

Entwicklung des Regenwurmbestandes auf landwirtschaftlich genutzten BDF in Bayern

Roswitha Walter & Johannes Burmeister

Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau

18. Kulturlandschaftstag 2022 in Grub, 05.04.2022

Vielfalt und Leistungen Regenwürmer

In Deutschland 49 Regenwurmarten, in landwirtschaftlichen Nutzflächen in Bayern 25 Arten



Einmischung von organischer Substanz
(**Nährstoffrecycling**)



Grabtätigkeit beeinflusst aktiv das **Bodengefüge**, schaffen **luft- und wasserführende Bodenporen** (erhöhen Infiltration, mindern Oberflächenabfluss)



Fördern die unter- und oberirdische **Biodiversität**

Regenwurmerfassung auf den BDF

1985

Austreibungs- methode

Aufgießen der Austreibungs-
lösung (Formaldehydlösung, 0,2 %) auf $\frac{1}{2}$
m² (Acker u. Sonder-
kulturen) und $\frac{1}{4}$ m²
(Grünland), je BDF 10
Stichproben



Aufsammeln der
Regenwürmer auf der
Probestelle über 30
Minuten



2010

Handauslese ergänzt

Handauslese auf 0,1 m²
(Acker, Sonderkulturen) und
1/16 m² (Grünland), Tiefe ca.
30 cm (pflugsohlentief), je
BDF 10 Stichproben



Ausgegrabenes Boden-
material nach Regenwürmern
durchsuchen



aktuell

Fragestellung, verwendete Methode und Anzahl BDF je Nutzungstyp

Methode	seit 1985 mindestens 1 x mit der Austreibungsmethode beprobt	von 1985 bis 2019 mindestens 4 X mit der Austreibungsmethode beprobt	von 2010 bis 2019 mit der erweiterten Methode (Austreibung + Handauslese) mindestens 1 x beprobt
Acker	95	80	80
Grünland	20	18	18
Flächen mit Nutzungsänderung	14	12	12
Sonderkulturen	7	7	7

Fragestellung	<ul style="list-style-type: none"> • Summe erfasster Regenwurmarten • Stetigkeit und Verbreitung ihres Auftretens im Nutzungstyp 	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige Entwicklungstendenzen für: <ul style="list-style-type: none"> – Zeigerart <i>Lumbricus terrestris</i> – Diversität der Regenwürmer (Shannon-Index) • erklärende Faktoren der Trendentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfassungsgrad Austreibungsmethode • Kennwerte von Abundanz, Biomasse und Artenvielfalt der Regenwürmer • Analyse zu den die Gesamtabundanz und -biomasse der Regenwürmer im Acker und Grünland steuernden Faktoren (Daten der 4. Probenahmeserie, Bewirtschaftungs-, Klimafaktoren 10 Jahre vor der Probenahme)
----------------------	--	--	--

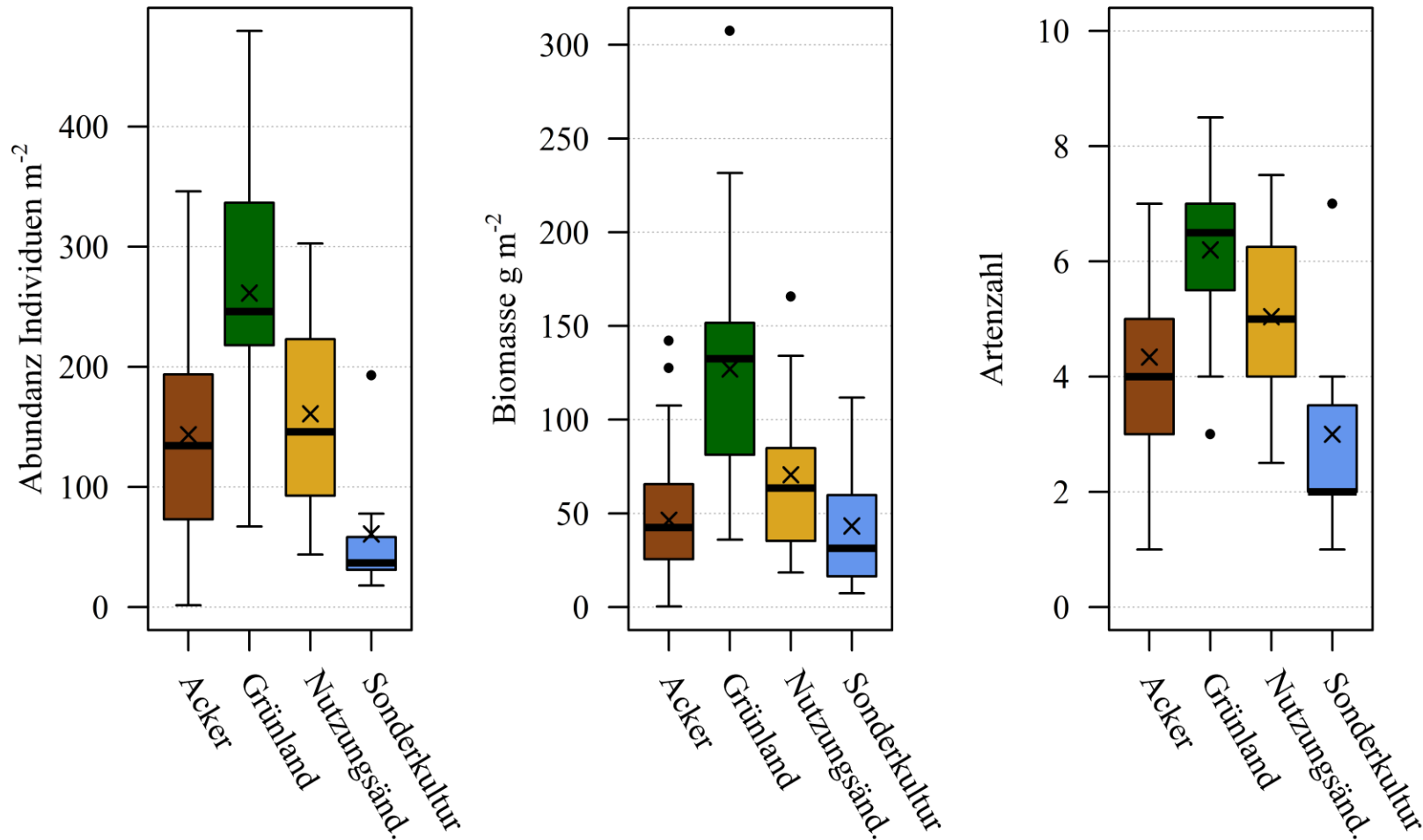
Artenvielfalt auf den Boden-Dauerbeobachtungsflächen

	Rote Liste D	Bestand in D	Acker (n=95)	Grünland (n=20)	Nutzungsänderung (n=14)	Sonderkulturen (n=7)	Landwirtschaftliche Nutzflächen (n=136)
Streubewohnende Arten							
<i>Aporrectodea handlirschi</i>	D	selten	3%				2%
<i>Dendrobaena octaedra</i>	*	häufig		5%			1%
<i>Dendrodrilus rubidus</i>	*	häufig	6%	20%	29%	29%	12%
<i>Eiseniella tetraedra</i>	*	mäßig häufig	2%	5%	0%		2%
<i>Lumbricus rubellus</i>	*	sehr häufig	49%	100%	79%		57%
<i>Lumbricus castaneus</i>	*	häufig	47%	100%	86%	14%	57%
Flachgrabende Arten							
<i>Allolobophora chlorotica</i>	*	häufig	58%	55%	50%	43%	56%
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	*	sehr häufig	96%	100%	100%	57%	95%
<i>Aporrectodea icterica</i>	G	mäßig häufig	1%			14%	1%
<i>Aporrectodea georgii</i>	*	Sehr selten		10%			1%
<i>Aporrectodea rosea</i>	*	Sehr häufig	80%	100%	100%	43%	83%
<i>Octodrilus transpadanus</i>	R	extrem selten		5%			1%
<i>Octolasion cyaneum</i>	*	mäßig häufig	13%	10%	43%		15%
<i>Octolasion tyrtaeum</i>	*	häufig	72%	100%	93%	43%	76%
<i>Proctodrilus antipae</i>	V	selten	3%	15%			4%
<i>Proctodrilus opisthoductus</i>	R ^e	extrem selten ^e		10%			1%
<i>Proctodrilus tuberculatus</i>	*	sehr selten	5%	5%			4%
Tiefgrabende Arten							
<i>Lumbricus terrestris</i>	*	sehr häufig	95%	100%	100%	100%	96%
<i>Aporrectodea longa</i>	*	häufig	9%	35%	14%	43%	15%
<i>Fitzingeria platyura</i>	*	sehr selten	1%	15%			3%
<i>Lumbricus polyphemus</i>	*	selten	1%	5%			1%
Kulturfolger							
<i>Eisenia fetida</i>	◆	nicht bewertet		5%			1%
Summe Arten			17	20	11	9	22

RL D: Rote Liste Deutschland (nach LEHMITS et al. 2016):
 * ungefährdet,
 D: Daten unzureichend,
 ◆: Art nicht bewertet (Kulturfolger),
 V: Vorwarnliste,
 G: Gefährdung unbekanntem Ausmaßes,
 R: extrem selten,
 e: eigene Einstufung, da Art noch nicht in der Roten Liste (LEHMITS et al. 2016) geführt wird

○ Mit hoher Stetigkeit in landwirtschaftliche Nutzflächen auftretende Arten

Kennwerte zur Gesamt-Abundanz, -Biomasse und Artenvielfalt der Regenwürmer



Mittlerer Erfassungsgrad der Methoden (Variationskoeffizient in Klammer)

	Acker	Grünland
Abundanz (Individuen/m ²)		
Austreibungsmethode	25% (69%)	52% (29%)
Handauslese	75% (23%)	48% (31%)
Biomasse (g/m ²)		
Austreibungsmethode	41% (55%)	74% (20%)
Handauslese	59% (38%)	26% (59%)

Datengrundlage: Methodenkombination seit 2010 (Acker n=80, Grünland, n=18, BDF mit Nutzungsänderung n=12, Sonderkulturen n=7)

Indikatoren für langfristige Trendentwicklung und ihre Kennwerte

Lumbricus terrestris eine Schlüsselart



- Nährstoffrecycling
- Röhren dienen als Wurzelraum und zur Infiltration
- Natürliche Regulation

