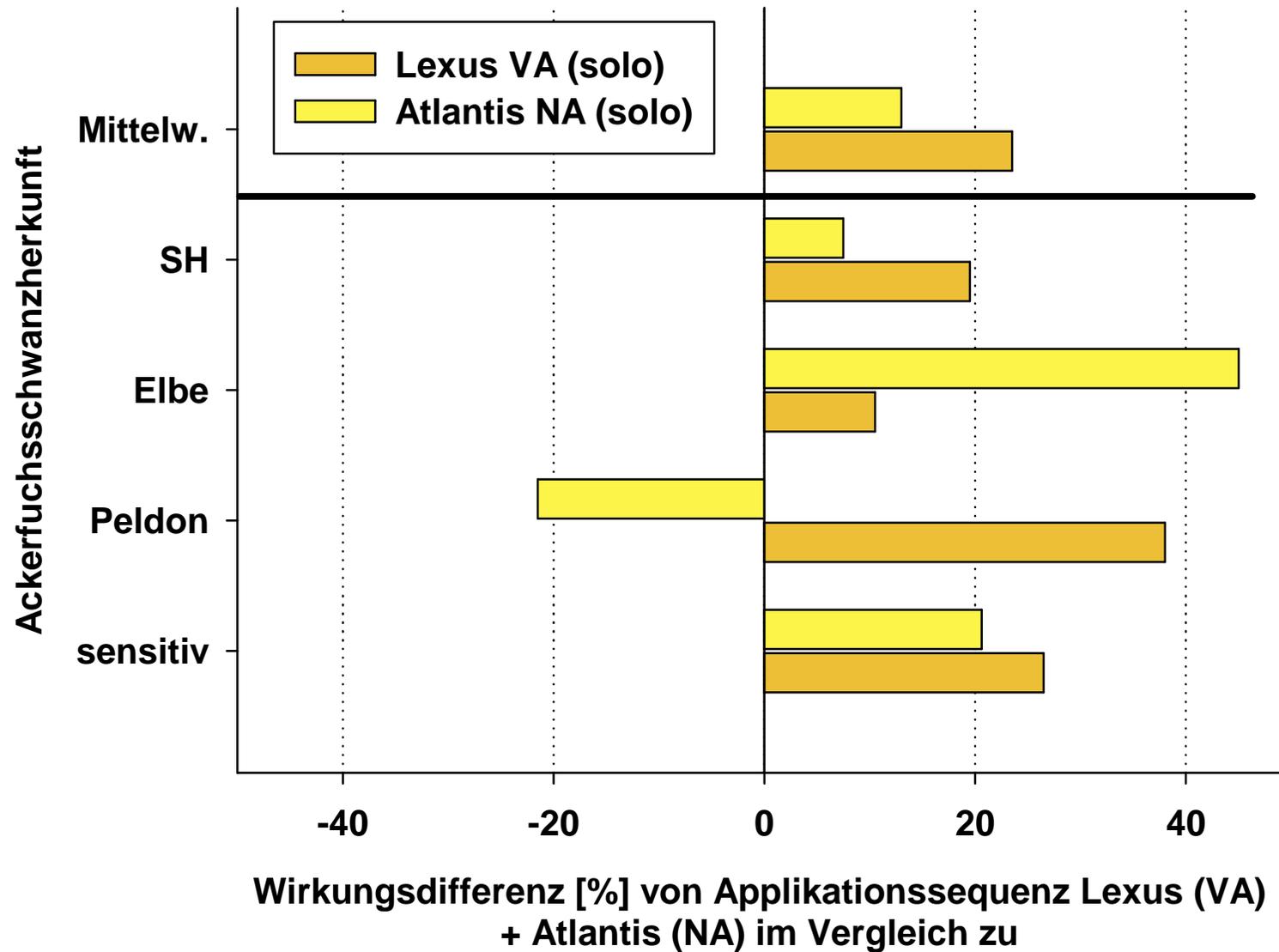
## Summe der relevanten Cytochrom-P-450-Monooxygenasen



