

Überblick zu (nichtinfektiösen) Ursachen von Fruchtbarkeitsstörungen in Thüringer Sauenbeständen

*„Neues und Bewährtes zum Besamungsmanagement“
12.10.2017, Jena*

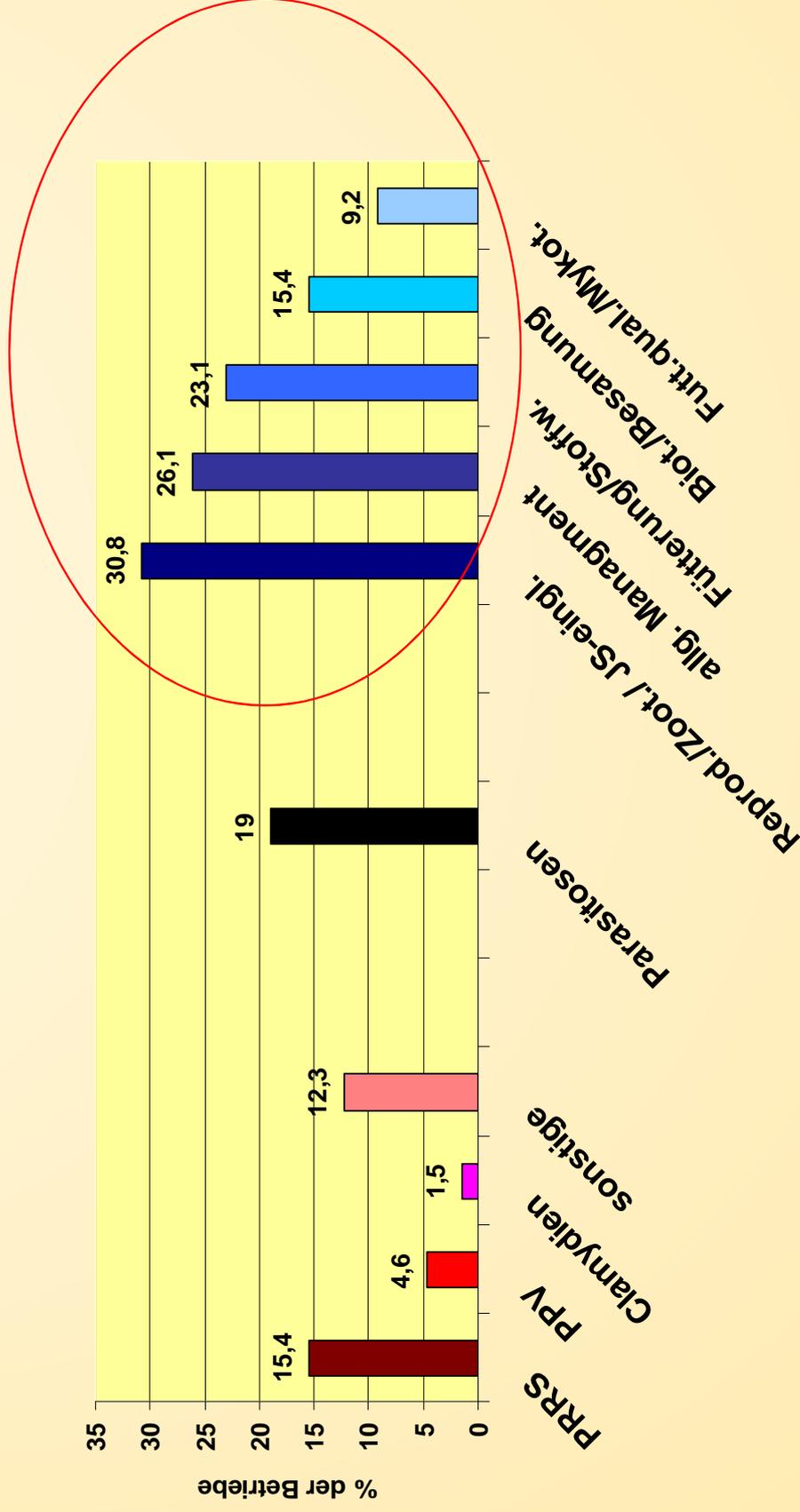
Philipp Schwödauer, Thüringer Tierseuchenkasse, SGD
FTA für Schweine