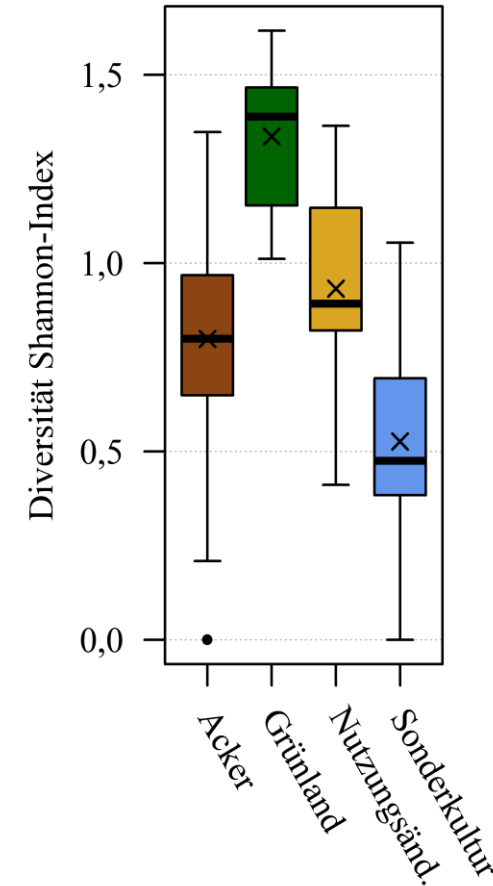
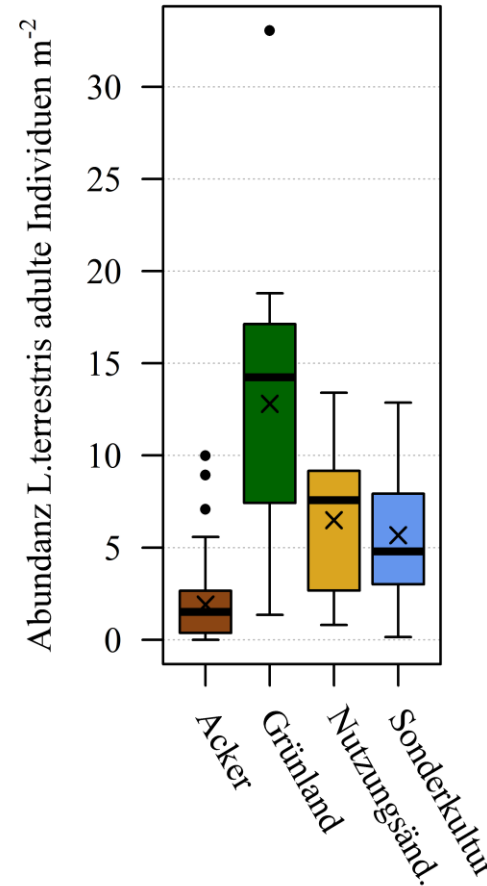
Diversität der Regenwürmer



Zeiger für Landnutzungsintensität

Shannon Index:

Diversität wird über die Artenzahl sowie die Abundanz adulter Tiere ermittelt



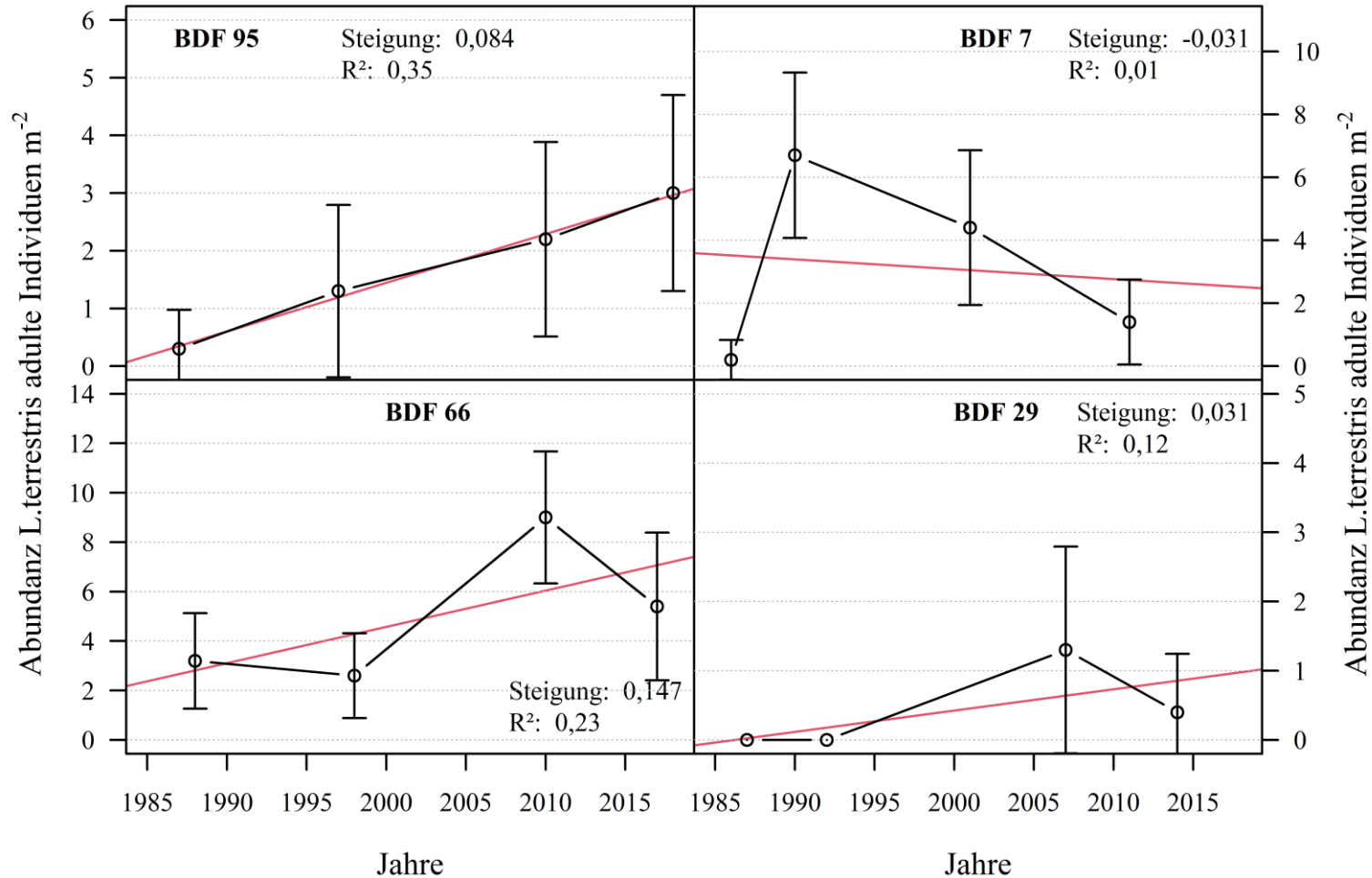
Datengrundlage:
Austreibungs-
methode seit 1985
(Acker n=80,
Grünland n=18,
BDF mit Nutzungs-
änderung n=12,
Sonderkulturen n=7),
je BDF Mittelwert aus
mind. 4 Beprobungs-
terminen

Variationskoeffizient (großräumig, kleinräumig, zeitlich) ist hoch, bei *L. terrestris* > Diversität (Shannon-Index).

