



Tierfutter aus Larven statt Soja

... hat die Zukunft im Futtertrog nun sechs Beine ???

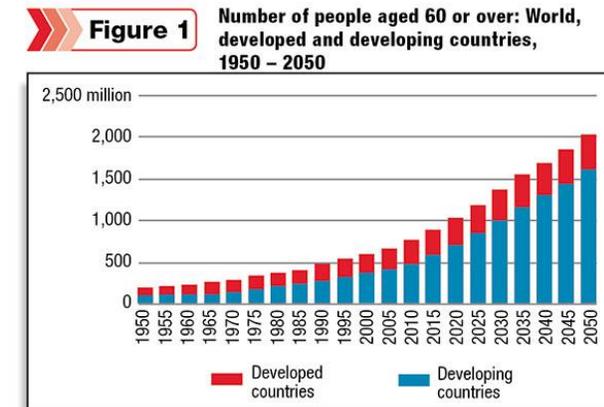
Erfahrungen & Ergebnisse aus der Praxis mit Nutzinsekten

Georg Dusel, Laura Schneider, Nathalie Stöhr
AG Tierernährung & Tiergesundheit
University of Applied Sciences – TH Bingen



Insekten als neue Proteinquelle

- Anstieg der Weltbevölkerung um 25% - 30% bis 2050
- Fleischverbrauch steigt weltweit
- Diätetische Proteinlücke insbesondere in sich entwickelnden Ländern vorhersehbar
- Neue Nährstoff- bzw. Proteinquellen müssen etabliert werden
- Insekten werden von unterschiedlichen Kulturen als Nahrung genutzt – ca. 1900 Spezies stehen weltweit auf dem Speiseplan



Source: United Nations Department of Economic and Social Affairs.



Schwarze Soldatenfliege Larve
„Black Soldier Fly Larvae“ (BSFL)



VERORDNUNG (EU) 2017/893 DER KOMMISSION

vom 24. Mai 2017

zur Änderung der Anhänge I und IV der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Anhänge X, XIV und XV der Verordnung (EU) Nr. 142/2011 der Kommission in Bezug auf die Bestimmungen über verarbeitetes tierisches Protein

- (12) Die Änderung der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 im Hinblick auf die Zulassung von verarbeitetem tierischem Protein aus Insekten zur Verfütterung an Tiere in Aquakultur eröffnet aller Voraussicht nach in der Union die Möglichkeit der Herstellung von verarbeitetem tierischem Protein aus Insekten in größerem Umfang. Während die derzeit nur in geringem Umfang vorgenommene Haltung von Insekten für Heimtierfutter durch die bestehenden nationalen Kontrollregelungen angemessen überwacht werden kann, ist der Erlass von Unionsvorschriften in Bezug auf die Gesundheit von Mensch und Tier, die Pflanzengesundheit sowie Umweltrisiken angezeigt, um zu gewährleisten, dass die Insektenhaltung in größerem Umfang in der Union sicher ist. Was die in der Union gezüchteten Insektenarten anbelangt, so sollten diese nicht pathogen sein oder sonstige nachteilige Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen haben; sie sollten nicht als Vektoren human-, tier- oder pflanzenpathogener Erreger anerkannt und nicht als invasive gebietsfremde Arten geschützt oder definiert sein. Unter Berücksichtigung dieser nationalen Risikobewertungen sowie des Gutachtens der EFSA vom 8. Oktober 2015 können folgende Insektenarten als Arten gelten, die zurzeit in der Union gezüchtet werden und die oben genannten Sicherheitsbedingungen für die Insektenproduktion zur Verwendung in der Tierernährung erfüllen: Soldatenfliege (*Hermetia illucens*), Stubenfliege (*Musca domestica*), Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*), Getreideschimmelkäfer (*Alphitobius diaperinus*), Heimchen (*Acheta domesticus*), Kurzflügelgrille (*Gryllobates sigillatus*) und Steppengrille (*Gryllus assimilis*).



VERORDNUNG (EU) 2021/1372 DER KOMMISSION

vom 17. August 2021

zur Änderung des Anhangs IV der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich des Verbots der Fütterung von anderen Nutztieren als Wiederkäuern, ausgenommen Pelztiere, mit tierischem Protein

- (16) Mit der Verordnung (EU) 2017/893 der Kommission ⁽⁹⁾ wurde die Verwendung von verarbeitetem tierischem Protein aus Insekten und von Mischfuttermitteln, die solches verarbeitetes tierisches Protein enthalten, zur Verfütterung an Tiere in Aquakultur zugelassen. Nachdem Geflügel Insektenfresser und Schweine Allesfresser sind, bestehen keine Bedenken hinsichtlich dieses Einzelfuttermittels. Folglich sollte verarbeitetes tierisches Protein aus Insekten zur Fütterung von Geflügel und Schweinen zugelassen werden, und zwar unter denselben Bedingungen, die für die Fütterung von Tieren in Aquakultur gelten.

EINLEITUNG: GESETZESLAGE



							
Insects as feed - Regulation (EU) No 68/2013 on the Catalogue of feed materials and in accordance with Regulation (EC) No 999/2001 and Regulation (EC) No 1069/2009	Ruminant animals 	Aquaculture 	Poultry 	Pigs 	Pets 	Fur and other animals (e.g. zoo) 	Technical uses (e.g. cosmetic industry, bio-based fuels, production of other bio-based materials such as bioplastics) 
Insect proteins (under entry 9.4.1. 'Processed animal protein')	⊗	✓**	✓**	✓**	✓	✓	✓
Insect fats (under entry 9.2.1 'animal fat')	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Whole insects (untreated) (under entry 9.16.2. 'terrestrial invertebrates, dead')	⊗	⊗	⊗	⊗	✓***	✓***	✓
Whole insects (treated - e.g. Freeze drying) (under entry 9.16.2. 'terrestrial invertebrates, dead')	⊗	⊗	⊗	⊗	✓***	✓***	✓
Live insects (under entry 9.16.1. 'terrestrial invertebrates, live')	⊗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hydrolysed insect proteins (under entry 9.6.1. 'Hydrolysed animal proteins')	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

„Überblick über die rechtlichen Möglichkeiten für die Verwendung von Insektenprodukten als Futtermittel auf EU-Ebene (IPIFF-Leitfaden zur guten Hygienepraxis für EU-Erzeuger von Insekten als Lebens- und Futtermittel - November 2022)“

„Im April 2021 stimmten die EU-Mitgliedstaaten positiv über die Zulassung von durch Insekten verarbeiteten tierischen Proteinen (PAPs) in Geflügel- und Schweinefutter ab. Dieser Vorschlag ist ein wichtiger Meilenstein für den europäischen Insektensektor, da er einen der wichtigsten Schritte im Zulassungsverfahren darstellt. Im Einklang mit den EU-Verfahren trat dieser Vorschlag am 7. September 2021 in Kraft.“

[Insects As Feed EU Legislation – Aquaculture, Poultry & Pig Species \(ipiff.org\)](https://ipiff.org)

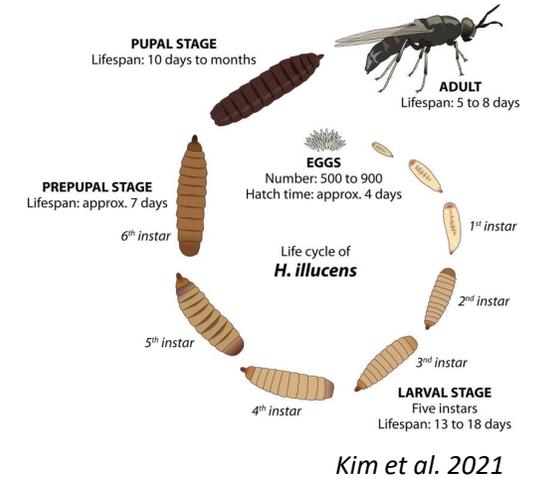
** Limited to Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*), Common Housefly (*Musca domestica*), Yellow Mealworm (*Tenebrio molitor*), Lesser Mealworm (*Alphitobius diaperinus*), House cricket (*Acheta domestica*), Banded cricket (*Gryllodes sigillatus*), Field Cricket (*Gryllus assimilis*) and Silkworm (*Bombyx mori*).
*** if authorised by the national competent authority of the Member State where the product is being commercialised, under the specific conditions applicable to processed pet food (in case the product is intended for use as processed pet food)