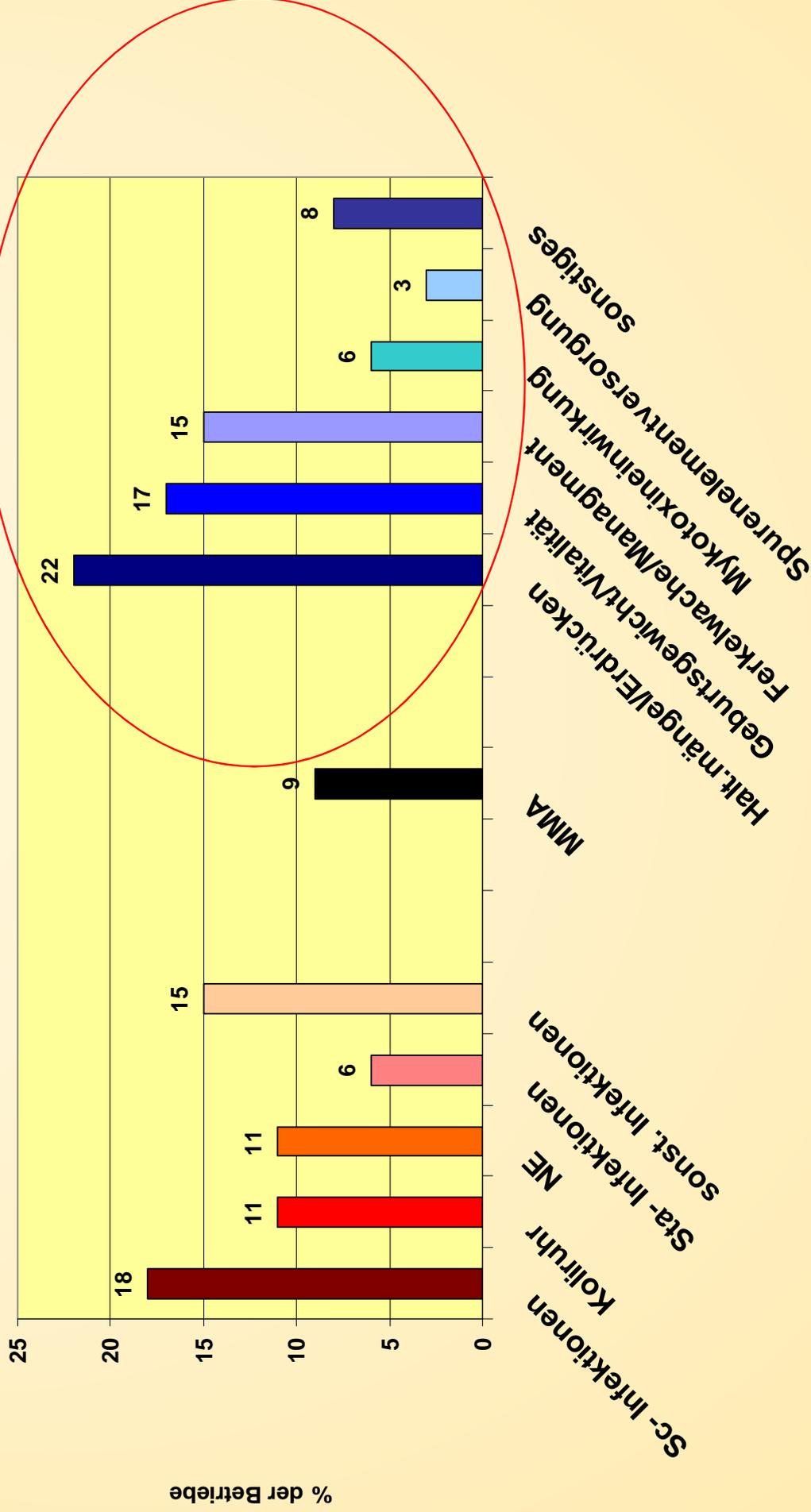
1. Allgemeines

- Bezüglich Fruchtbarkeitsproblemen existiert leider keine aktuelle Statistik!
 - Aber Erhebung des SGD aus dem Jahr 2001
- Fruchtbarkeitsprobleme bekommen wir eher zufällig bei Besuchen oder durch Anforderungen mit
- Infektiöse Ursachen sind scheinbar (?) nicht sehr häufig Ursache für Fruchtbarkeitsprobleme in Ferkelerzeugerbetrieben
- Es scheinen eher Managementprobleme verschiedenster Natur als Problemursache im Vordergrund zu stehen → z. B.
 - Fehlender oder falscher Eberkontakt
 - Nicht Erkennen der Rausche
 - Falsche Besamungstechnik
 - Fehler bei der Eingliederung der Jungsauen (insbesondere bei der Synchronisation)
 - Probleme im Abferkelbereich (mit Folge MMA, Wehenschwäche, (nicht komplett ausgeheilte) Metritis)
 - Fütterungsfehler
 - Im Abferkelstall
 - Im Wartestall
- Fehler bei der Geburtseinleitung (mit Prostaglandinen - Dinolytic bzw. PGF2 α)
 - Durchschnitt der Trächtigkeit: **115 Tage** - Schwankungsbreite plus/minus 3 Tage - Wurfgröße spielt eine Rolle
 - Sauen mit großen Würfen haben oft eine etwas längere Trächtigkeitsdauer (ca. 117 Tage)
 - CAVE: Es ist wichtig, den genauen Besamungszeitpunkt bei einer Geburtseinleitung zu kennen!