Lineare Trendentwicklung – Beispiele von typischen Verläufen im Äcker

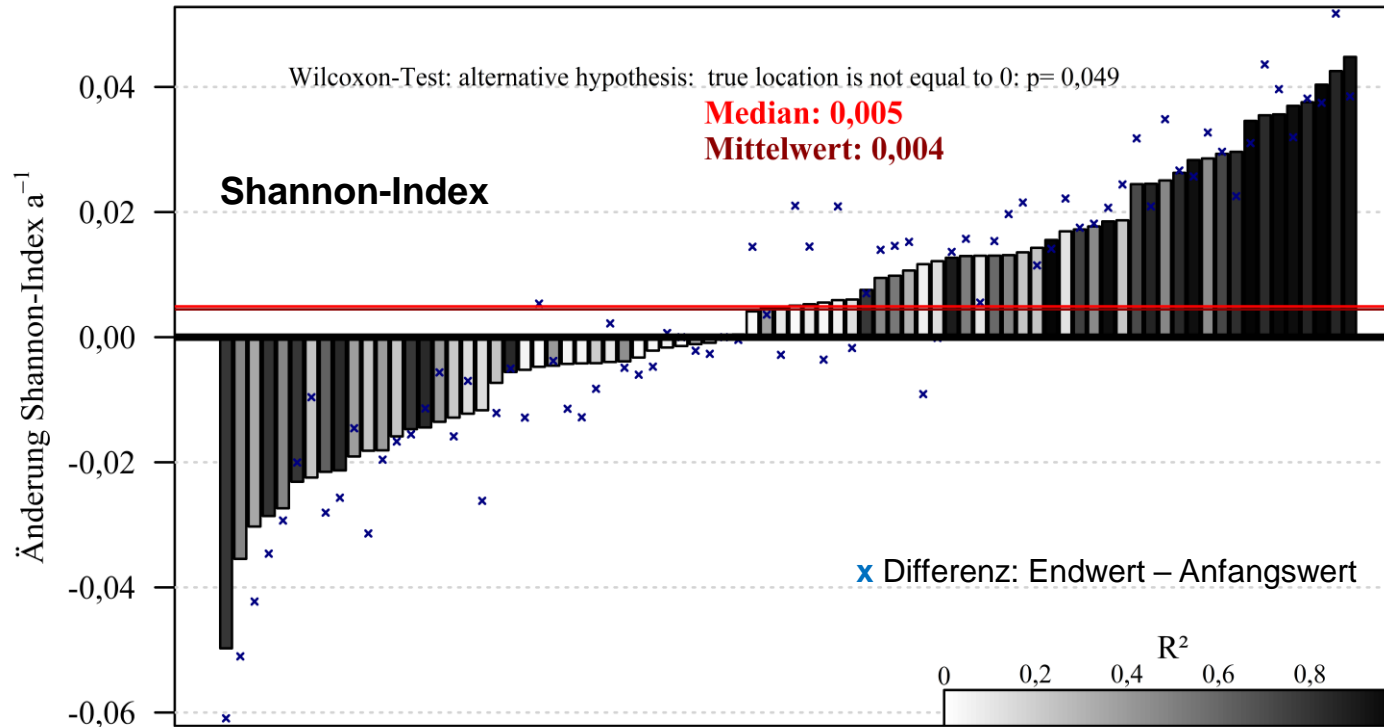


Lumbricus terrestris - Zeigerart



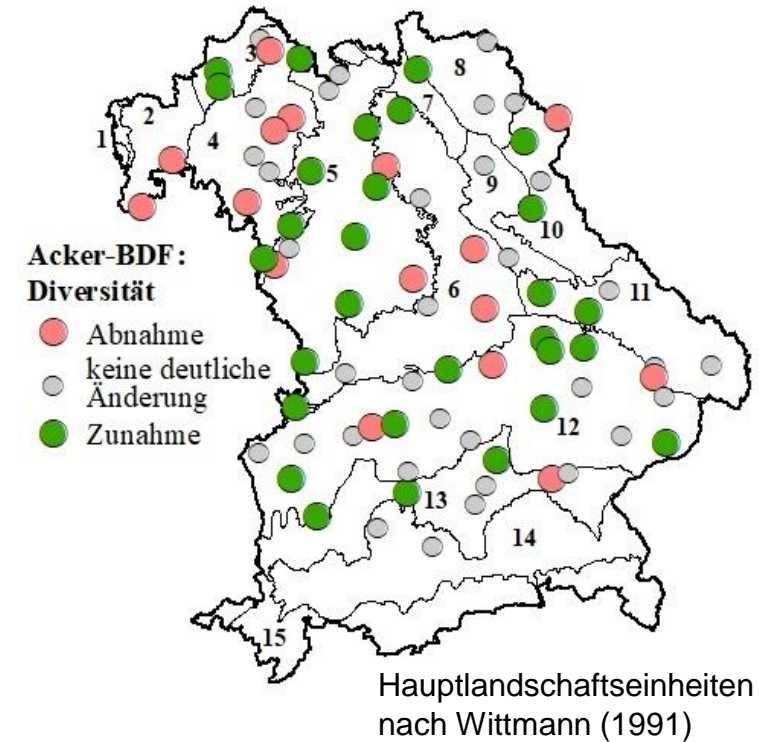
Je Probenahmetermin Mittelwert aus 10 Stichproben mit Standardabweichung und lineare Trendlinie über die Zeit.

Langfristige Entwicklung der Diversität der Regenwürmer auf 80 Acker-BDF



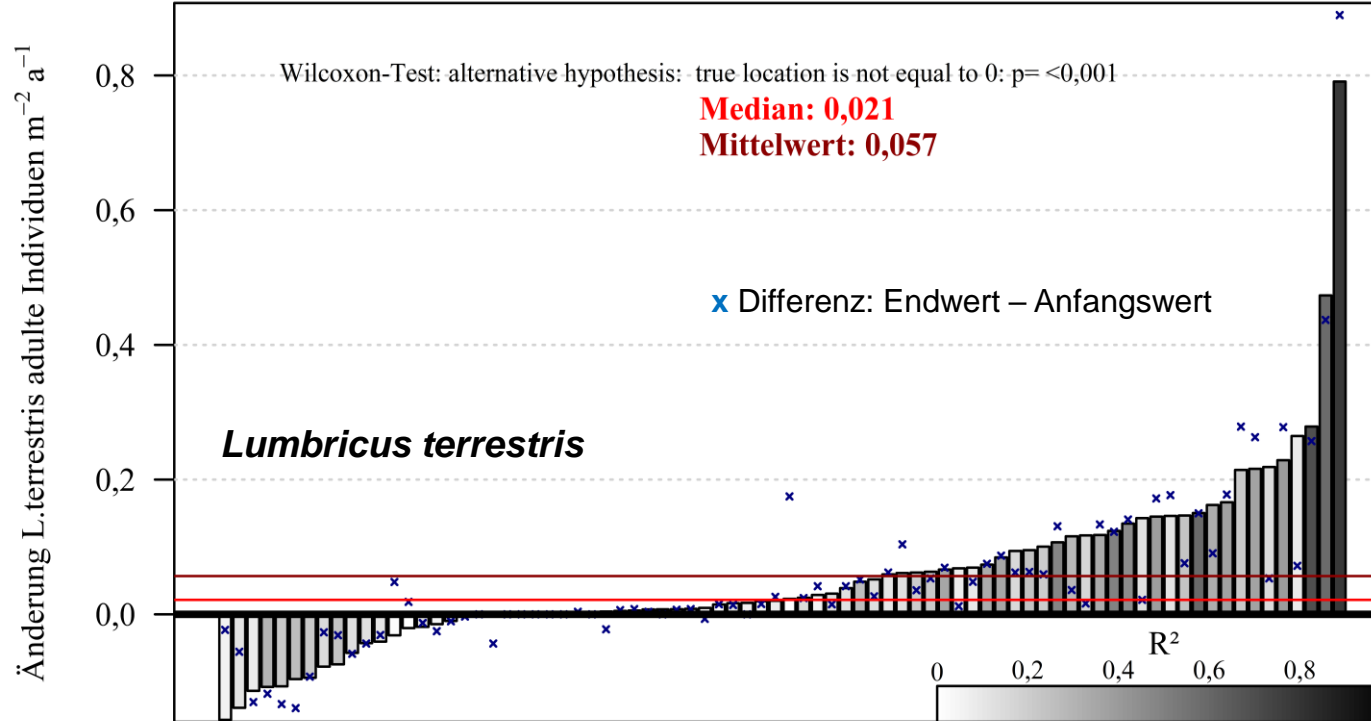
	Abnahme	Zunahme	Keine Änderung
Endwert - Anfangswert	46 %	51 %	2,5 %
Trend	44 %	55 %	1 %
davon mit $R^2 > 0,3$	20 %	36 %	

Datengrundlage: Austreibungsmethode seit 1985 (Acker n=80)



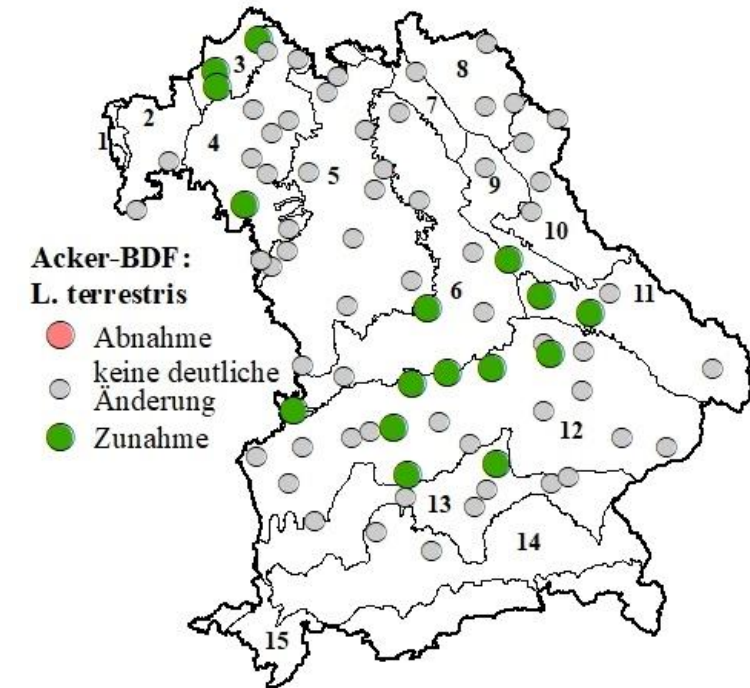
Zu- und Abnahmen, die über einen linearen Trend mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 > 0,3$ gut erklärbar waren

Langfristige Entwicklung der Zeigerart *Lumbricus terrestris* auf 80 Acker-BDF



	Abnahme	Zunahme	Keine Änderung
Endwert - Anfangswert	24 %	65 %	11 %
Trend	25 %	70 %	5 %
davon mit $R^2 > 0,3$		20 %	

Datengrundlage: Austreibungsmethode seit 1985 (Acker n=80)

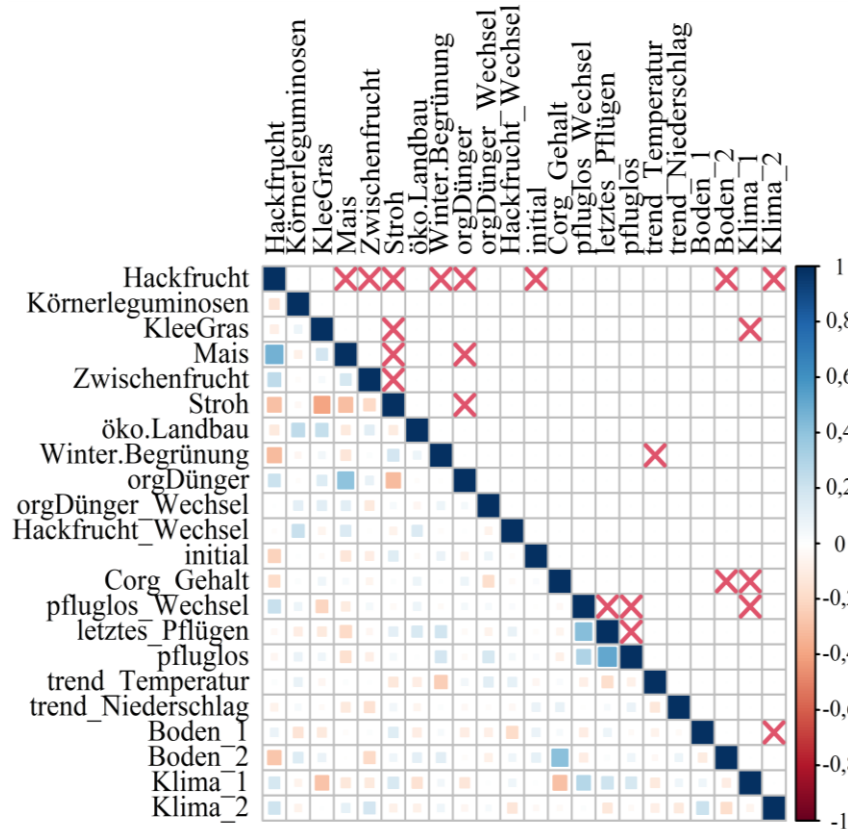


Hauptlandschaftseinheiten nach Wittmann (1991)

Zu- und Abnahmen, die über einen linearen Trend mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 > 0,3$ gut erklärbar waren