Restriction to insect species (insect PAPs for aqua feed) - Regulation (EU) No 142/2011, Annex X Chapter 2 Section 1, A.(2). - Insect PAPs must be produced in processing plants approved in accordance with Article 24(1)(a) of Regulation (EC) No 1069/2009 and dedicated exclusively to the production of products derived from farmed insects 'Regulation (EC) No 999/2001; annex IV, chapter IV, Section F, 1 (a). - Insect PAPs must be produced according to processing methods 1 to 5 or processing method 7 (Regulation (EU) No 142/2011, Annex X, Chapter II, Section 1, B.(2).	
No restriction as to the insect species (provided that these are not pathogenic to humans and animals)	

<https://ipiff.org/insects-eu-legislation/>

Schwarze Soldatenfliege (BSF) als „landwirtschaftliches Nutztier“

- BSFL sind als Futtermittel für Heimtiere, Aquakulturen, Geflügel und Schwein zugelassen. (EU2017/893)
- Keine invasive Art in Nordeuropa und kurzer Lebenszyklus (ca. 6 Wochen) (Van Huis et al., 2013)
- Hoher Protein (40-52%) & Energiegehalt (20-30MJ/kg) (Shumo et al., 2019, Veldkamp et al., 2022)
- Große Versalität und Effizienz im Hinblick auf Nährsubstrate (Van Huis et al., 2013, Shumo et al., 2019)
 - Schließen von Nährstoffkreisläufen, geringe Konkurrenz
 - *natürliche* Ernährung von BSF-Larven umfasst Exkremente, Obst-/Gemüseabfälle und Aas

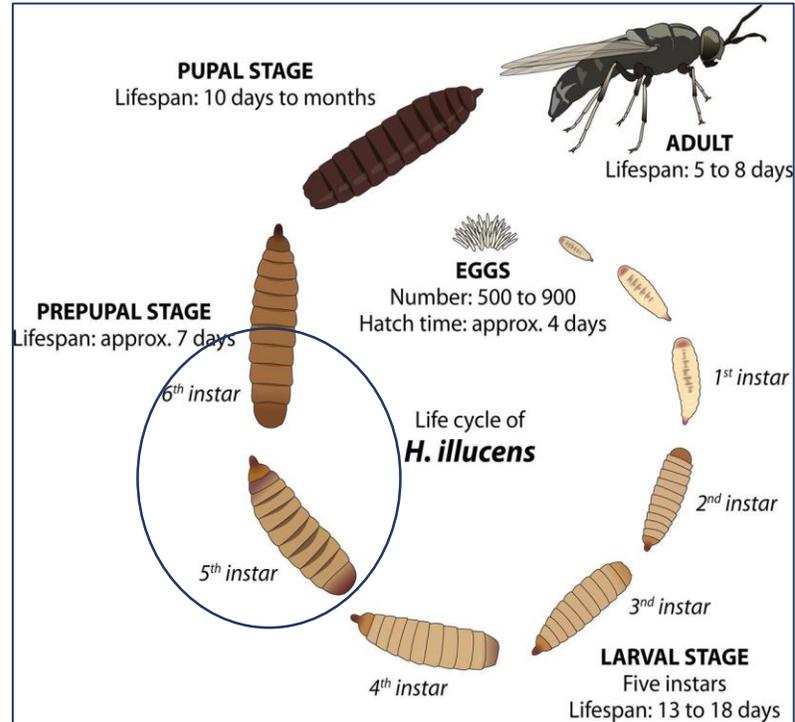


Prozesse optimal Steuern

Reduziert die Variabilität und sichert tierische Leistung

„Insekten-Produkte“

- Erntezeitpunkt
- Nährstoffzusammensetzung
- Tötung
- Verarbeitung
- Lagerung



„Insekten-Aufzucht“

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Larvendichte
- Futter (Phasenfütterung)
- Genetik

„Produktqualität“

- Verdaulichkeiten beim Geflügel/Schwein
- Stoffwechsel & Leistung

Zentrales vs. Dezentrales „Insect-farming“

Stoffströme ???



Energie ???



Protix.com



Logistik ???



Markt ???

Farminsect.com

Organische Nebenströme

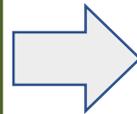
Traubentrester



Obst-/Gemüsereste

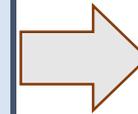


Alt-Brot/Backwaren



Larvenproduktion

Schwarze-Soldaten-Fliege
(BSFL)



Produkte

Insekten - Protein



Insekten - Fett



Insekten - Chitin



Insekten - „Frass“





Nährstoffzusammensetzung BSFL

	Rohprotein, %	Rohfett, %	Lysin, %
Barroso et al. (2014)	36,2	18,0	2,75
De Marco et al. (2015)	36,9	34,3	2,23
Spranghers et al. (2017)	39,9	21,8	2,34
Barroso et al. (2014)	40,7	15,6	2,90
Spranghers et al. (2017)	43,1	38,6	2,57
St-Hilaire et al. (2007)	43,6	33,1	2,62
Cullere et al. (2016)	54,8	15,6	2,10
De Marco et al. (2015)	55,3	18,0	2,10
Mwaniki et al. (2018)	57,5	7,0	3,30
Marono et al. (2017)	62,5	4,7	4,14
De Marco et al. (2015)	65,5	4,6	2,50
Mittelwert	48,7	19,2	2,7
Standardabweichung	10,6	11,9	0,6

Hohe Variabilität
Klare Definition

Insekten-Protein mehr als eine Alternative ... ?

Insekten - Protein -



	Unit	BSFL meal ¹	Soybean meal ²	Fish meal ²
Crude protein	%	56.00	50.00	64.50
Arginine	%	2.09	3.17	3.84
Histidine	%	1.47	1.26	1.44
Isoleucine	%	1.84	1.96	2.56
Leucine	%	2.90	3.43	4.47
Lysine	%	3.33	2.76	4.56
Methionine	%	0.66	0.6	1.73
Cysteine	%	0.10	0.68	0.61
Phenylalanine	%	1.71	2.26	2.47
Tyrosine	%	2.40	1.55	1.88
Threonine	%	1.94	1.76	2.58
Tryptophan	%	0.76	0.59	0.63
Valine	%	2.60	1.93	3.06

¹ BSFL reared on soybean waste (1 replicate), ² National research council (2012)

Literaturangaben ...

Analysen der B-BSFL
(Binger-Black-Soldier-Fly-Larven)

The image shows two copies of a laboratory report. The top report is from LUFA Speyer and BEZIRKSVERBAND PFALZ, dated 03.11.2021. It details the analysis of a larval sample (Larven, getrocknet) for various parameters including moisture, ash, and amino acids. The bottom report is a duplicate of the same analysis, providing a more detailed breakdown of the amino acid analysis results, listing the amount, unit, and method used for each amino acid.

Insekten-Öl mehr als eine Alternative ... ?

Insekten
- Öl / Fett -



Fatty acid	Unit	BSFL fat ¹	Coconut fat ²
Lauric C12:0	%	50.3	50
Myristic C14:0	%	10.6	16
Palmitic C16:0	%	13.4	8
Palmitoleic C16:1	%	4.0	-
Stearic C18:0	%	2.8	3
Oleic C18:1	%	12	14
Linoleic C18:2	%	3.75	1.75
Linolenic C18:3	%	1.87	0.2
Saturated fatty acids -	%	77.6	70
Monounsaturated fatty acids -	%	16.7	18
Polyunsaturated fatty acids -	%	5.73	4

¹ BSFL reared on fruit waste (2 replicates), ² Anon (2001)

Literaturangaben ...

Analysen der B-BSFL
(Binger-Black-Soldier-Fly-Larven)

BSFL-MEHL ALS ALTERNATIVE PROTEINQUELLE ZU SOJAEXTRAKTIONSSCHROT (SES)

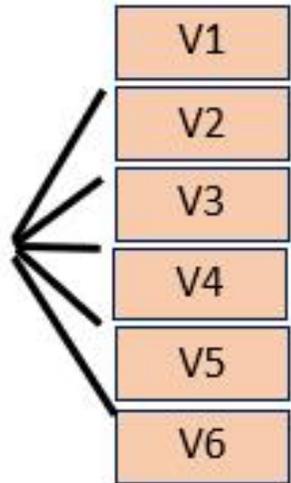
Nährstoffzusammensetzung Larvenmehl (BSFL)

(%)	BSFL - Insekten		
	<i>Probenda</i>	<i>madebymade</i>	<i>FarmInsect/IFF</i>
	<i>entfettet</i>	<i>entfettet</i>	<i>vollfett</i>
Feuchte	4,1	4,0	6,8
Rohprotein	51,7	56,3	39,9
Rohasche	17,1	7,2	8,7
Rohfaser	7,2	9,5	5,2
Rohfett	6,8	12,9	27,8
Calcium	4,95	0,71	1,68
Phosphor	1,22	1,09	1,18



Material und Methode – BSFL Mast

Mast



Parameter:

Zu den Entwicklungstagen (DOL) 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18

Larven: Gewichtsentwicklung
Längen- und Breitenwachstum
Biologische Entwicklung

Substrate: Trockenmasse
pH & Temperatur

Probenentnahme von Larven und Substrat zu den Entwicklungstagen (DOL)
6, 10, 14, 18





Welche Futter sind geeignet für BSFL ?