10.1 Ursachen von Fruchtbarkeitsstörungen 2001



10.2 Ursachen von Saugferkelverlusten und mangelhaften Aufzuchtleistungen 2001



1.1 Was sind hohe Leistungen?

| | 2004 | 2010 | 2015  |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------|--|
| | Pahlitzsch, prakt. TA | TLL (40 Betriebe) | Kühlewind Johannsen, DTL Padborg Dänemark |
| lebens geborene Ferkel / Wurf | > 11,0 | 12,55 | 14,5 bis 15,5 (insbes. Dän.) Genetik aber auch bis > 20 |
| Ferkelverluste | < 12 % | 13,56 | 13-14% |
| abgesetzte Ferkel / Sau / Jahr | > 22,5 | 26,26 | 28,0 bis 33,0 |

Immer wichtiger:

- Optimierung von:
 - Management
 - Biosecurity
- Zielgerichtete Diagnostik
- Regelmäßiges Monitoring zur Statusüberwachung

1.2 Wichtige Kennzahlen und Grenzwerte

| Fruchtbarkeit der Sauenherde | | | |
|------------------------------------|-----------|-------------------|-------------|
| Fruchtbarkeitsparameter | Zielgröße | Mittlerer Bereich | Grenzwert |
| Abferkelrate, % | 95 | 85 - 90 | ≤ 80 |
| Ges. geb. Ferkel/ Wurf, n | 15 - 16 | 13 - 14 | $\leq 12,5$ |
| Leb. geb. Ferkel/ Wurf, n | 14,5 | 12 - 13 | $\leq 11,5$ |
| Tot geb. Ferkel/ Wurf, n | 0,5 | 0,6 - 0,9 | $\geq 11,5$ |
| Umrauschquote, % | 5 | 8 - 12 | ≥ 15 |
| Wurffolge, Würfe/ Sau/ Jahr | 2,45 | 2,3 - 2,4 | $\leq 2,25$ |
| Saugferkelverluste, % | 5 | 7 - 15 | > 15 |
| Absetz - Rausche - Intervall, Tage | 5 | 5 - 6 | ≥ 7 |
| Leertage, n | 6 - 7 | 8 - 12 | ≥ 15 |
| Abgesetzte Ferkel/ Sau/ Jahr, n | 30 (- 35) | 26 - 28 | ≤ 25 |
| Remontierungsquote, %/ Jahr | 35 - 45 | 45 - 50 | > 50 |

aus: top agrar 10/2011 - Quelle: Künstliche Besamung bei Haus- und Nutztieren, W. Busch und D. Waberski; überarbeitet durch G. Vahrenhorst, GFS

1.3 Grundlagen der Fruchtbarkeit – Beeinflussung der Fruchtbarkeit durch diverse Reize

■ Innere Reize:

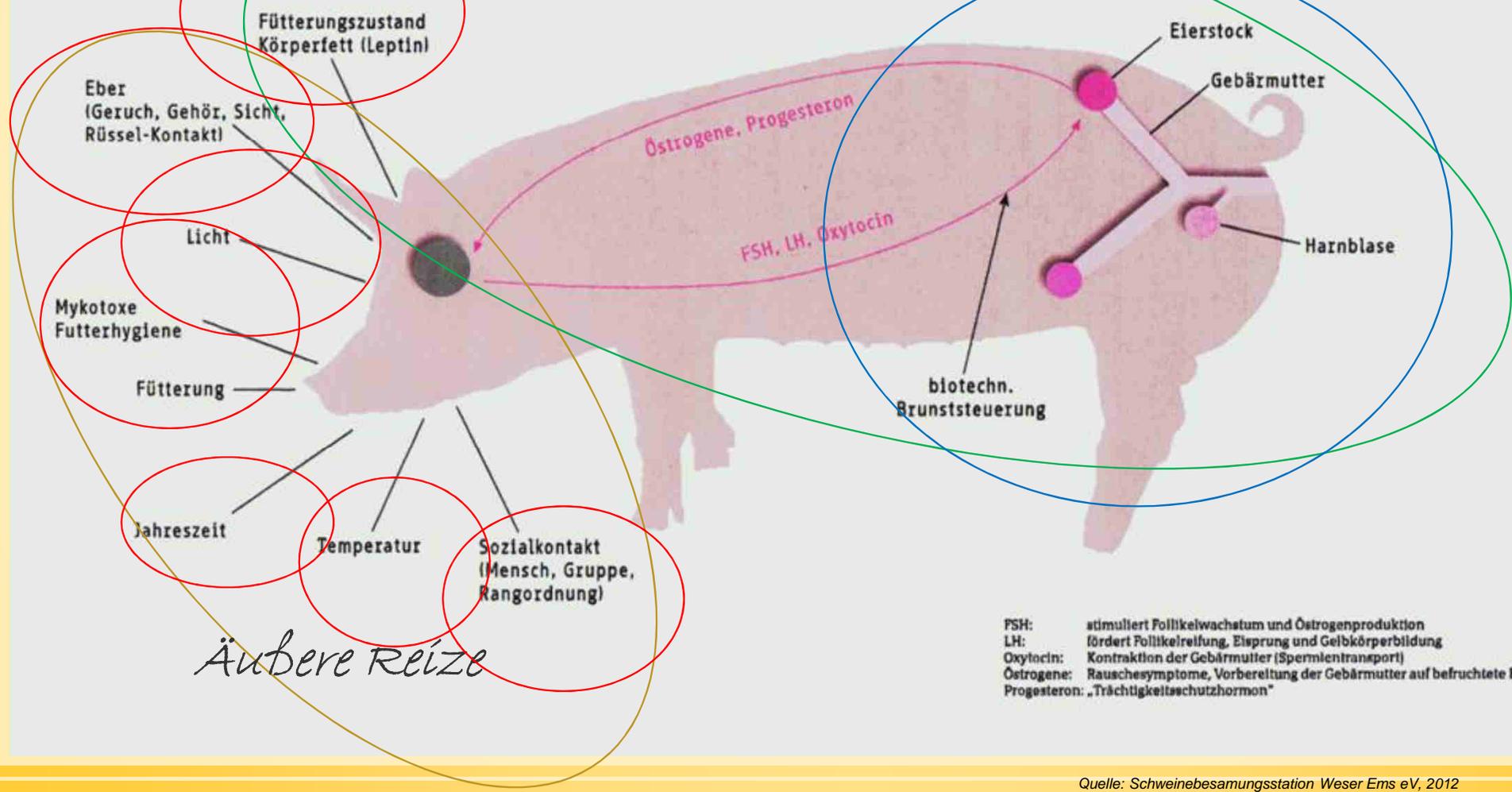
- Hormone
- Rückenspeckdicke (Speicherort für Hormone (z. B. Östrogen), Vitamine u. Leptin) :
 - Jungsauen nicht < 18mm
 - Altsauen nicht < 15mm
 - Wichtig für Pubertätseintritt, Reservefett für Laktation, Wärme u Druckisolation, Schutz der inneren Organe
 - Leptin: wirkt auf die Eizellreifung u. Embryonalentwicklung
- Stoffwechselprodukte (z. B. Endotoxine)
- Erkrankungen (SIV, PRRS, PPV, Leptospiren, ...)
- Mykotoxine (z. B. Zea, DON)
 - Mykotoxine werden teilweise auch im Fett gespeichert und dann in der Laktation freigesetzt und so auf die Ferkel übertragen

■ Äußere Reize:

- Licht, Temperatur, Geruch, Stallklima, Futter, Geräusche, Umgang, usw

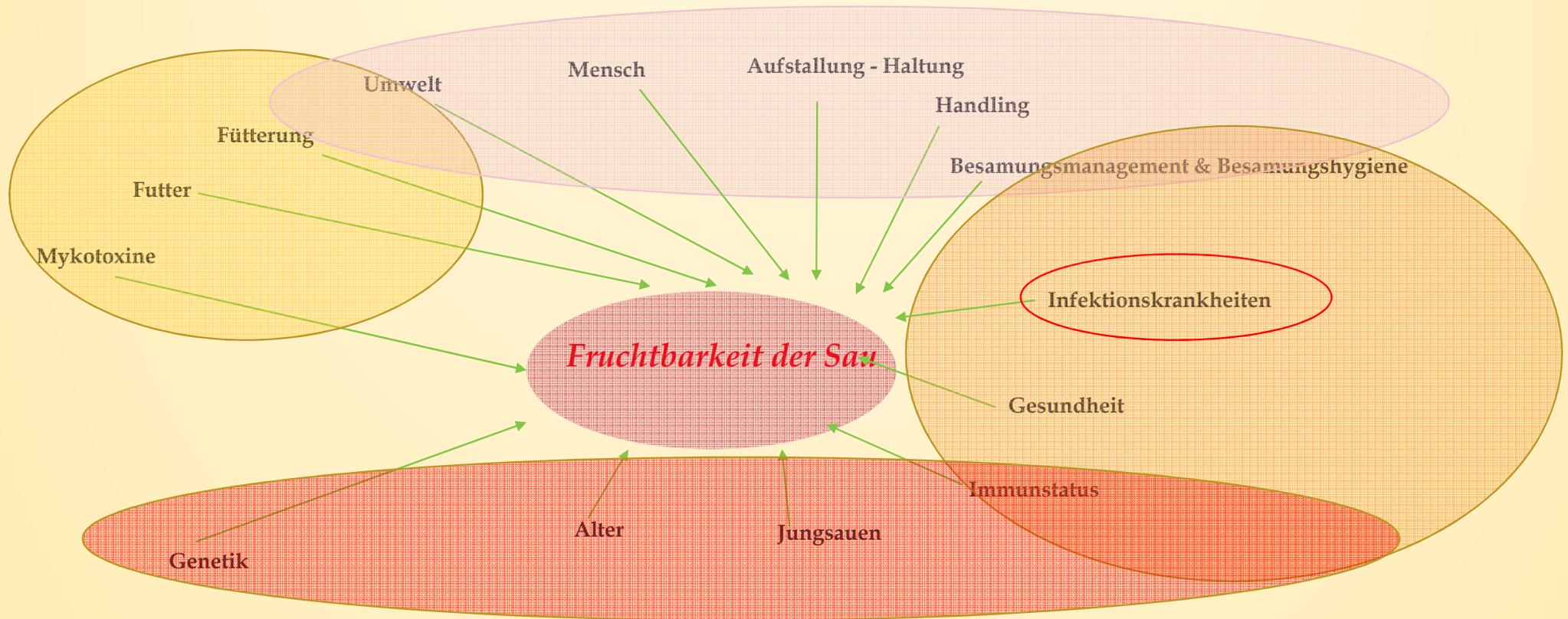
Hormoneller Regelkreislauf

Innere Reize



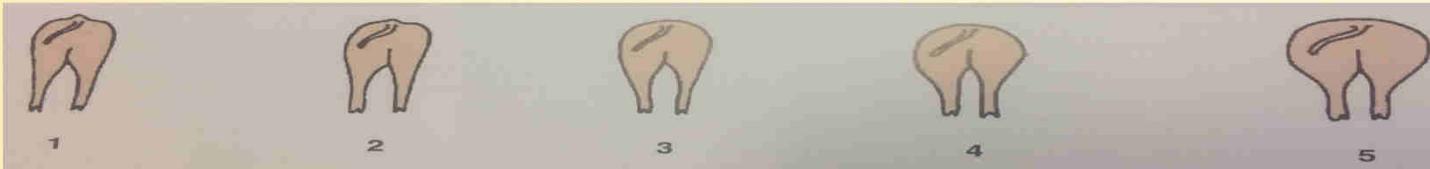
FSH: stimuliert Follikelwachstum und Östrogenproduktion
 LH: fördert Follikelreifung, Eisprung und Gelbkörperbildung
 Oxytocin: Kontraktion der Gebärmutter (Spermlentransport)
 Östrogene: Rauschesymptome, Vorbereitung der Gebärmutter auf befruchtete Eizellen
 Progesteron: „Trächtigkeitsschutzhormon“

Beeinflussende Faktoren, die ursächlich für diese Fruchtbarkeitsstörungen sein können



Quelle: „Schweinekrankheiten – Erkennen und erfolgreich behandeln“ – Griessler, Voglmayr, Holzheu, Tutschku

Bewertung des Ernährungszustandes



| Ergebnis | Ernährungszustand | Beschreibung | Körperform |
|----------|-------------------------|---|--|
| 5 | Mastig | Hüften und Rückgrat stark bedeckt | Rund |
| 4 | Fett | Hüften und Rückgrat nicht ertastbar | Rundlich |
| 3,5 | Guter Ernährungszustand | Hüften und Rückgrat nur schwer ertastbar | Röhrenform |
| 3 | Normal | Hüften und Rückgrat nur mit festem Handflächendruck | Röhrenform |
| 2,5 | Etwas zu mager | Hüften und Rückgrat ohne Handflächendruck ertastbar | Röhrenform, aber flache (Brett-) Seiten |
| 2 | Mager | Hüften und Rückgrat sichtbar und leicht ertastbar | Rippen und Wirbel ertastbar |
| 1 | Abgemagert | Hüften und Rückgrat deutlich sichtbar | Knochenstruktur sichtbar (Rippen und Rückgrat) |

- angemessene Konditionsfütterung bedeutet, dass Jung- bzw. Erstlingsauen zum Zeitpunkt der Geburt in etwa die Konditionsklasse 4 und Altsauen die Klasse 3,5 bis 4 erreicht haben sollten!