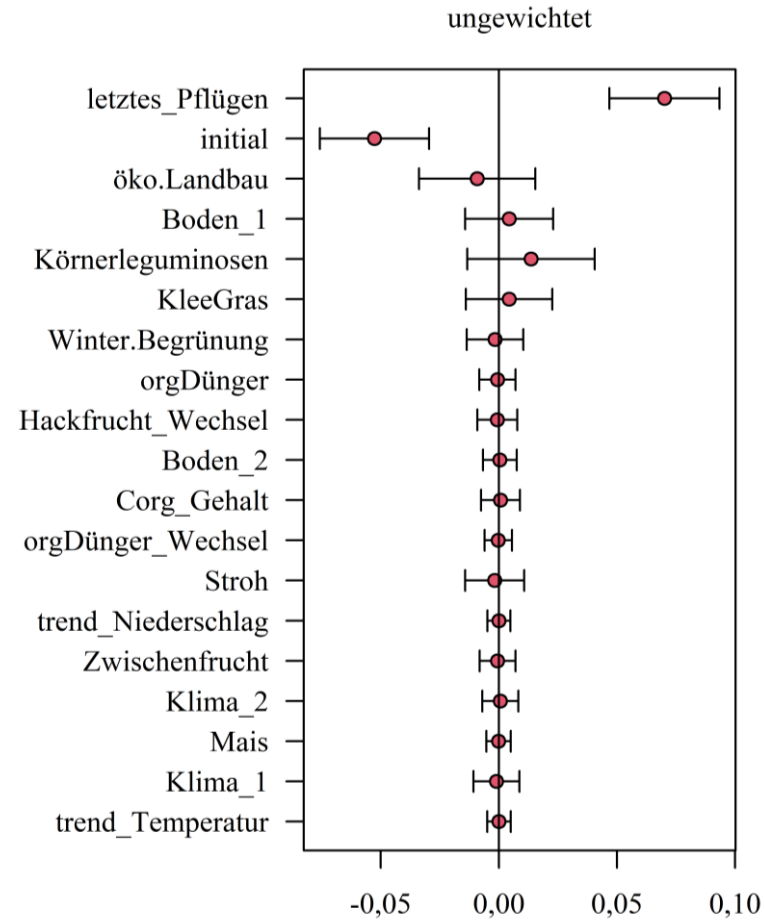
Erklärende Faktoren der Trendentwicklung von *L. terrestris* im Acker

Korrelationsmatrix der zur Klärung der Trendentwicklung im linearen Model herangezogenen Variablen



Rangkorrelationskoeffizient Kendalls Tau, hochsignifikante Korrelationen $p < 0,01$ sind ausgeschlossen und mit einem roten x gekennzeichnet

Geschätzte Koeffizienten (full averaged coefficients) für die Änderung der Abundanz adulter Tiere von *Lumbricus terrestris* in Ackerböden mit Konfidenzintervallen (gemittelttes Modell, model selection averaging)



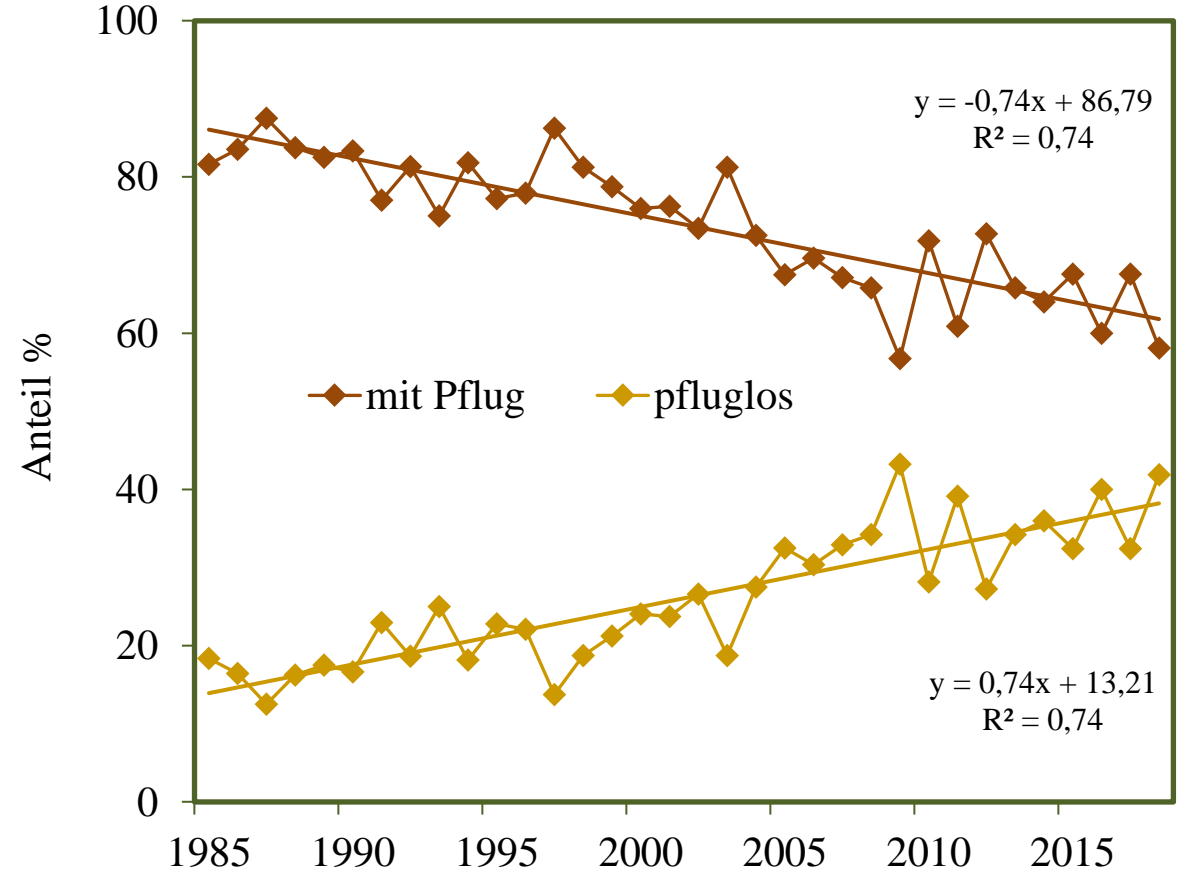
35055 multiple lineare Regressionsmodelle (je bis zu 6 Prädiktoren)

Wichtigste Faktoren für die Trendentwicklung von *L. terrestris*:

Initialwert und zeitlicher Abstand zum letzten Pflügen,

gemittelttes Modell erklärt 47% der Varianz

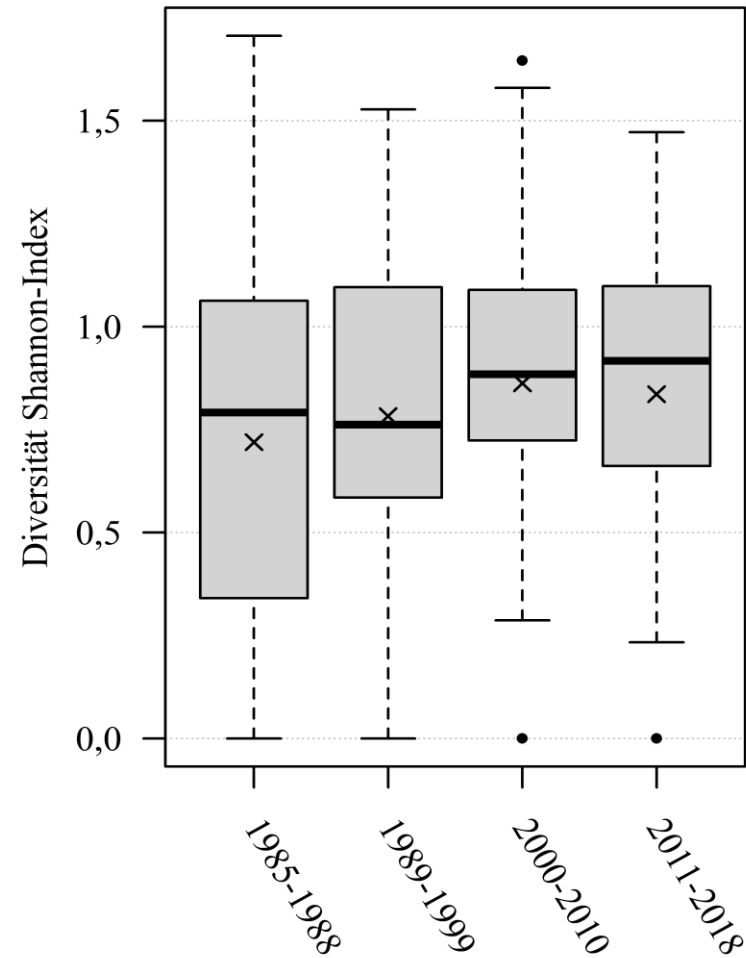
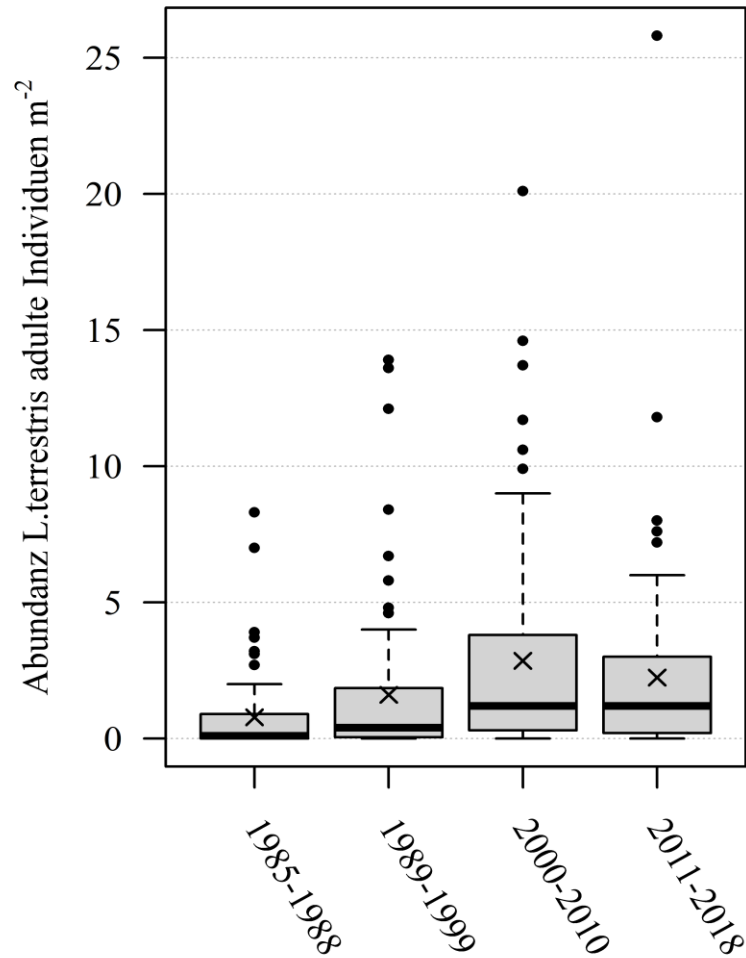
Rückgang der Pflughäufigkeit auf den Acker- BDF in Bayern