Welchen Einfluss auf Leistung, Körperzusammensetzung ?

Futtersubstrate

Einzelfuttermittel Pflanze

- Kleien
- Ölpressekuchen
- Altbrot
- Biertreber
- Gemüse (Ø Markt)
- Schlempen
- Trester/Gras/Silage
- Maisilage
- CCM
- Pülpe
- Kartoffeldampfschalen
- Stroh
- Molke

Mischfuttermittel Pflanze

- **Larven-Mischfutter**
- Schweineendmast
- Broilermastfutter
- Gainsville-Diät
- Bullenmast
- Milchkuh lact.

„Abfallmanagement“

- Mix Lebensmittel LEH
- Mix + Schimmelgetreide
- Mix + Kantinenreste
- Mix + Brucheier
- Mix + Verdorbene Silage
- Mix + Jakobskreuzkraut
- Mix + Erkrankte Kartoffel
- Exkremete

- uvm.

Ø 1 BSFL -
Frischmasse

Larvenproduktion an der TH Bingen



Experimental setup

Housing= Climate chamber 27 ± 1.5 °C, 55 ± 5 % rH

Feed: Water= 25:75





Fütterungsstudien – BSFL Aufzucht

Material und Methoden

Umwelt Einflüsse



- Temperatur 27°C
- Luftfeuchtigkeit 55%

Tier Einflüsse



- Genetik: 3 Generationen auf Mühlennebenprodukten
- Junglarven: 6 Tage alt mit Ø 7mg Körpergewicht

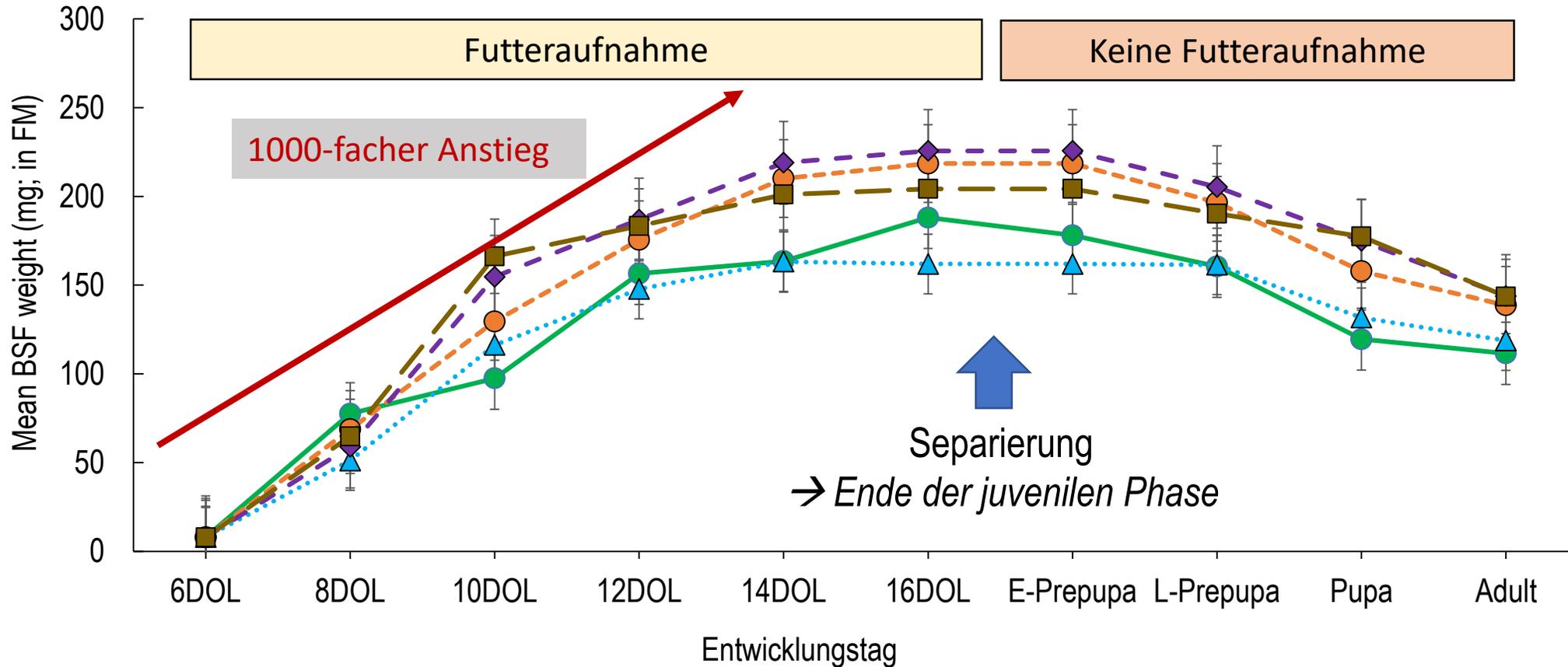
Aufzuchtbedingungen

Anzahl an BSFL in einer Mastbox (n)	14000
Fläche Mastbox (cm ²)	2400
Futter/ Wasser –Verhältnis (%)	25 / 75
Futtersubstrat Menge (mg substrate TS / larvae) ad. lib.	250



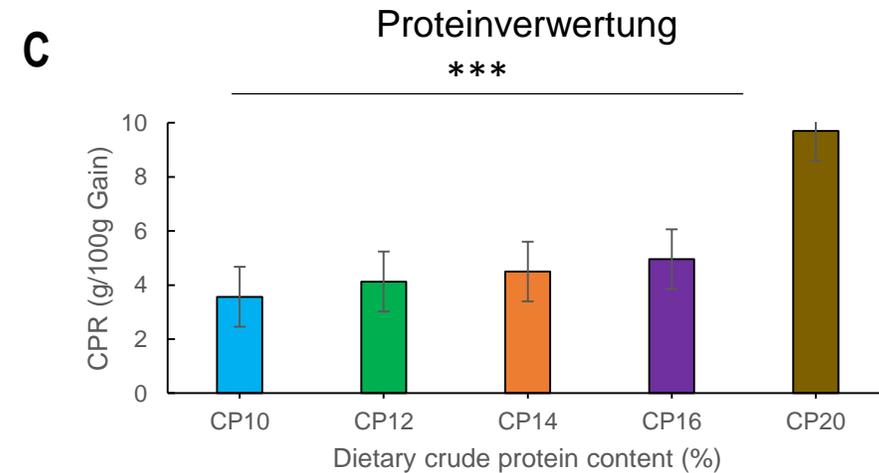
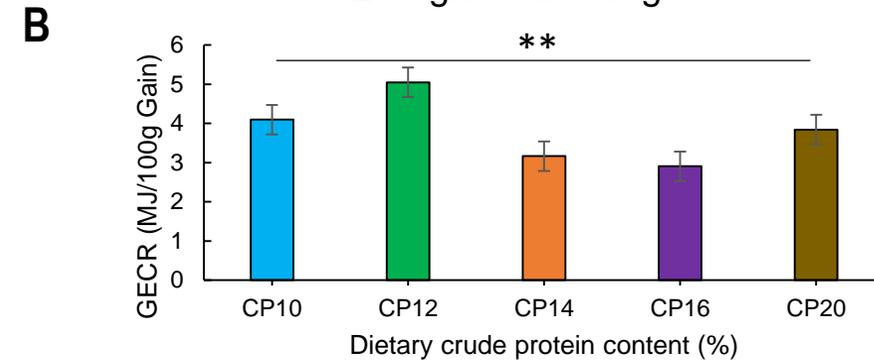
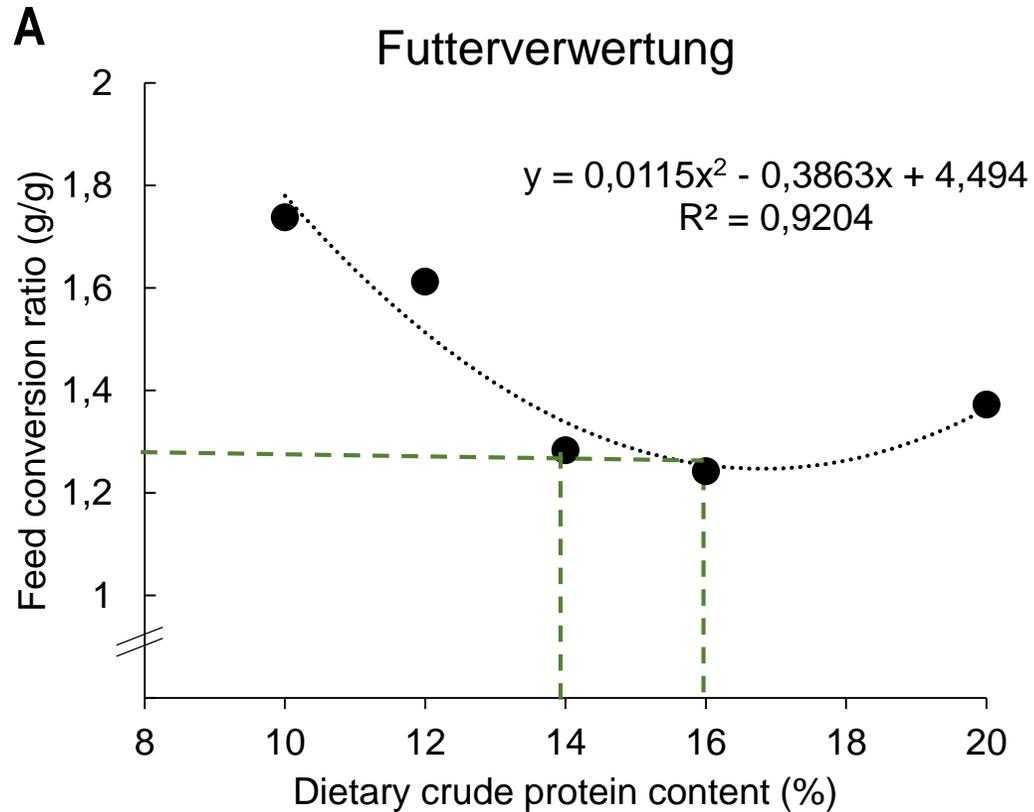
„Insekten-Klima-Kammer“