- Cave:
 - Gewichtsverlust während Laktation 10-15 kg!
 - Futteraufnahme geht bei Temperaturen über 20°C zurück (heiße Sommertage!)
- Ziel: homogene gut konditionierte Sauenherde
 - gleichmäßige Ferkelpartien
 - Geburtsgewichte um 1,3 kg wären optimal
 - Bei sehr großen Würfen oft ein Problem – sehr viele sehr leichte Ferkel – hohe Saugferkelverluste!
 - Gut konditionierte Sauen:
 - Weniger Probleme bei der Geburt und dem Säugen der Ferkel (Wehenschwäche, Erdrückungsverluste, Milchmangel, ...)

Quelle: Sieverding – „Handbuch gesunde Schweine“

1.6 Förderung der Fruchtbarkeit

- Sozialkontakt in der Gruppe
- Stimulation nach dem Absetzen
 - Gruppenauslauf (Arena)
 - Lichtband (200-300 Lux in Kopfhöhe)
 - gezielter Eberkontakt
 - nach dem Absetzen zur Stimulierung der Rausche wichtig!
 - Sauendusche



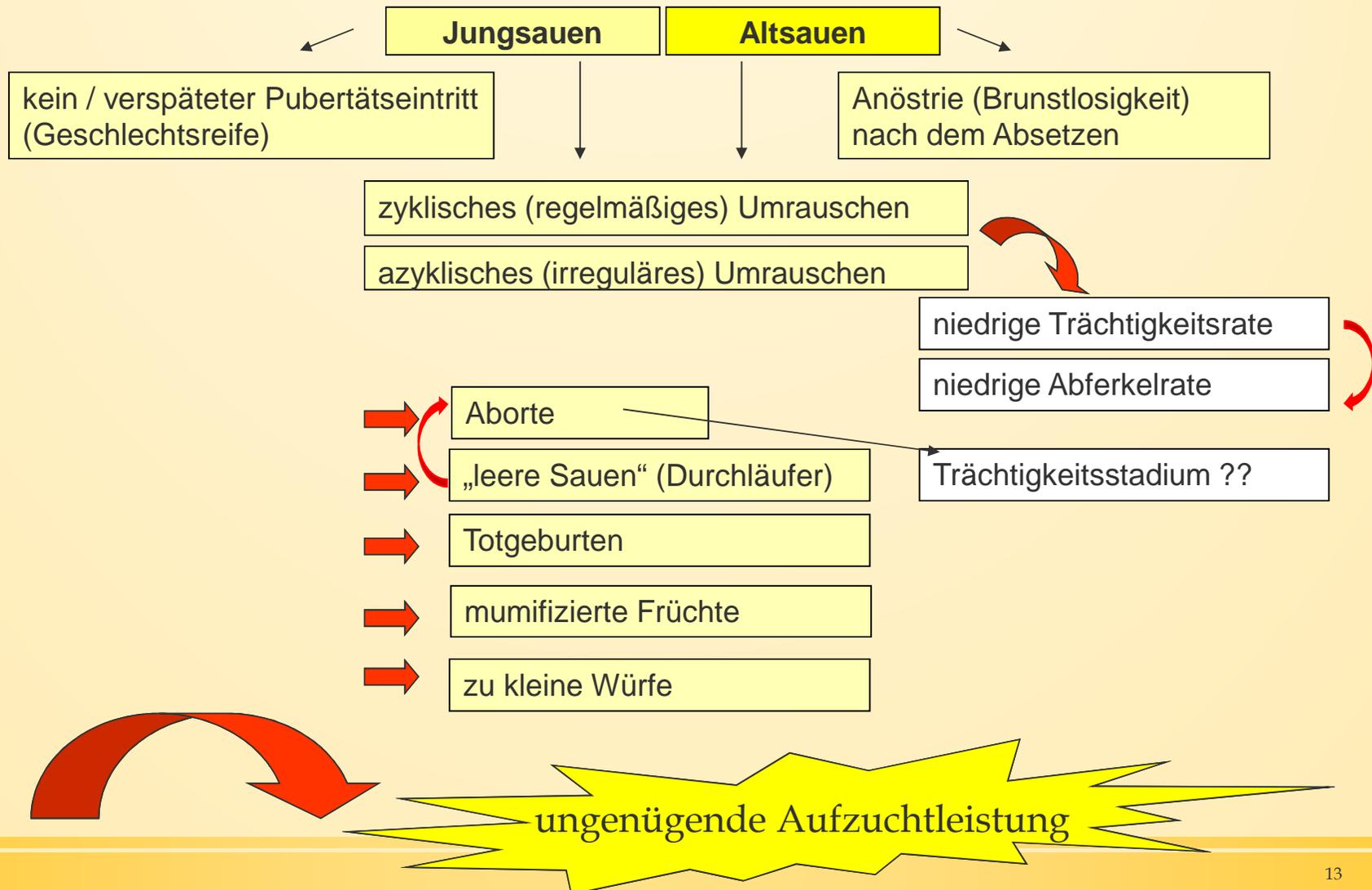
1.7 Weitere Maßnahmen zur Stabilisierung und Förderung der Fruchtbarkeit