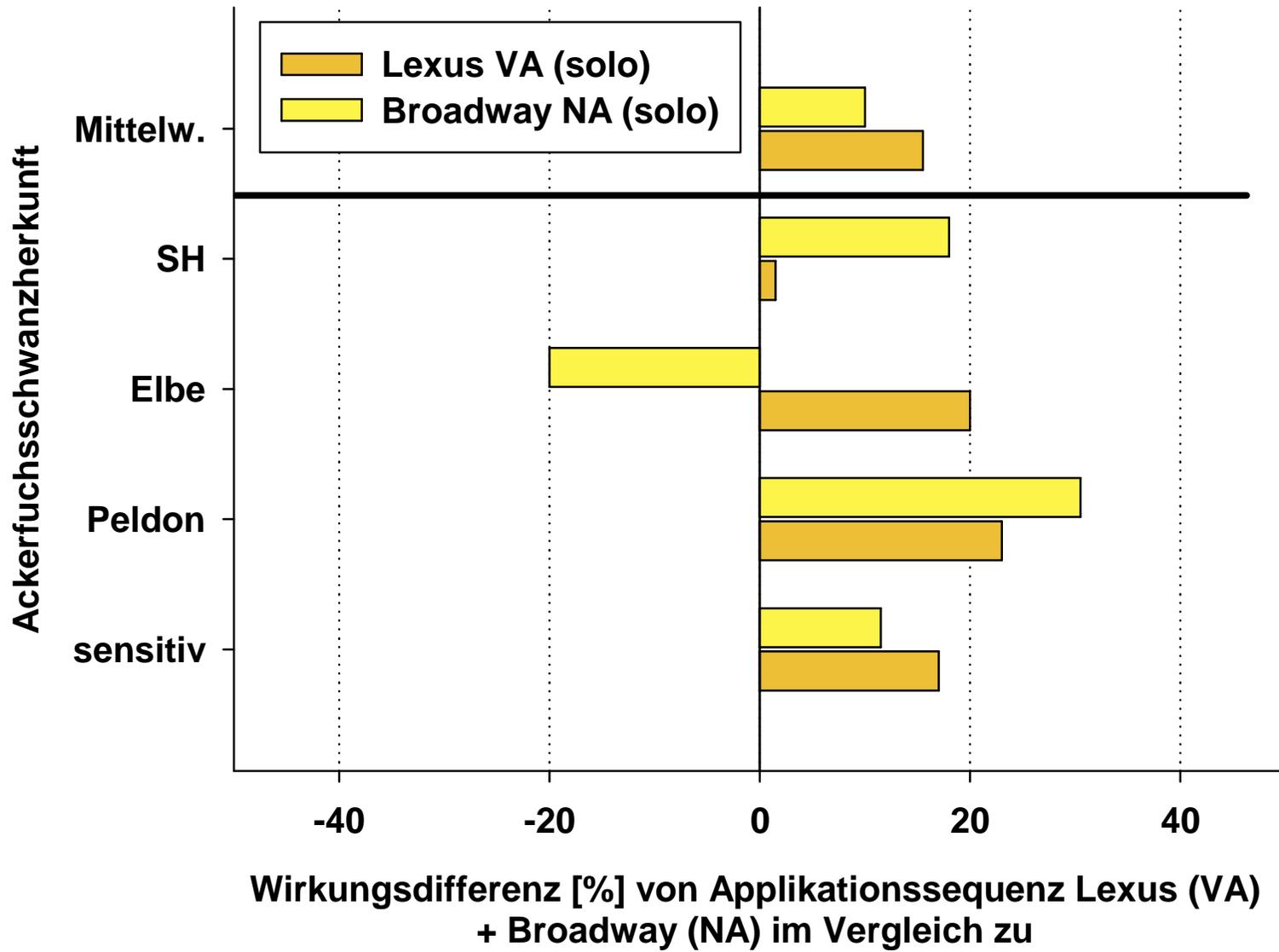
RS – Ralon Super  
ATL – Atlantis WG

ALOMY Herkunft

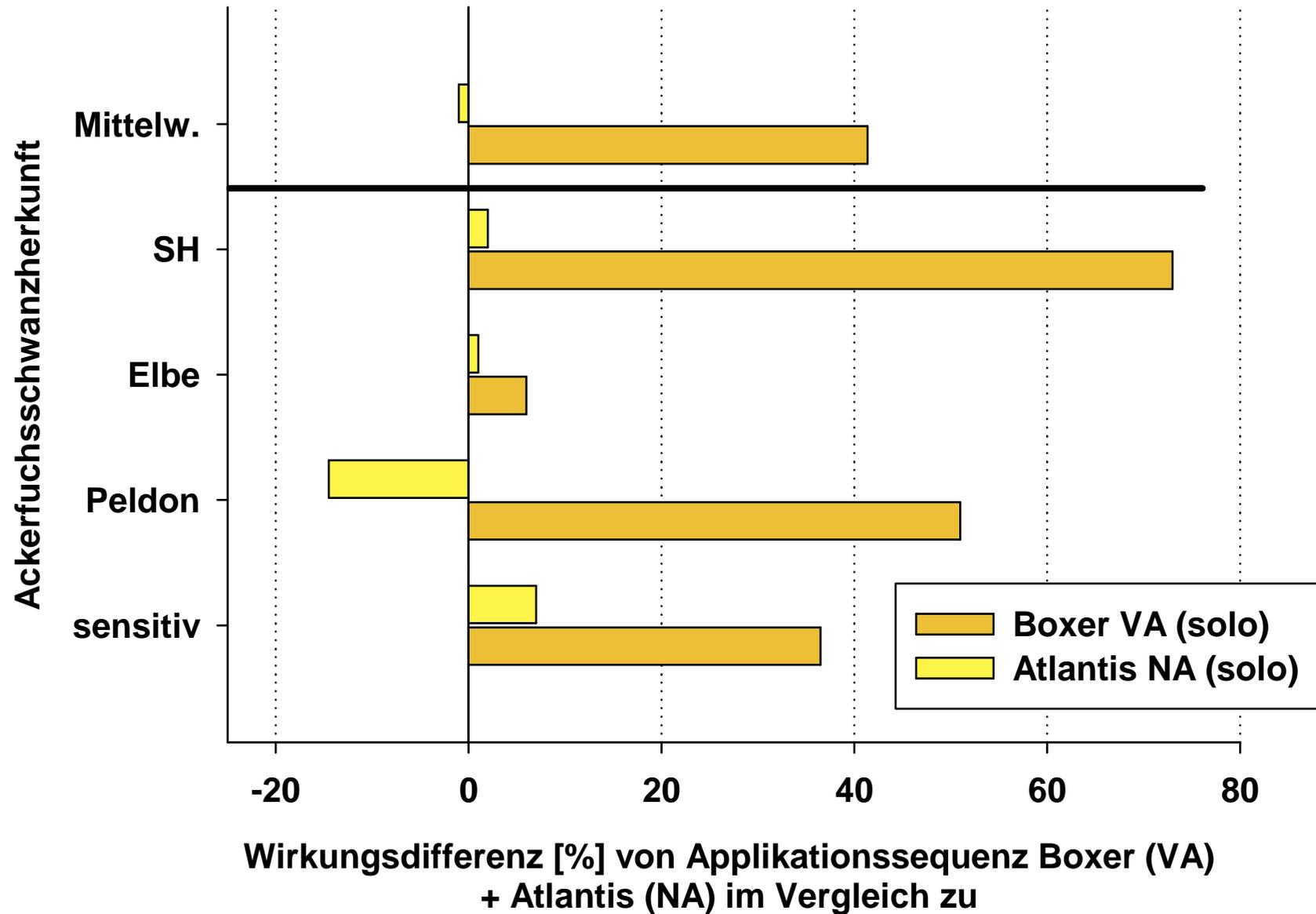
# Vergleich der Wirkung von Lexus (VA) + Atlantis (NA) zu Lexus und Atlantis solo auf verschiedene Ackerfuchsschwanzbiotypen



# Vergleich der Wirkung von Lexus (VA) + Broadway (NA) zu Lexus und Broadway solo auf verschiedene Ackerfuchsschwanzbiotypen



# Vergleich der Wirkung von Boxer (VA) + Atlantis (NA) zu Boxer und Atlantis solo auf verschiedene Ackerfuchsschwanzbiotypen



# Vergleich der Wirkung von Boxer (VA) + Broadway (NA) zu Boxer und Broadway solo auf verschiedene Ackerfuchsschwanzbiotypen