Wachstumsdynamik von einzelnen schwarzen Soldatenfliegen auf „Abfall“





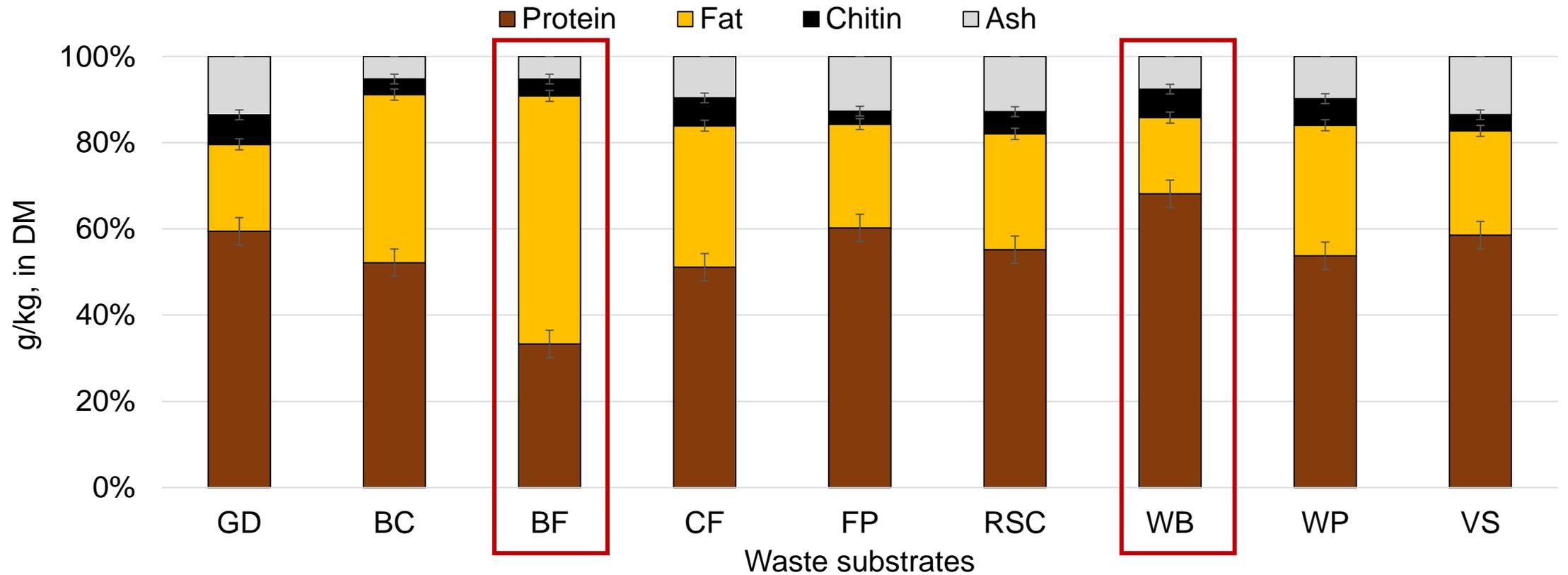
Umwandlung des „Abfalls“ & Möglichkeiten der Beeinflussung der Larven-Körperzusammensetzung



Umwandlung des „Abfalls“ & Möglichkeiten der Beeinflussung der Larven-Körperzusammensetzung



Konzentration der Nährstoffe in der Körpertrockenmasse nach 12 Tagen Mast



Gainsville diet (GD), Bread crumbs (BC), Biscuit flour (BF), Chicken feed (CF), Fruit pomace (FP), Rape seed cake (RSC), Wheat bran (WB), Wheat pulp (WP), Vegetable scraps (VS)

Larven der Schwarzen Soldatenfliege (*Hermetia illucens*, BSFL)

Nährstoffzusammensetzung BSFL

	% FM	% TM
Trockenmasse (TM)	28,5	
Rohprotein (Nx6.25)	13,9	48,8
Protein (Nx4.76) ¹	10,6	37,1
Rohfett	6,5	22,8
Rohfaser	2,6	9,1
Asche	3,3	11,5
NfE	2,2	7,8
Calcium	0,8	2,9
Phosphor	0,3	1,2
Lysin	0,71	2,51
Methionin	0,23	0,80
Met + Cys	0,35	1,22
Threonin	0,47	1,64
Tryptophan	0,14	0,50

¹nach Janssen et al., 2017



- essbare Bereicherung
- reich an Feuchtigkeit, Fett und Eiweiß und wenig Kohlenhydrate
- schmackhaft
- geeignetes Übergangsfutter in Absetzphase, da Ferkel an Milchdiäten gewöhnt sind



MATERIAL & METHODEN: Saugferkel

CON

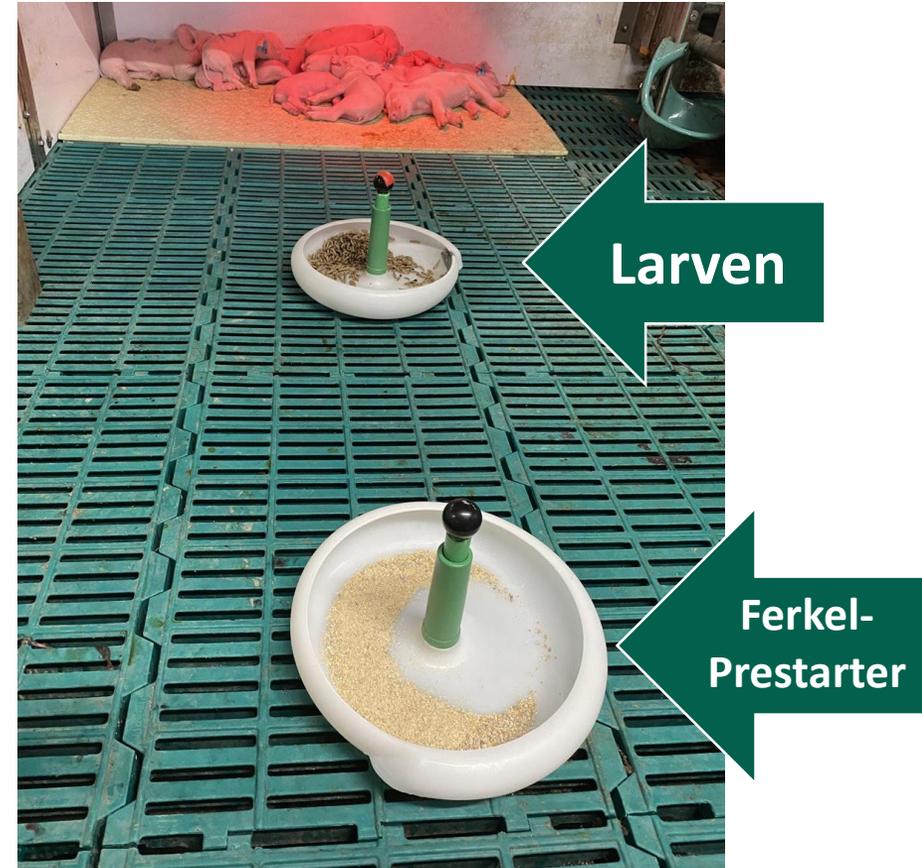
Nur Ferkel-Prestarter (*ad libitum*)
n=10