- Analyse der leistungsrelevanten Einflussfaktoren
 - Lebendmasse, Speckdicke, Kondition
 - Wasser u Futtermittellversorgung, Stallklimatisierung
- Intensivierung der Brunstkontrolle mit einem Stimuliereber
 - Ergebnisse präzise dokumentieren (Besamungsmonitoring)
- Anstoß des hormonellen Nachrichtensystems
 - Energie u wirkstoffreiche Fütterung, Auslauf, Arena, Sauendusche, gezielter Eberkontakt, Umweltveränderung
- Hygienemanagement
 - Alles Rein-Raus Deckzentrum,
 - Trockendesinfektion,
 - Waschen der Sauen vorm Abferkeln und vorm Besamen
 - Hygiene b. Besamen (umhüllte Katheter - z. B. „Blue Safe“)
- Analyse des Brunstverhaltens
- Kontrolle der Besamungstermine und der Fruchtbarkeitsleistungen
- = **Besamungsmonitoring**

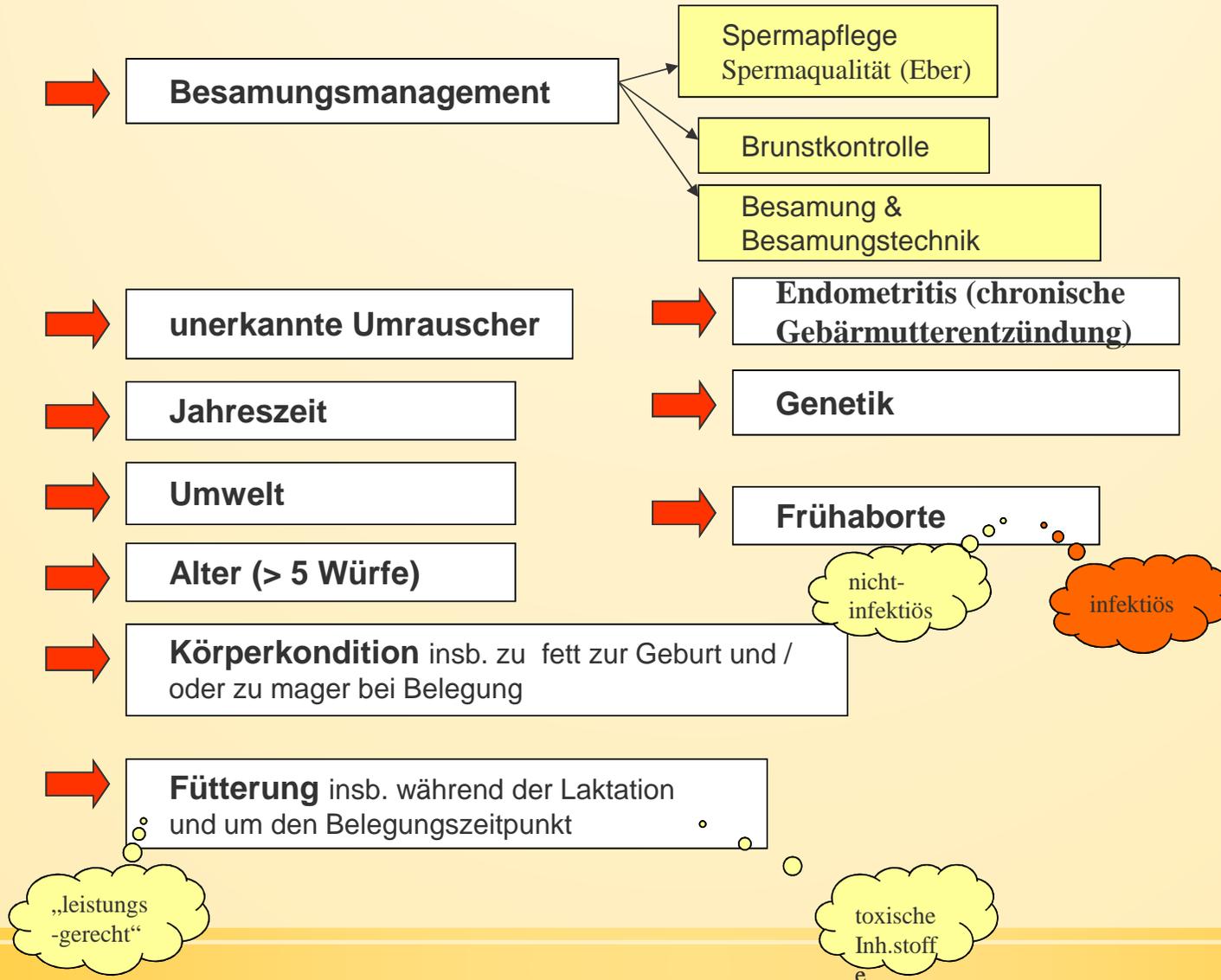


Quelle: Schweinebesamungsstation Weser Ems eV, 2012

2. „Fruchtbarkeitsstörungen“ - Wie können sich diese im Bestand zeigen ?