Treich, M., Ebertseder, F. (IAB 1a)

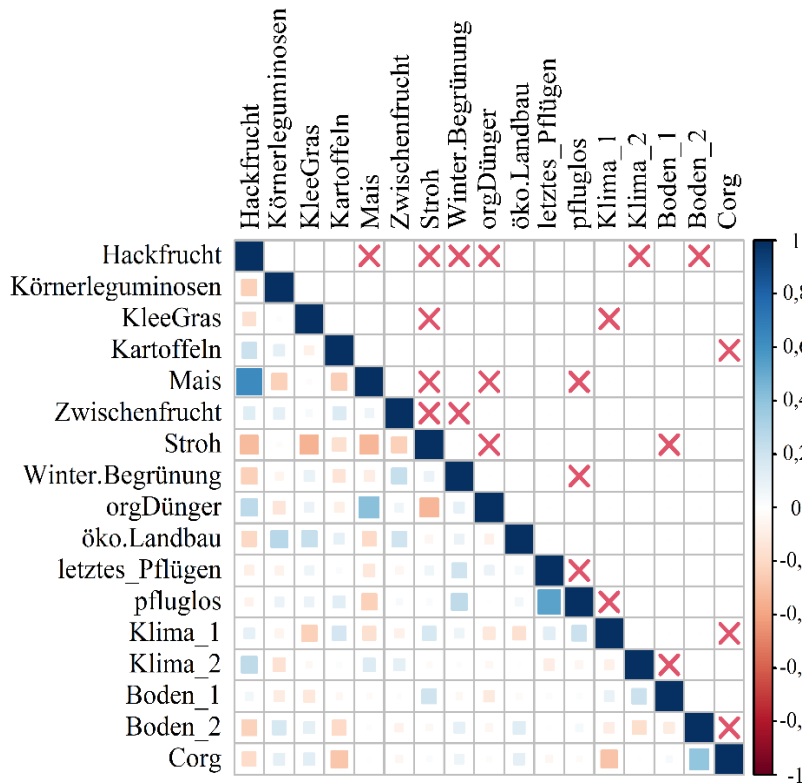
Der Rückgang der Pflughäufigkeit wirkte sich positiv auf die tiefgrabende Art *Lumbricus terrestris* aus.

L. terrestris von der 1. zur 4. Probenahmeserie auf den Acker-BDF



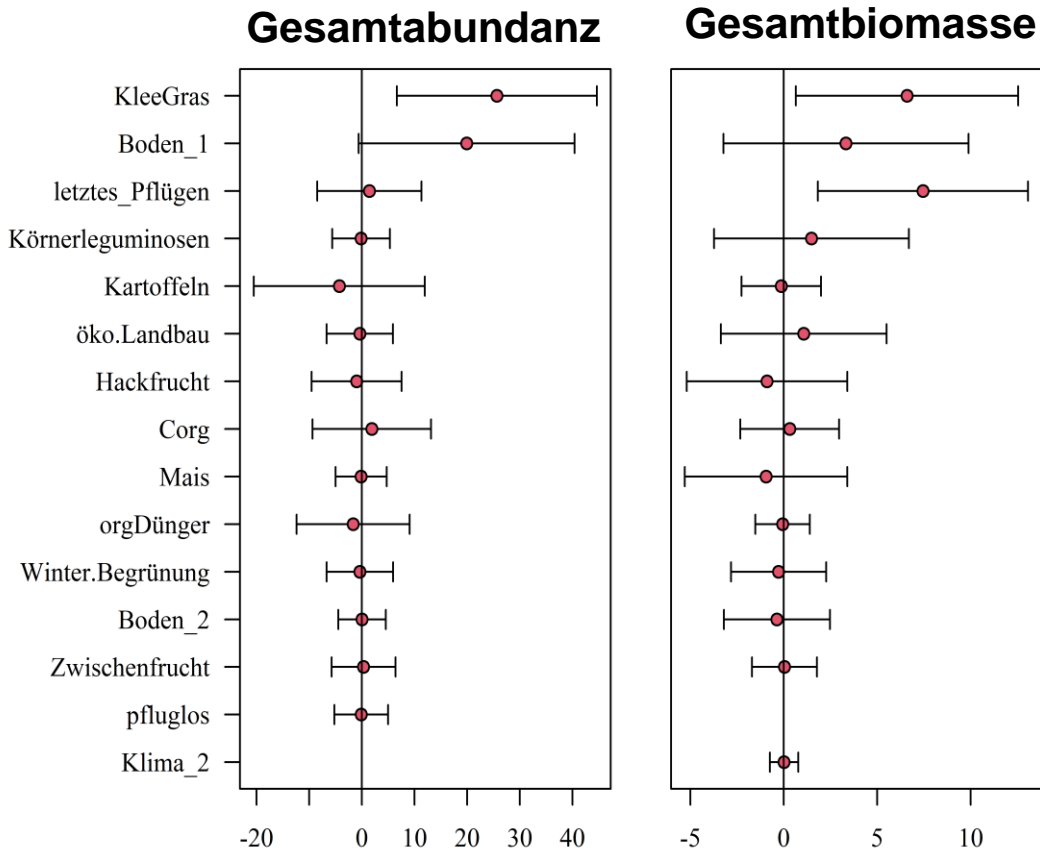
Erklärende Faktoren der Regenwurmabundanz und -biomasse auf Acker-BDF?

Korrelationsmatrix der im linearen Model herangezogenen Variablen



Rangkorrelationskoeffizient Kendalls Tau, hochsignifikante Korrelationen $p < 0,01$ sind ausgeschlossen und mit einem roten x gekennzeichnet

Geschätzte Koeffizienten (full averaged coefficients), der die Gesamtabundanz und –biomasse der Regenwürmer beeinflussenden Faktoren mit Konfidenzintervall (gemittelttes Modell, model selection, averaging)



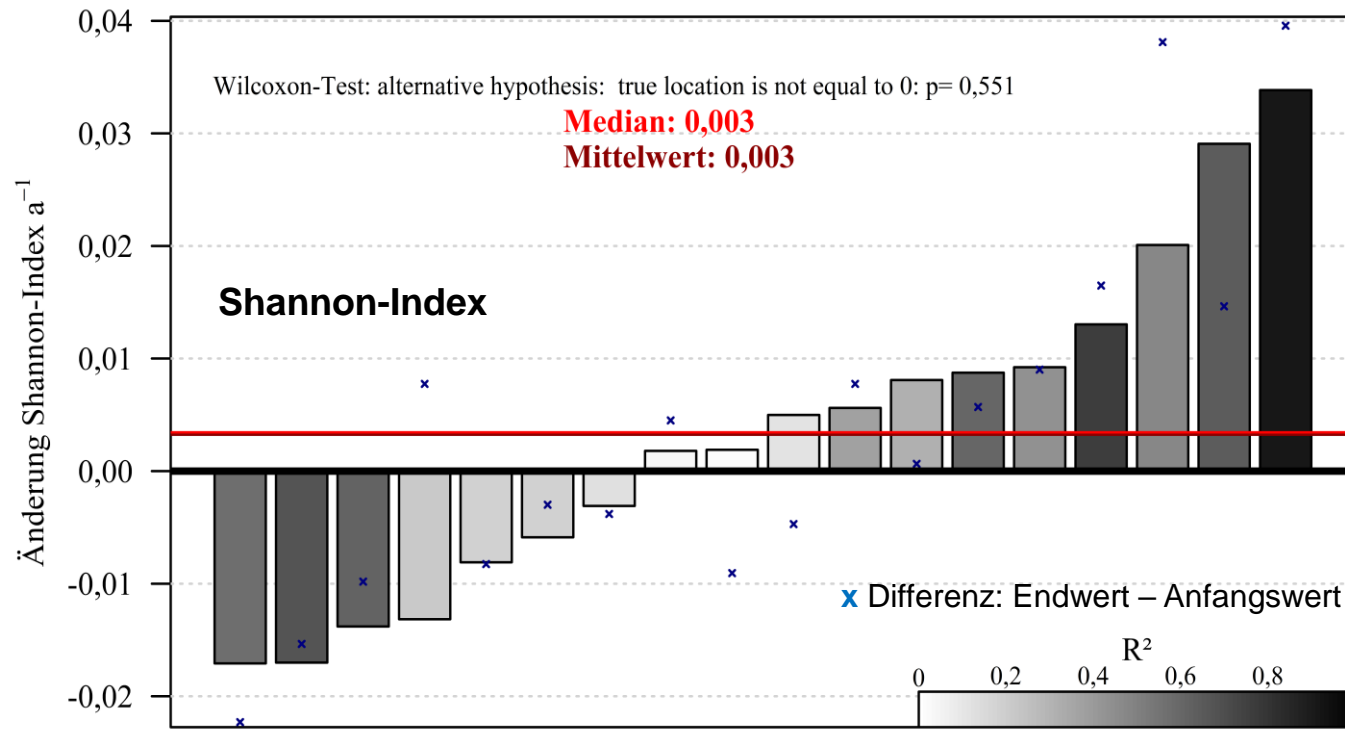
3507 multiple lineare Regressionsmodelle (je bis zu 6 Prädiktoren)

Wichtigste Faktoren für:

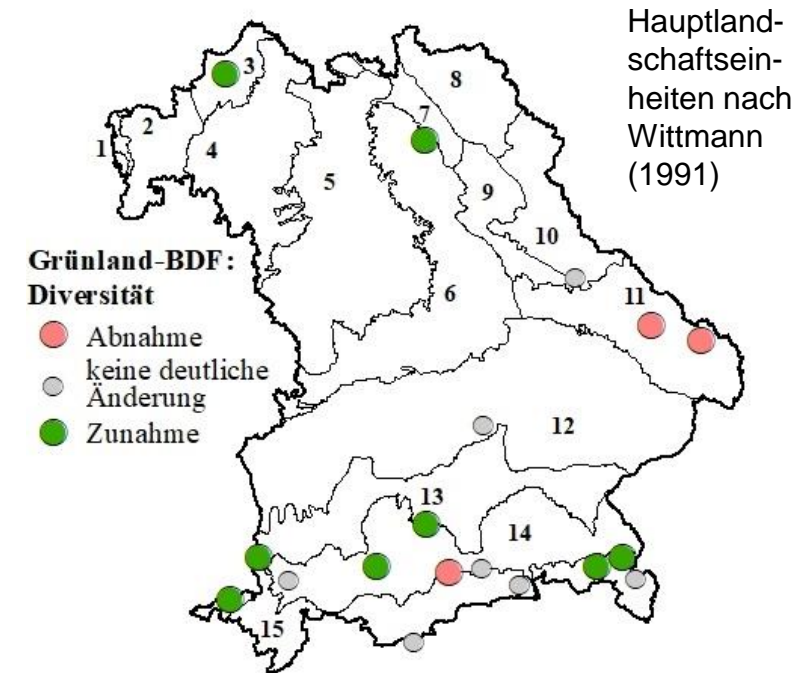
- **Gesamtabundanz:** Klee gras und Boden_1, gemittelttes Modell erklärt 16 % der Varianz
- **Gesamtbiomasse** Klee gras und zeitlicher Abstand zum Pflügen, gemittelttes Modell erklärt 23 % der Varianz