BSFL low

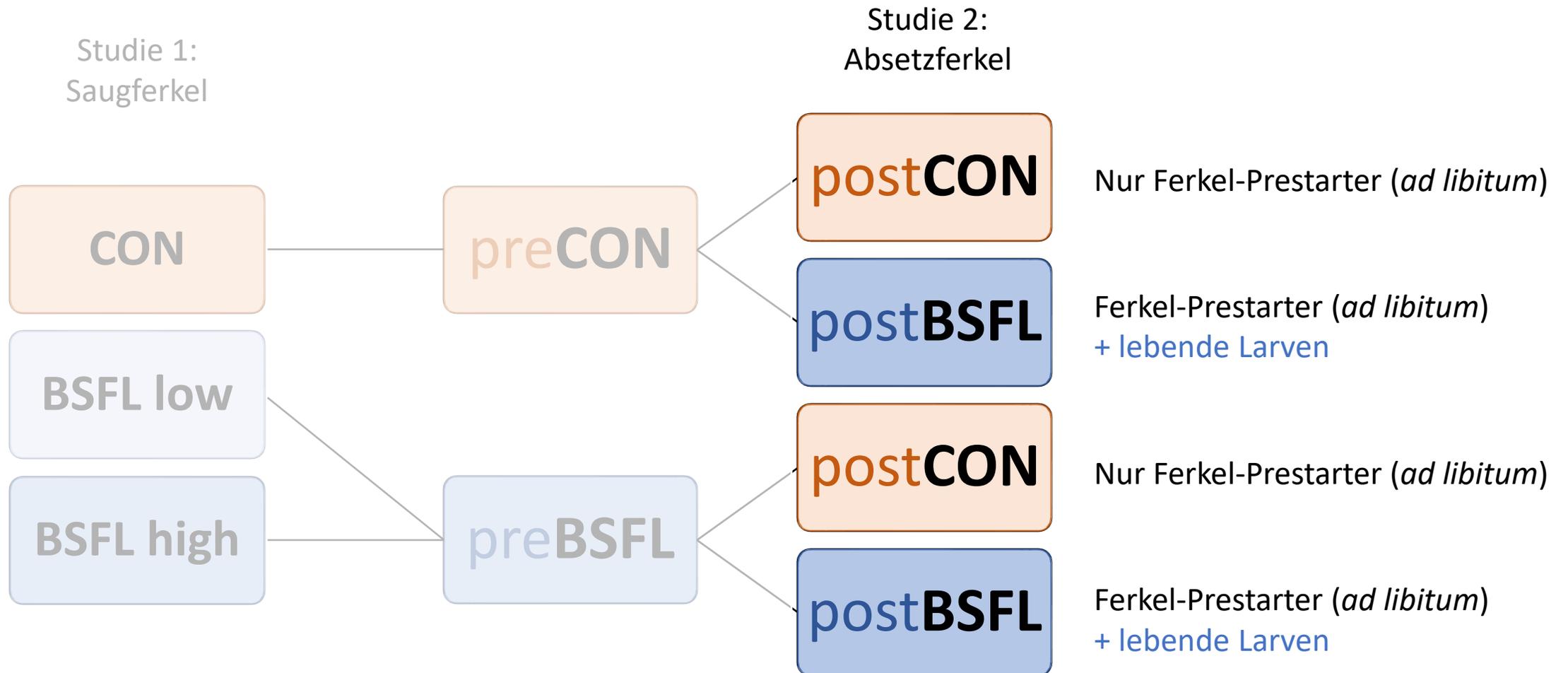
Ferkel-Prestarter (*ad libitum*)
+ lebende Larven (geringe Dosierung)
n=6

BSFL high

Ferkel-Prestarter (*ad libitum*)
+ lebende Larven (hohe Dosierung)
n=6

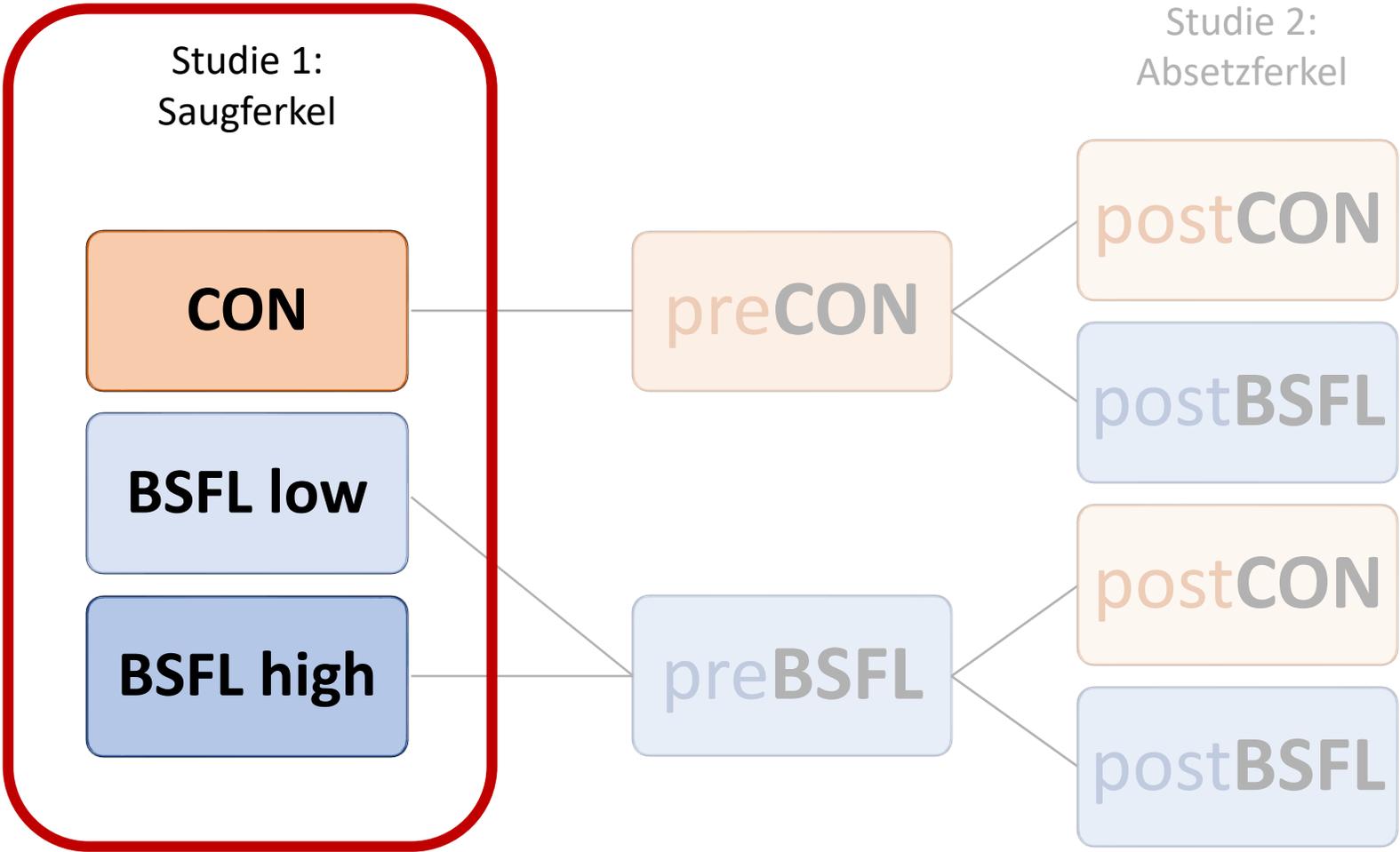


MATERIAL & METHODEN: Absatzferkel



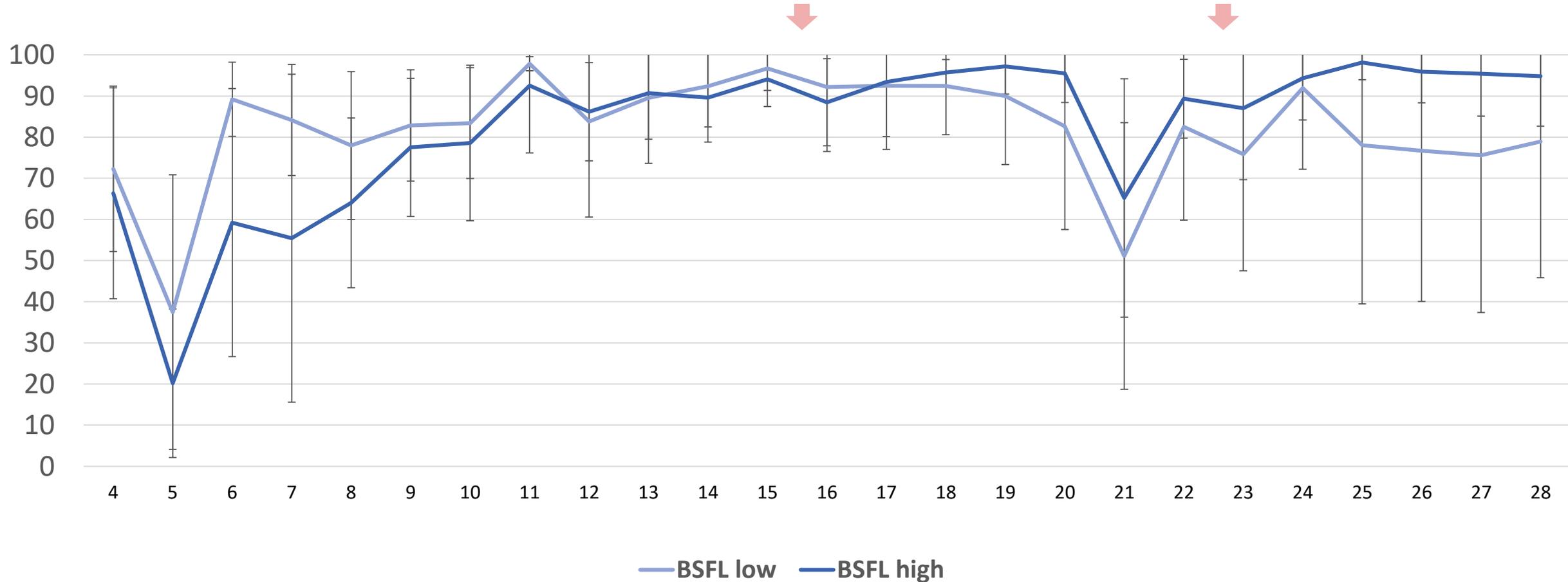
n=3 Buchten/Variante à 20 Ferkel/Bucht

SAUGFERKEL



ERGEBNISSE: Akzeptanz Saugferkel

Larvenaufnahme (% der angebotenen Menge)



ERGEBNISSE: Akzeptanz Saugferkel

Saugferkelbeifütterung – Tag 3

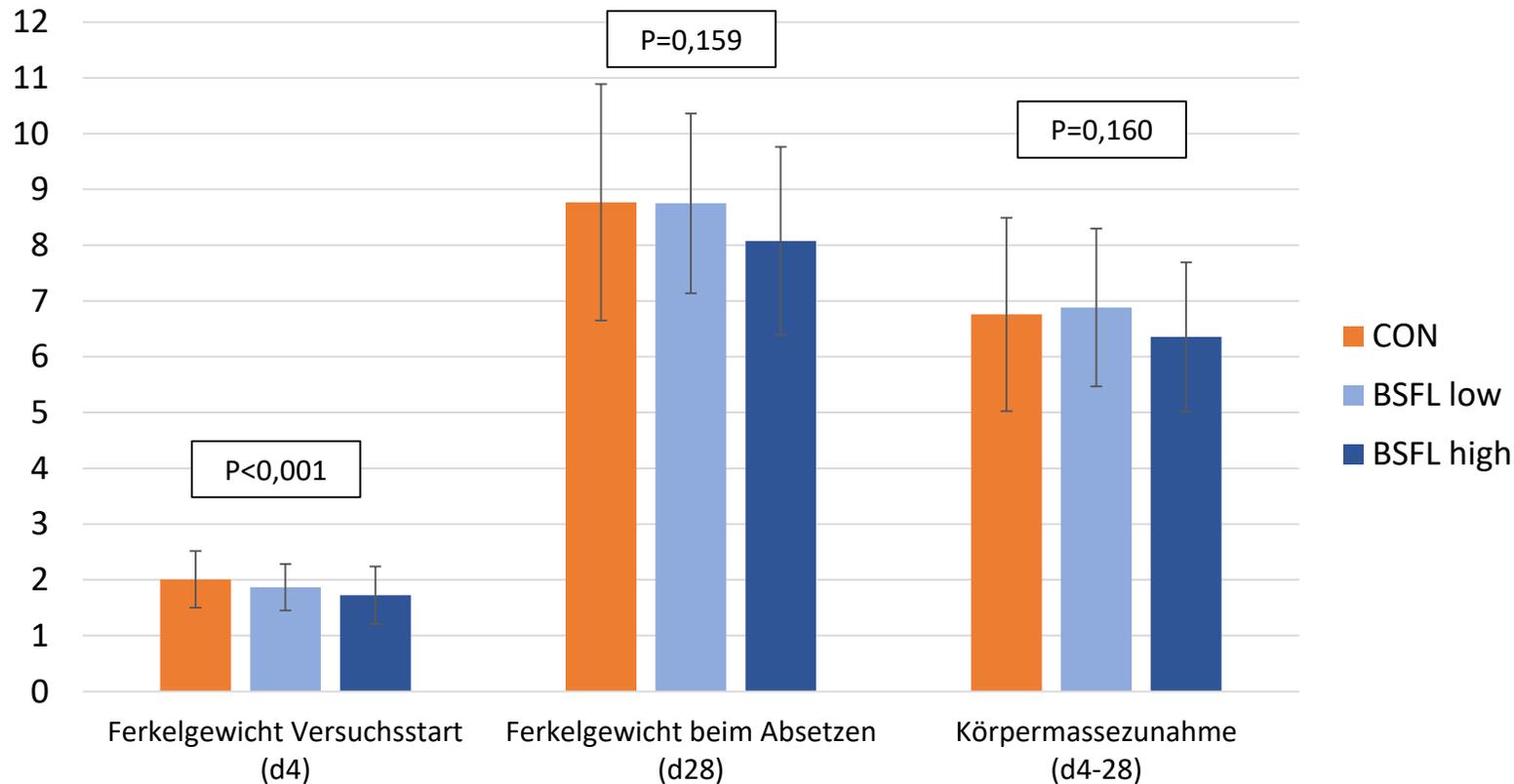


Saugferkelbeifütterung – Tag 24



ERGEBNISSE: Wachstumsleistung Saugferkel

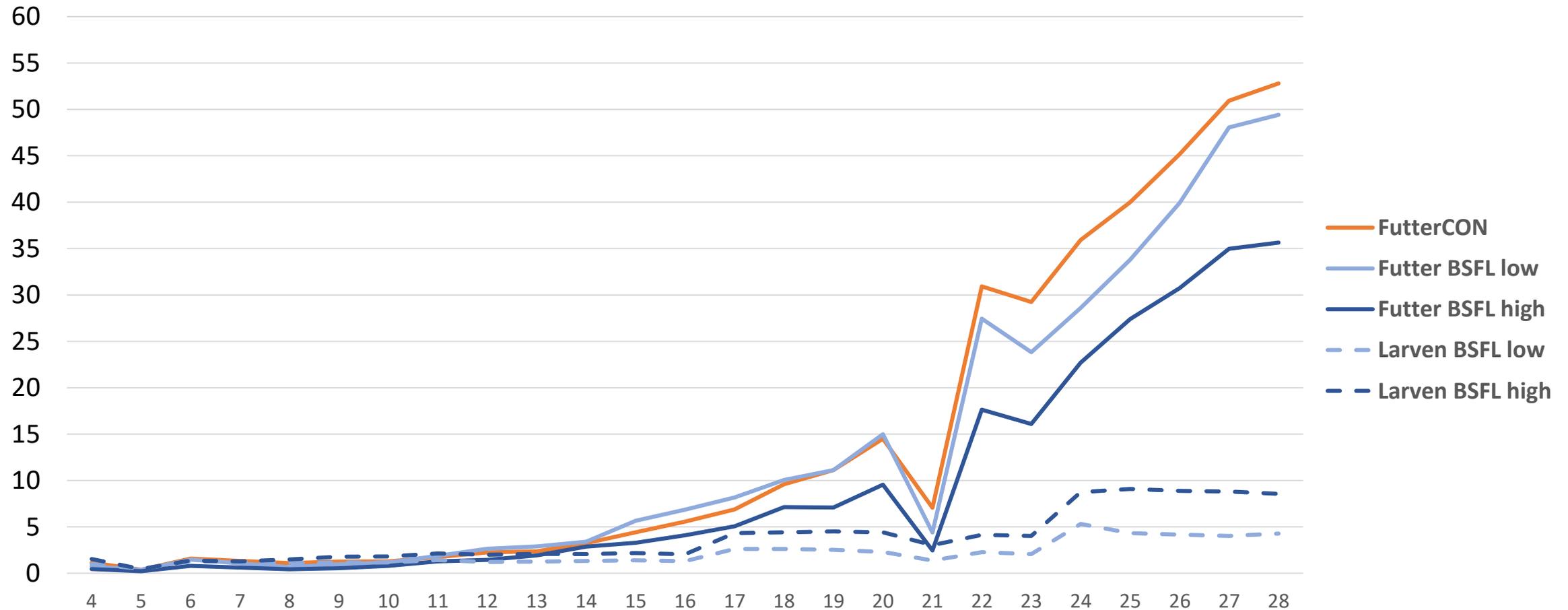
Ø Ferkelgewichte (kg)