Datengrundlage: Methodenkombination (Austreibung + Handauslese), 4. Probenahmedurchgang seit 2011 (Acker n=80)

Langfristige Entwicklung der Diversität der Regenwürmer auf 18 Grünland-BDF



	Abnahme	Zunahme
Endwert - Anfangswert	44 %	56 %
Trend	39 %	61 %
davon mit $R^2 > 0,3$	17 %	44 %

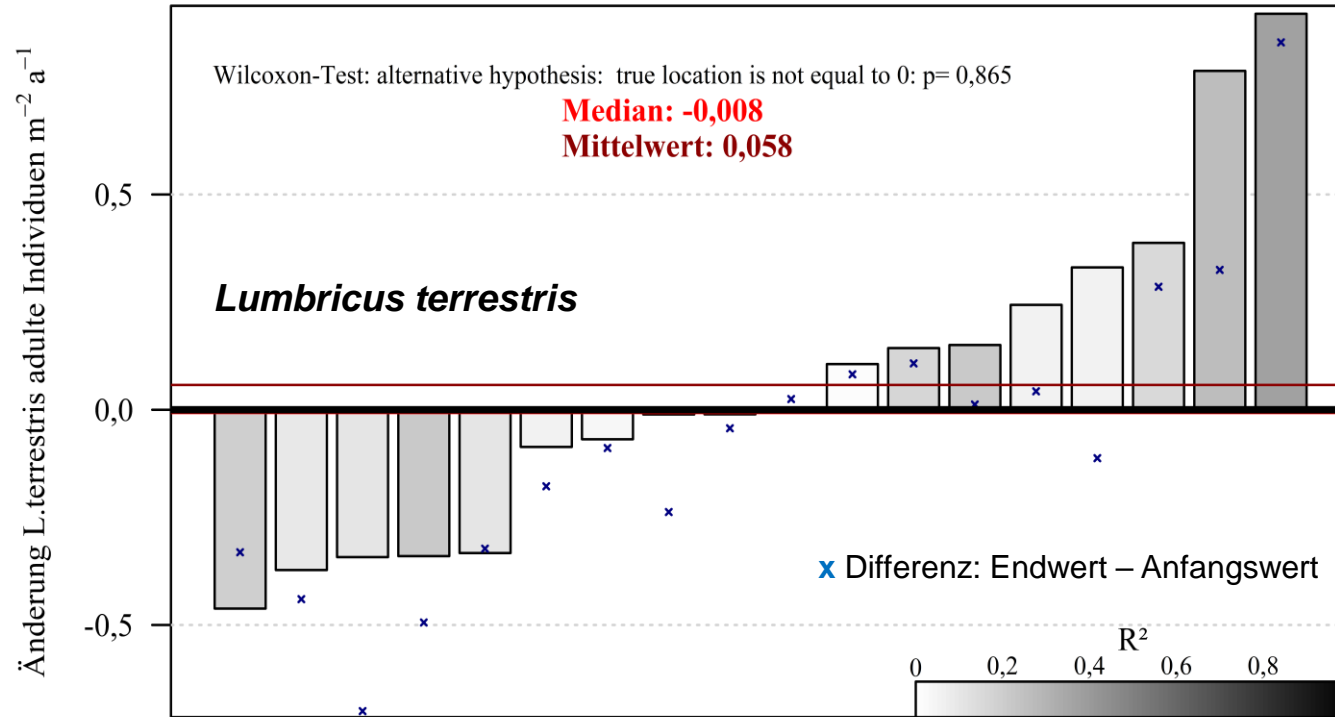


Zu- und Abnahmen, die über einen linearen Trend mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 > 0,3$ gut erklärbar waren

Anzahl der Grünland-BDF nicht ausreichend um Trend im Grünland repräsentativ abzubilden.

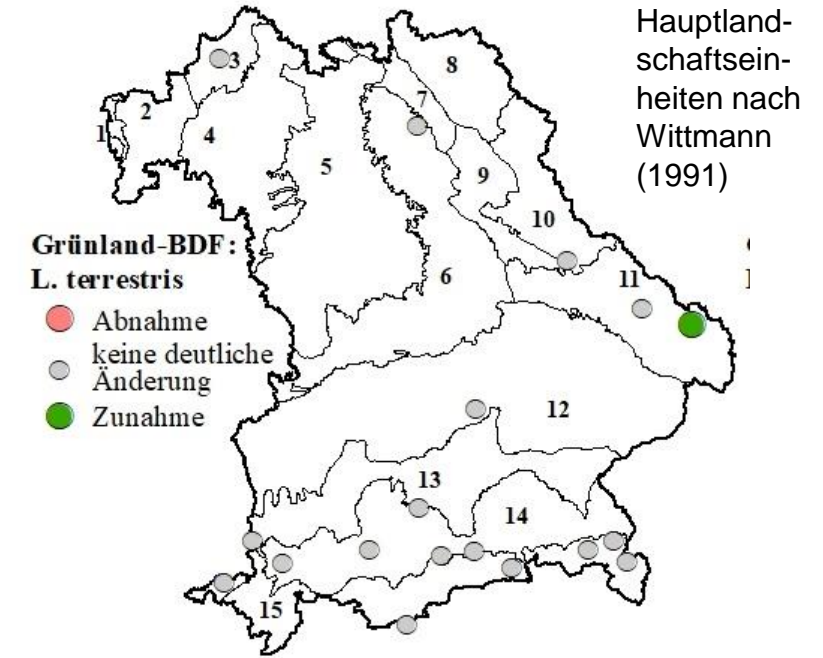
Datengrundlage: Austreibungsmethode seit 1985 (Grünland n=18)

Langfristige Entwicklung der Zeigerart *Lumbricus terrestris* auf 18 Grünland-BDF



	Abnahme	Zunahme
Endwert - Anfangswert	56 %	44 %
Trend	56 %	44 %
davon mit $R^2 > 0,3$		6 %

Datengrundlage: Austreibungsmethode seit 1985 (Grünland n=18)



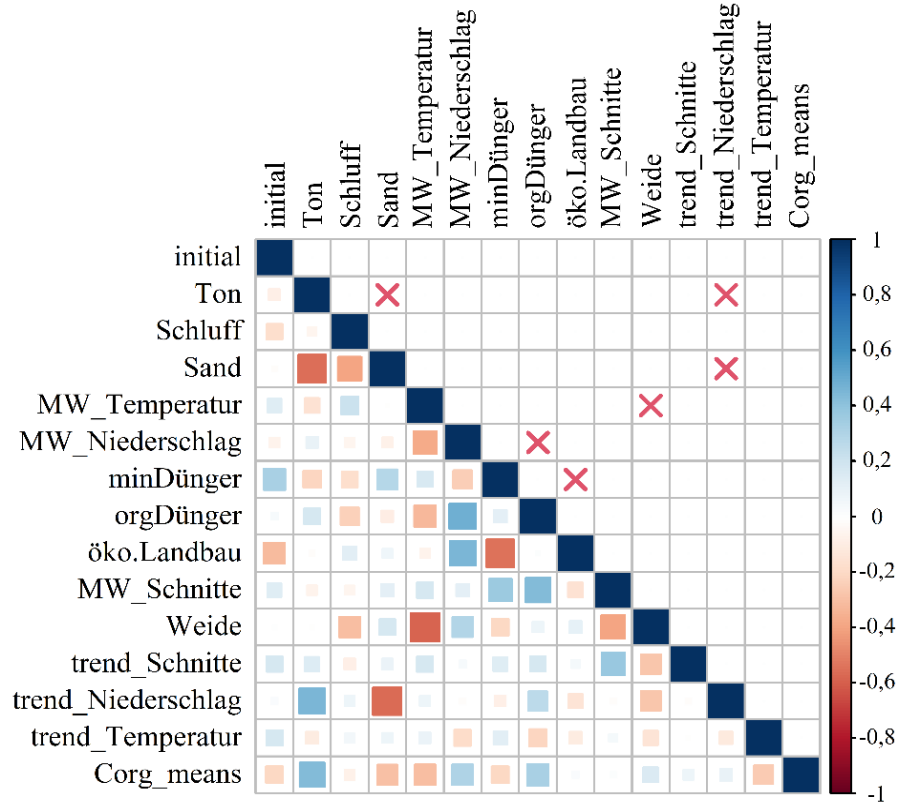
Zu- und Abnahmen, die über einen linearen Trend mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 > 0,3$ gut erklärbar waren

Anzahl der Grünland-BDF nicht ausreichend um Trend im Grünland repräsentativ abzubilden.