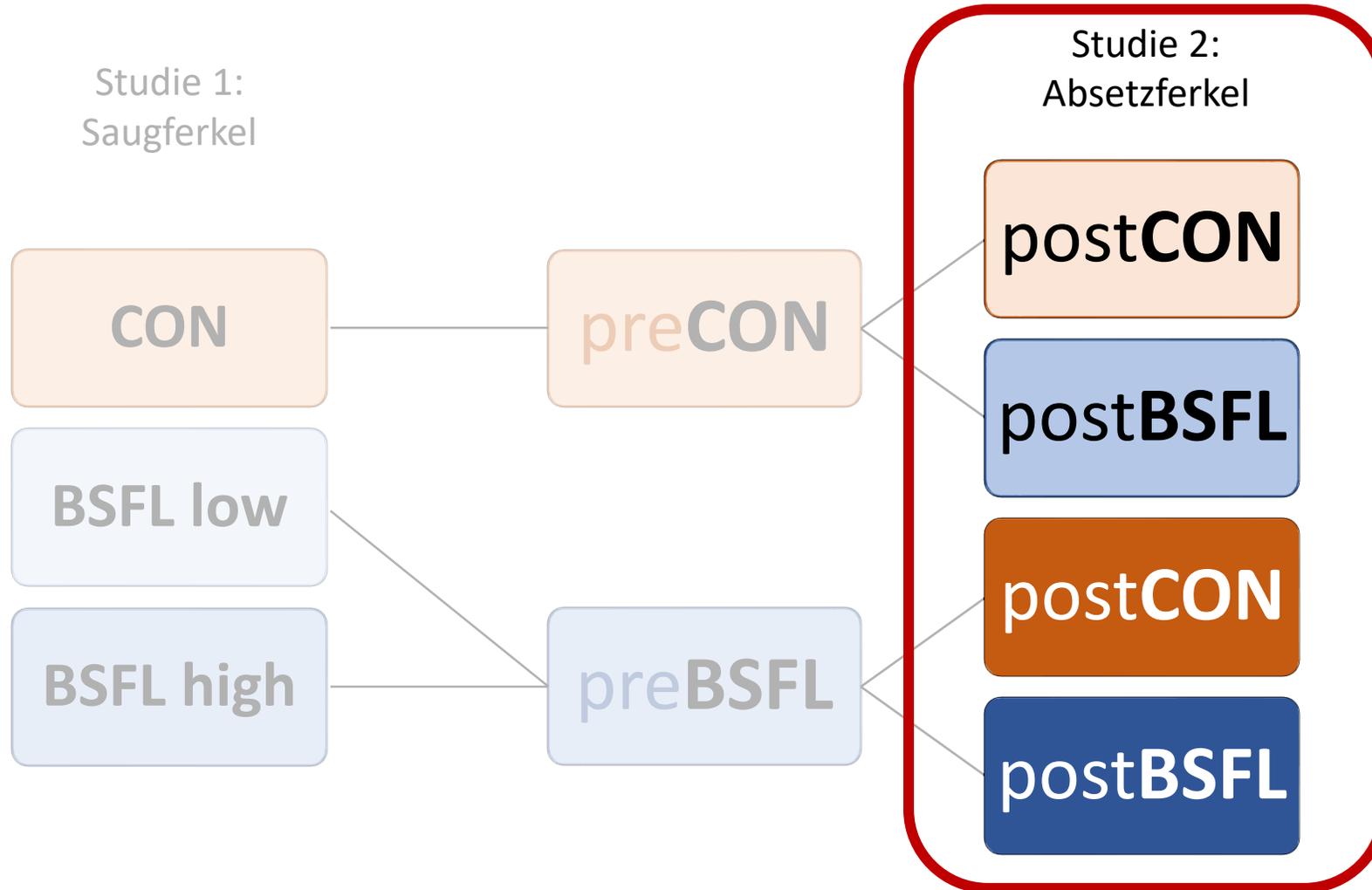
*P-Wert nach ANCOVA,
Startgewicht als Kovariate*

ERGEBNISSE: Futteraufnahme Saugferkel

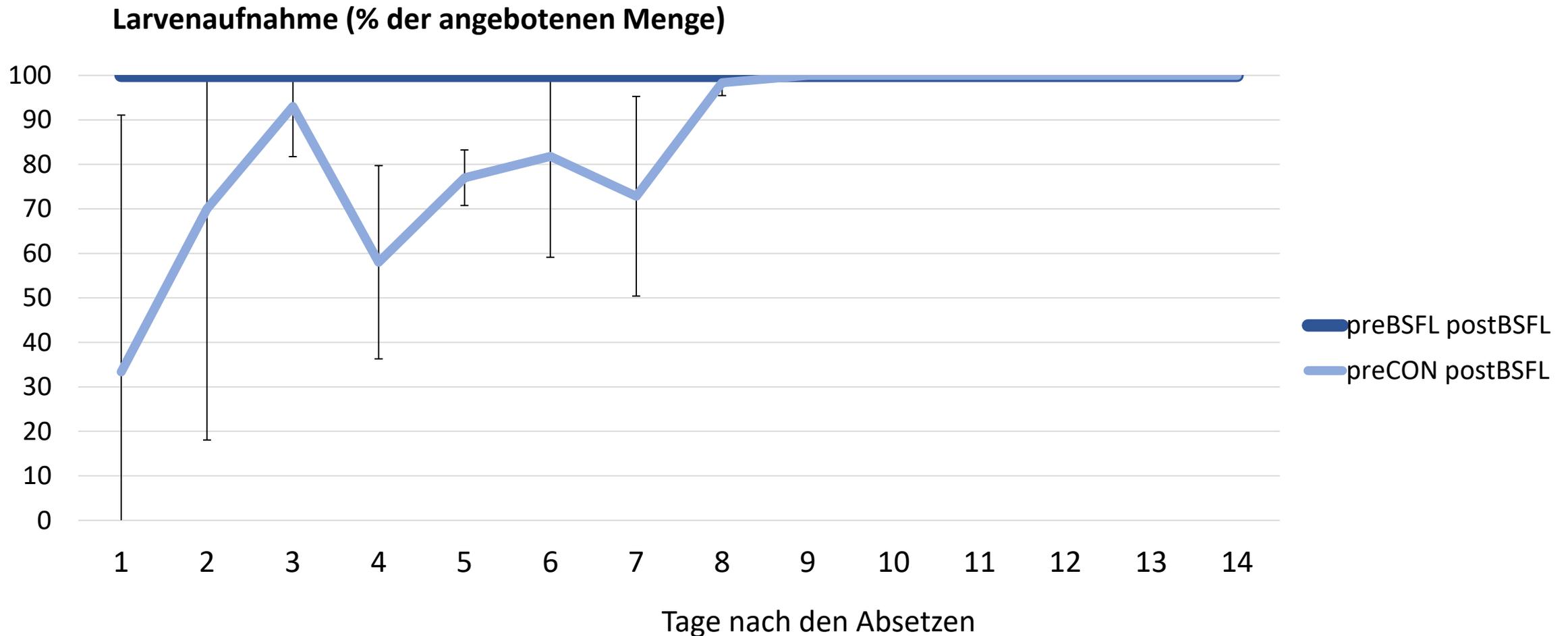
Trockenmasseaufnahme (g/Ferkel)