Erklärende Faktoren der Trendentwicklung von *L. terrestris* im Grünland

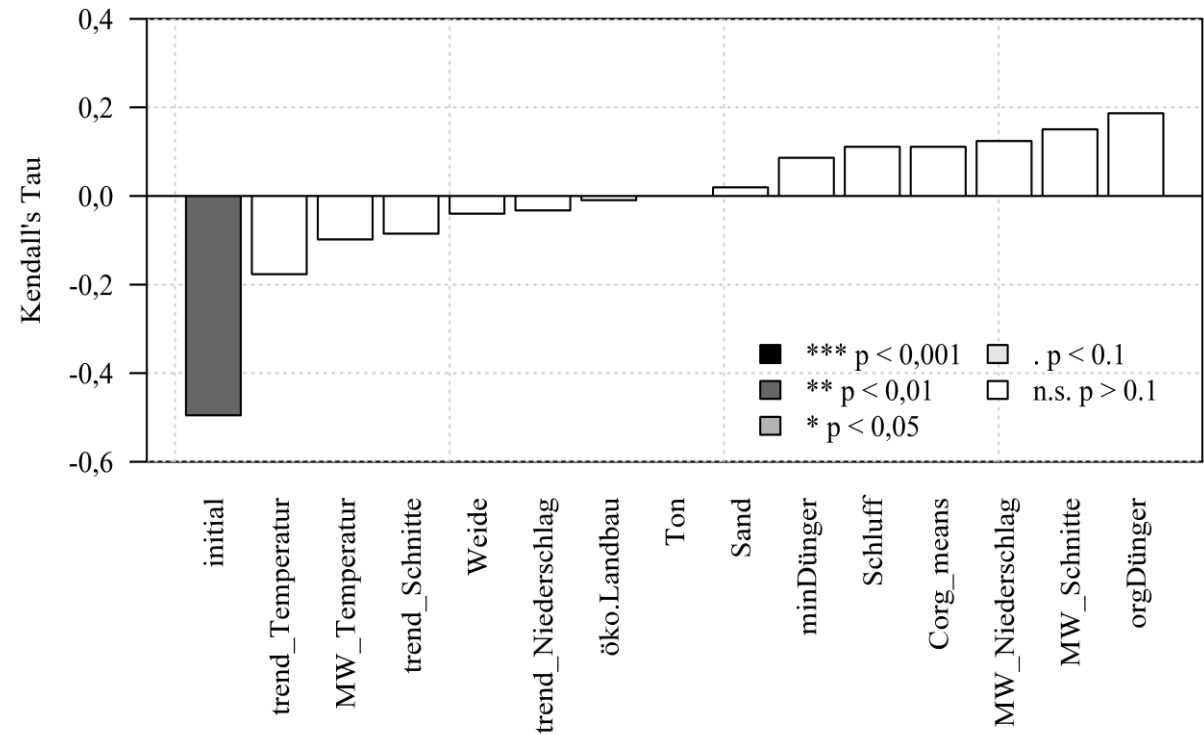


Korrelationsmatrix der zur Klärung der Trendentwicklung herangezogenen Variablen



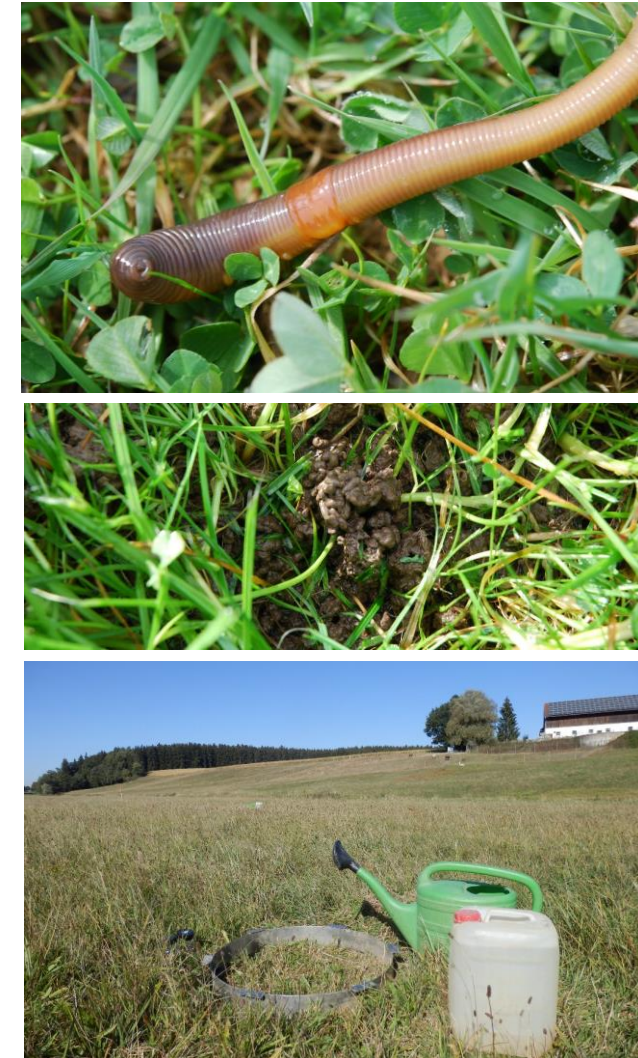
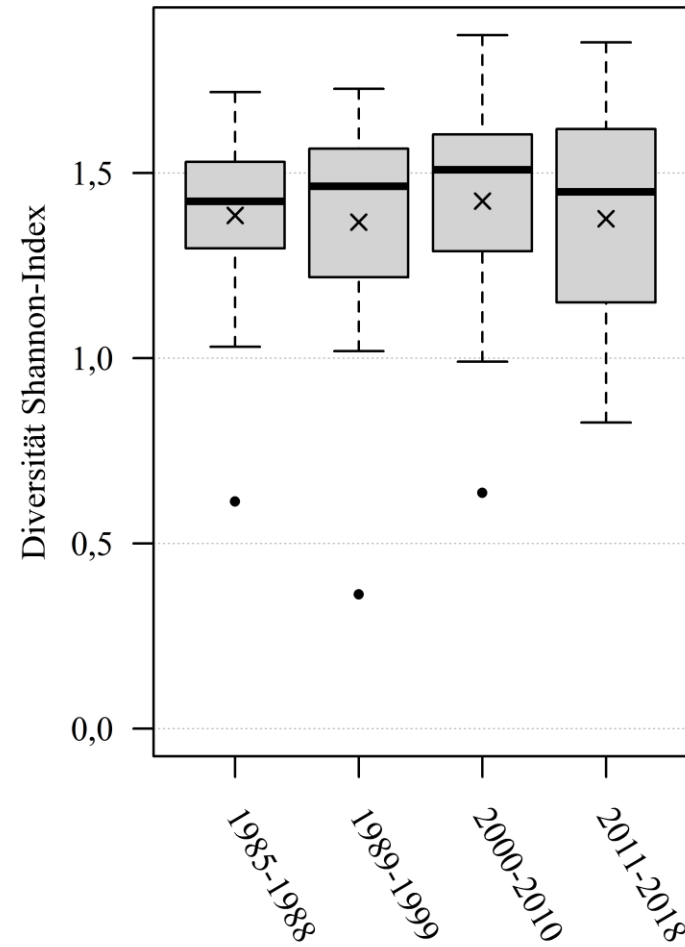
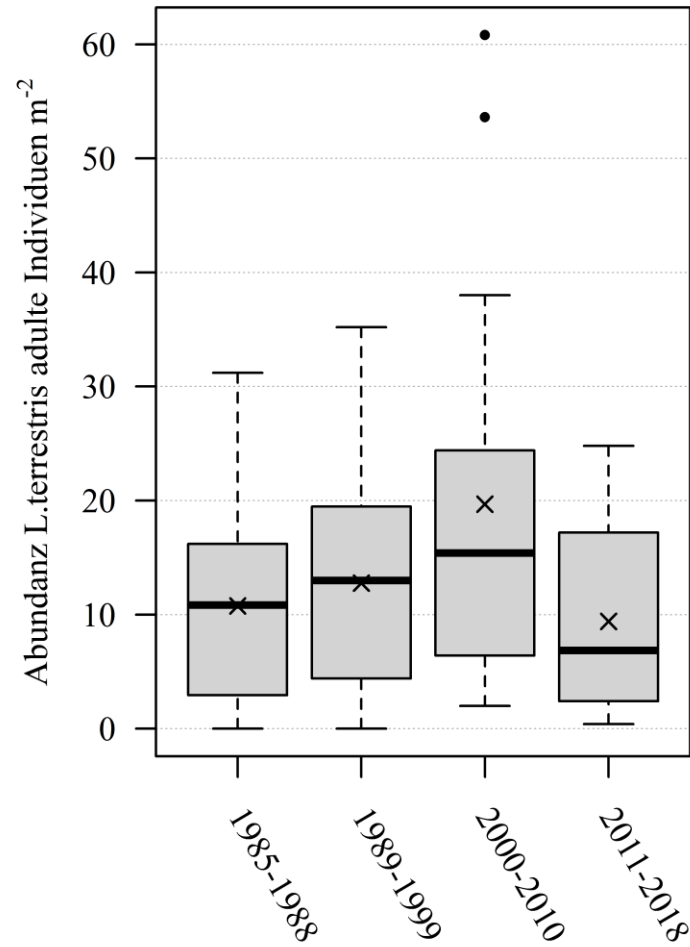
Rangkorrelationskoeffizient Kendalls Tau, hochsignifikante Korrelationen $p < 0,01$ sind mit einem roten x gekennzeichnet

Rangkorrelationskoeffizient (Kendall's Tau): Zusammenhang der Trendentwicklung von *L. terrestris* mit Bewirtschaftungsfaktoren sowie Klimabedingungen auf Grünland-BDF



Ausgangswert beeinflusst maßgeblich die Trendentwicklung von *L. terrestris* im Grünland.