ABSETZFERKEL



ERGEBNISSE: Akzeptanz Absatzferkel



ERGEBNISSE: Akzeptanz Absetzferkel

Ferkelabsetzfutter (6h nach dem Absetzen)



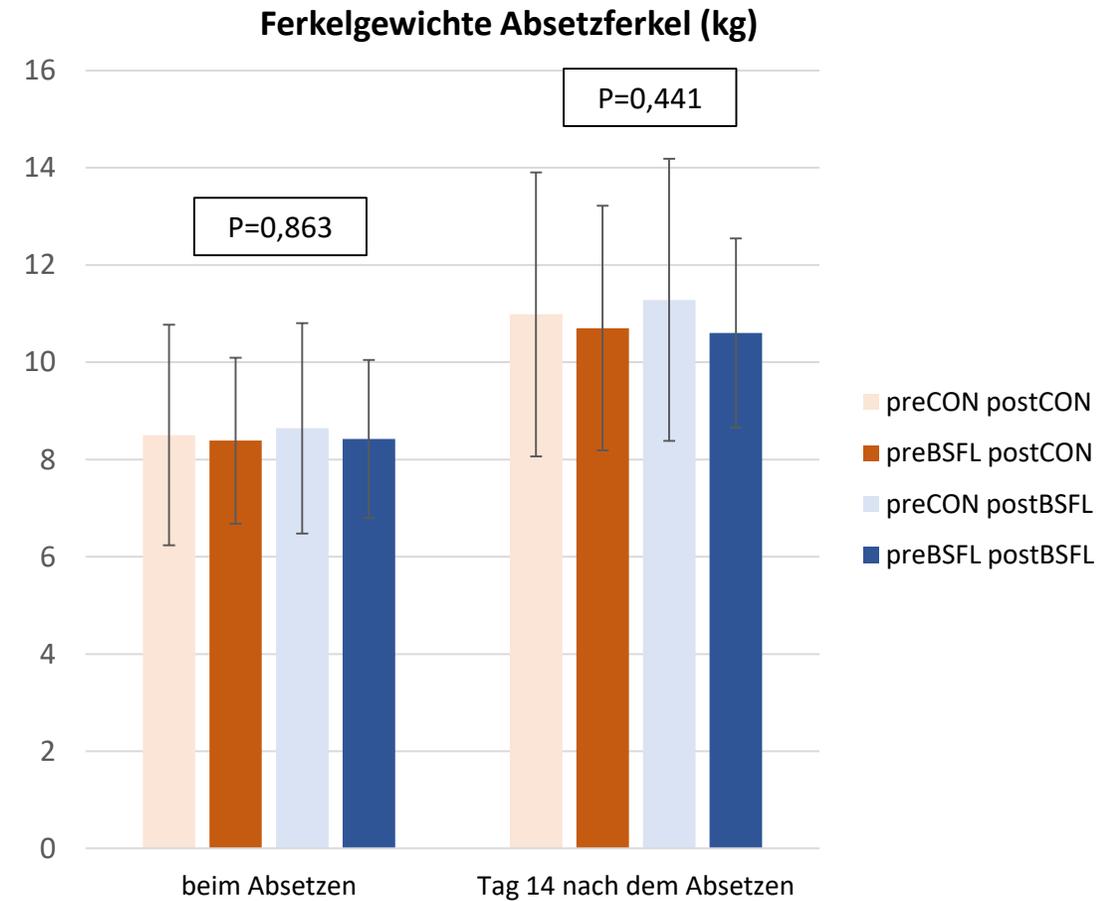
Tag 3 nach dem Absetzen



preBSFL postBSFL

preCON postBSFL

ERGEBNISSE: Wachstumsleistung Absetzferkel



P-Wert nach ANOVA (GLM)

Auswirkung der Aufnahme von Ferkelfutter auf die individuelle Futteraufnahme von abgesetzten Ferkeln

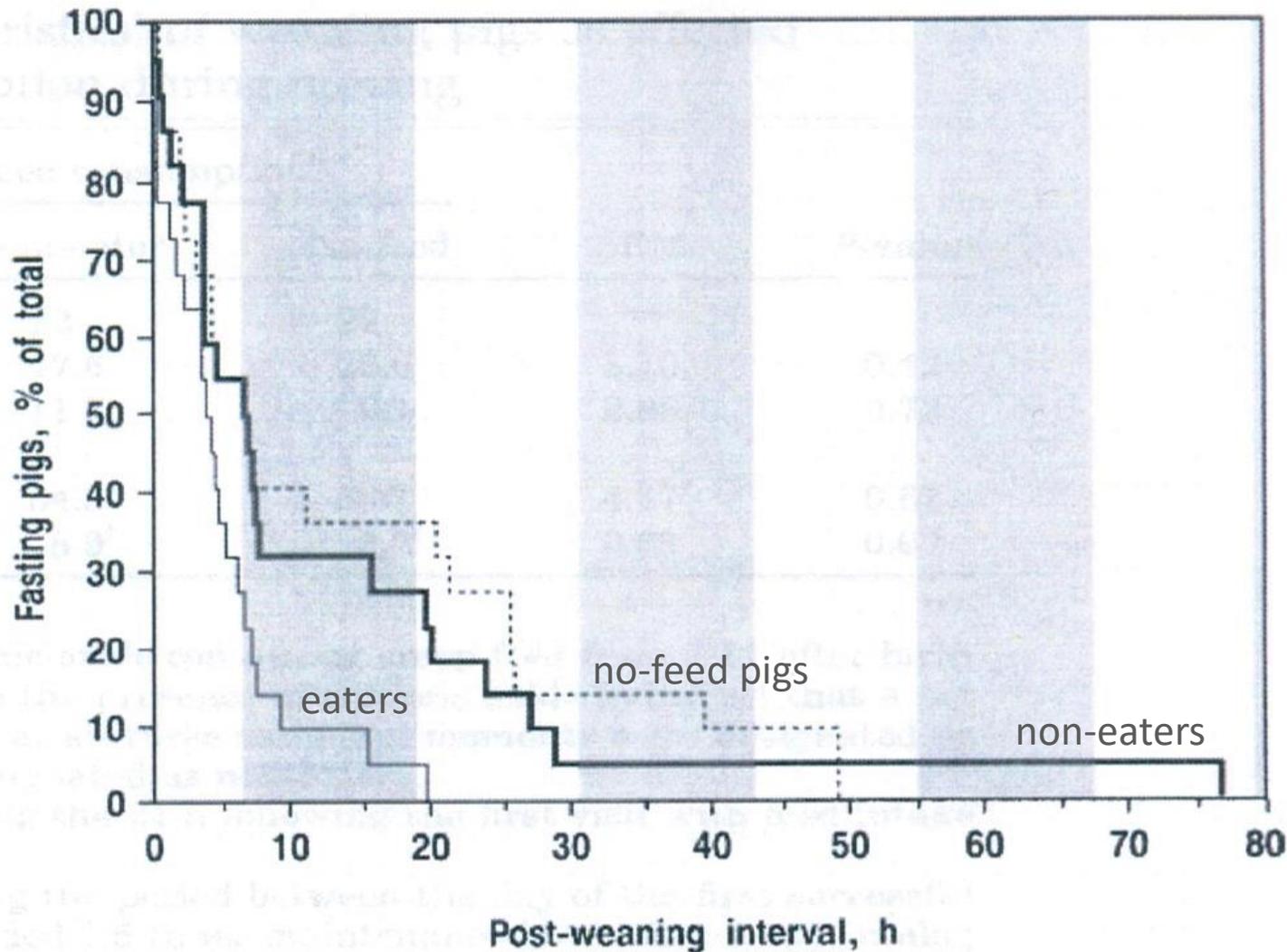


Figure 2. Percentage of weaning pigs that had not eaten after weaning as a function of postweaning interval (mean = 10.7 h; SD = 1.73 h). Curves are given for eaters (—), non-eaters (—) and no-feed pigs (- - -) pigs. Eaters and non-eaters were given access to a chromic oxide containing creep feed from d 11 after birth until weaning (d 28). A green color of the feces due to the presence of chromic oxide indicated that a pig had eaten creep feed. Piglets that had green feces at all three sampling moments were designated as eaters. Piglets that never had green feces were designated as non-eaters. The dark periods are indicated by shaded bars.

Bruininx et al., 2002

Fazit

- Hohe Akzeptanz
- Frühe Aufnahme der Larven
- bevorzugen Larven gegenüber Prestarter-Futter
- Akzeptanz nach dem Absetzen höher, wenn Ferkel die Larven schon kennen
- Potenzial als natürliches Beschäftigungsmaterial
- richtige Fütterungstechnik beachten



Fragen