L. terrestris von der 1. zur 4. Probenahmeserie auf den Grünland-BDF

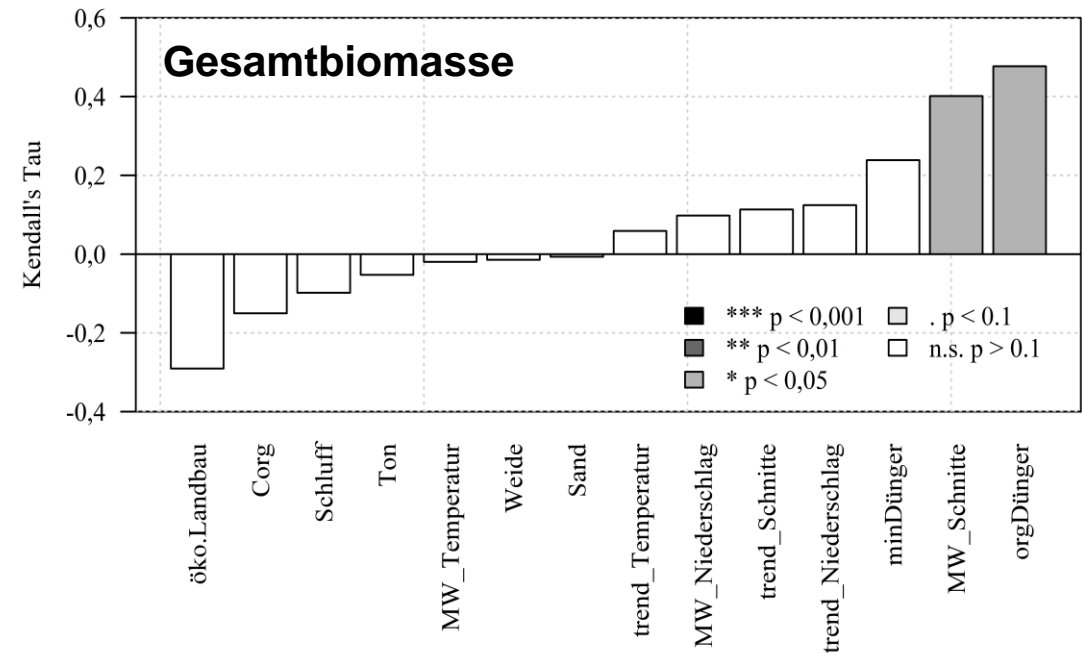
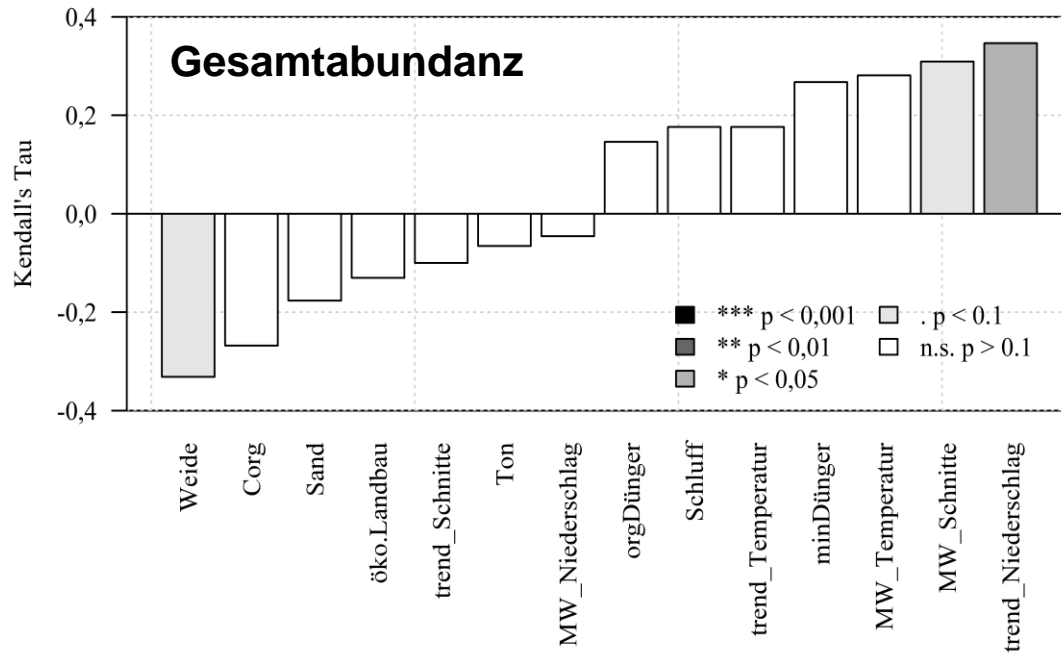


Einbruch in der 4. Probenahmeserie? Einfluss von Klimawandel?

Datengrundlage: Austreibungsmethode seit 1985 (Grünland n=18)

Regenwurmabundanz und -biomasse steuernden Faktoren auf Grünland-BDF?

Rangkorrelationskoeffizient (Kendall's Tau): Zusammenhang der Gesamtabundanz und -biomasse der Regenwürmer mit Bewirtschaftungsfaktoren sowie Klima- und Bodenbedingungen auf Grünland-BDF



Niederschlagstrend



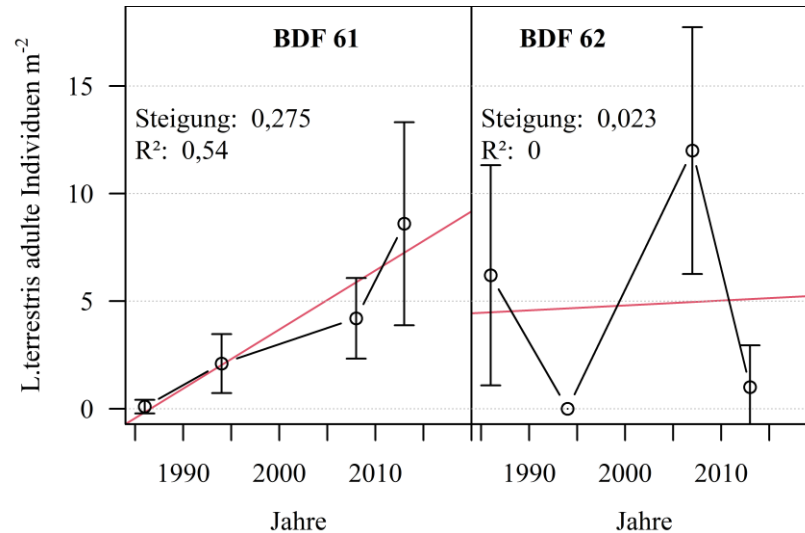
Organische Düngung, mittlere Schnittanzahl



BDF-Sonderkulturen – langfristiger Trend der Zeigerart *L. terrestris*



Hopfen-BDF

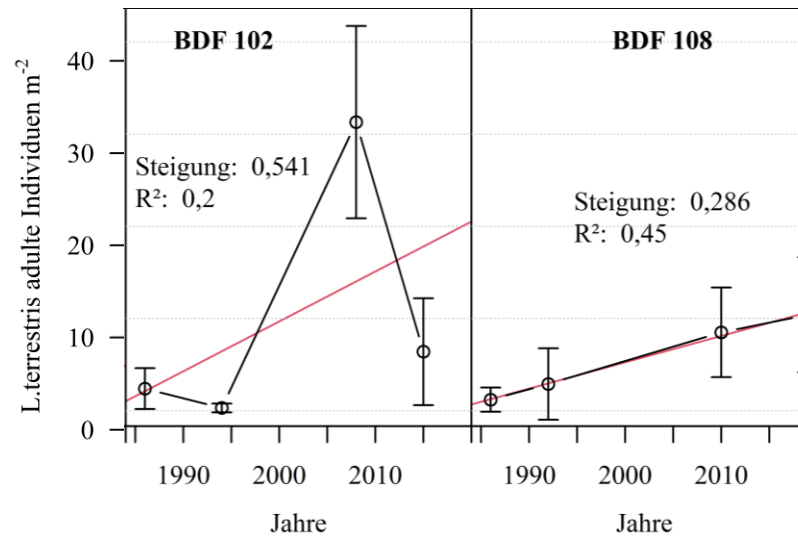


Trotz z.T. Schwankungen, auf allen Hopfen-BDF zumindest ein leicht positiver Trend.

➔ z.B. BDF 61 seit 2005 regelmäßige AUM, wie Mulchsaatverfahren, eine Winterbegrünung

Trotz z.T. Schwankungen, auf allen Wein-BDF zumindest ein leicht positiver Trend.

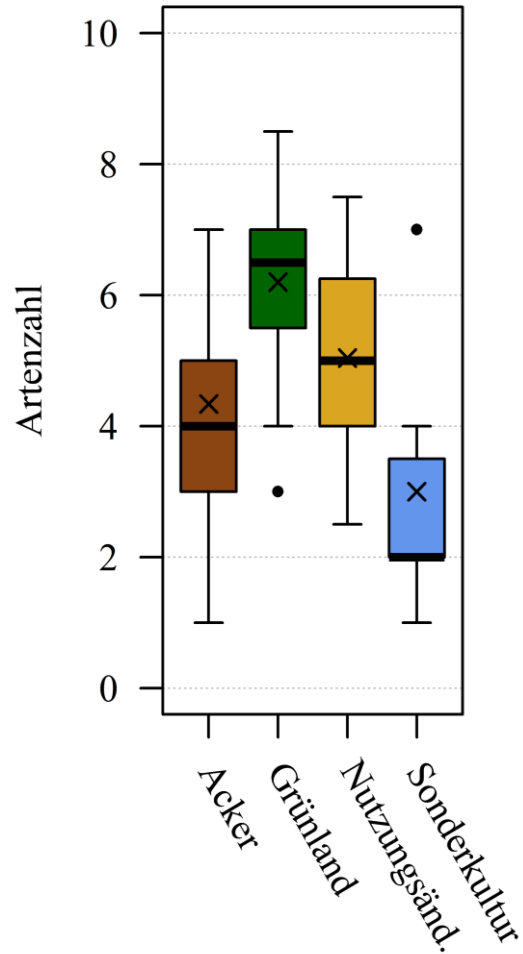
➔ z.B. BDF 108: ab 2005 regelmäßige Winterbegrünung, ab 2016 wechselseitige Dauerbegrünung, Grünkompostgaben (2007 und 2008), Düngung mit Rebhäcksel ab 2013



Wein-BDF



BDF-Sonderkulturen – Diversität der Regenwürmer



- Geringe Artenvielfalt in den Sonderkulturen
- Hohe Kupfergehalte
- Tiefgrabende und streubewohnende Arten, die sich von der organischen Auflage ernähren, werden weniger vom Kupfergehalt beeinflusst. Kupfer ist in der org. Auflage durch die Bindung an org. Substanz weniger gut verfügbar.
- Empfindlich auf Kupfer reagieren v.a. die mineralschichtbewohnenden Arten, die auf 2 Hopfen-BDF in allen 4 Probenahmen nicht nachweisbar waren.



Zusammenfassung - Fazit - Empfehlungen



Acker



- Signifikant positive Trendentwicklung in der Diversität der Regenwürmer und der Zeigerart *Lumbricus terrestris* v.a. als Folge einer geringeren Pflughäufigkeit, Zunahme erfolgte allerdings von der 1. – 3. Probenahmeserie
- Einfluss von Klimawandel? Trockenheit? Weiteres Monitoring und Vorsorge ist wichtig!
- Empfehlungen: weniger pflügen, Kleegrasanbau, Humuserhalt, ökologischer Landbau

Grünland



- Keine signifikanten Veränderungen in der Abundanz der Zeigerart *Lumbricus terrestris* und in der Diversität der Regenwürmer, dennoch positive Tendenz von der 1. zur 3. Serie, danach Rückgang, allerdings Anzahl BDF zu gering für repräsentative Aussagen.
- Einfluss von Klimawandel? Mildere Winter  Trockenheit  Weiteres Monitoring wichtig!
- Empfehlungen: org. Düngung, laut Literatur: Pflanzenartenvielfalt (Kräuter, Leguminosen)

Sonder- kulturen



- Anzahl zu gering für repräsentative Aussagen zur Trendentwicklung, doch für Zeigerart *Lumbricus terrestris* auf allen BDF zumindest ein leicht positiver Trend
- Artenvielfalt gering! Hohe Kupfergehalte, weiteres Monitoring und Vorsorge ist wichtig!
- Empfehlungen: Bodenbedeckung (z.B. Winterbegrünung), organische Düngung