3. Ursachen für niedrige „Trächtigkeitsraten“



4. Allgemeine Störfaktoren bei Eileiterpassage u. Einnistung

- Fütterung
- Hitze
 - Temperaturschwankungen Tag / Nacht
 - 25 °C nicht überschreiten und Tag-Nacht-Schwankungen berücksichtigen!
 - Temperaturansprüche:
 - Sauen (Abferkelstall): 19 - 21 °C
 - Tragende Sauen: 15 - 20 °C
 - Güste Sauen: 15 - 20 °C
- Stress/Umstallung/ Rangkämpfe (z. B. durch Gruppenhaltung)/ Handling
- Unphysiologische hormonelle Verhältnisse
- Entzündungen
 - Verklebungen
 - Verwachsungen

5.1 Ursache für vermehrtes Umrauschen I

1. Regelmäßiges Umrauschen

- **Umrauschen zyklisch in 3 Wochen-Intervallen, wenn keine Befruchtung erfolgt oder alle Embryonen vor dem 10. – 13. Trächtigkeitstag absterben**
- **Ebenfalls ein regelmäßiges Umrauschen:**
 - **Wenn die Sauen in Abständen von**
 - 36 – 48 Tagen
 - 54 – 72 Tagen
 - **Nach Belegung umrauschen**
 - **Sauen zeigen dabei schwache Brunstsymptome, die oft übersehen werden**

5.1 Ursache für vermehrtes Umrauschen I

1. Regelmäßiges Umrauschen

o Ursachen für regelmäßiges Umrauschen:

- Fehler in der Samenaufbereitung
- Schlechte Samenqualität (zu geringe Samendichte, pathologisch veränderte Samenzellen, zu hohe Sprungfrequenz des Ebers, Erkrankung des Ebers ...)
- Mangelhafte Eberstimulation
- Falscher Deck- oder Besamungszeitpunkt
- Inseminationsfehler (Besamungstechnik)
- Gebärmutterentzündungen (v. a. bei Ausflussproblematik)
- Traumata (Lahmheiten, Verletzungen, ...)
- Stoffwechselbedingte Erkrankungen (Degeneration von Leber und Niere)
- Lichtmangel (< 300 Lux, < 12 – 14 Stunden pro Tag)
- Haltungs- und Fütterungsfehler (Stress, zu frühes Gruppieren der Sauen, Mykotoxine, Fütterungsfehler der säugenden Sauen, ...)
- Infektionen (PRRSV, PPV, SIV, Leptospiren, ...)
- Reduzierte Säugezeit < 20 Tage
- Saisonale Unfruchtbarkeit („Sommerloch“, Spätsommeraborte)
- Vergiftungen
 - Kumarinderivate

5.2 Ursache für vermehrtes Umrauschen II

1. Unregelmäßiges Umrauschen/ erhöhtes Auftreten von Mumien

- Nach erfolgreicher Befruchtung wird Nidation (Einnistung) der Embryonen in gebärmütterliches Gewebe gestört
 - Ursache dabei:
 - Zu geringe Anzahl an befruchteten Eizellen (< 5 Eizellen überleben den 10. – 13. Trächtigkeitstag)
 - Trächtigkeit – Verluste sind einkalkuliert
 - zur Aufrechterhaltung der Trächtigkeit müssen mindestens **vier Embryonen** anwesend sein und **70% der Uteruslänge** beansprucht
 - **25 – 40% der Embryonen** sterben innerhalb der ersten vier Trächtigungswochen ab (*danach Föten*)
 - Selektion auf natürlichem Wege:
 - genetische Defekte, Anomalien, etc.
 - spätere Verluste in mangelndem Platzangebot begründet
 - Anzahl der Sauen, die in unregelm. Abständen umrauschen sollte < 3% sein

Quelle: S. Eger, TGD;
Griessler, Voglmayr, Holzheu, Werner-Tutschku „Schweinekrankheiten – Erkennen und erfolgreich behandeln“; Anke Birkhold, „Fruchtbarkeitsberatung und Besamungsmanagement“, GermanGenetic/SZV

5.2 Ursache für vermehrtes Umrauschen II

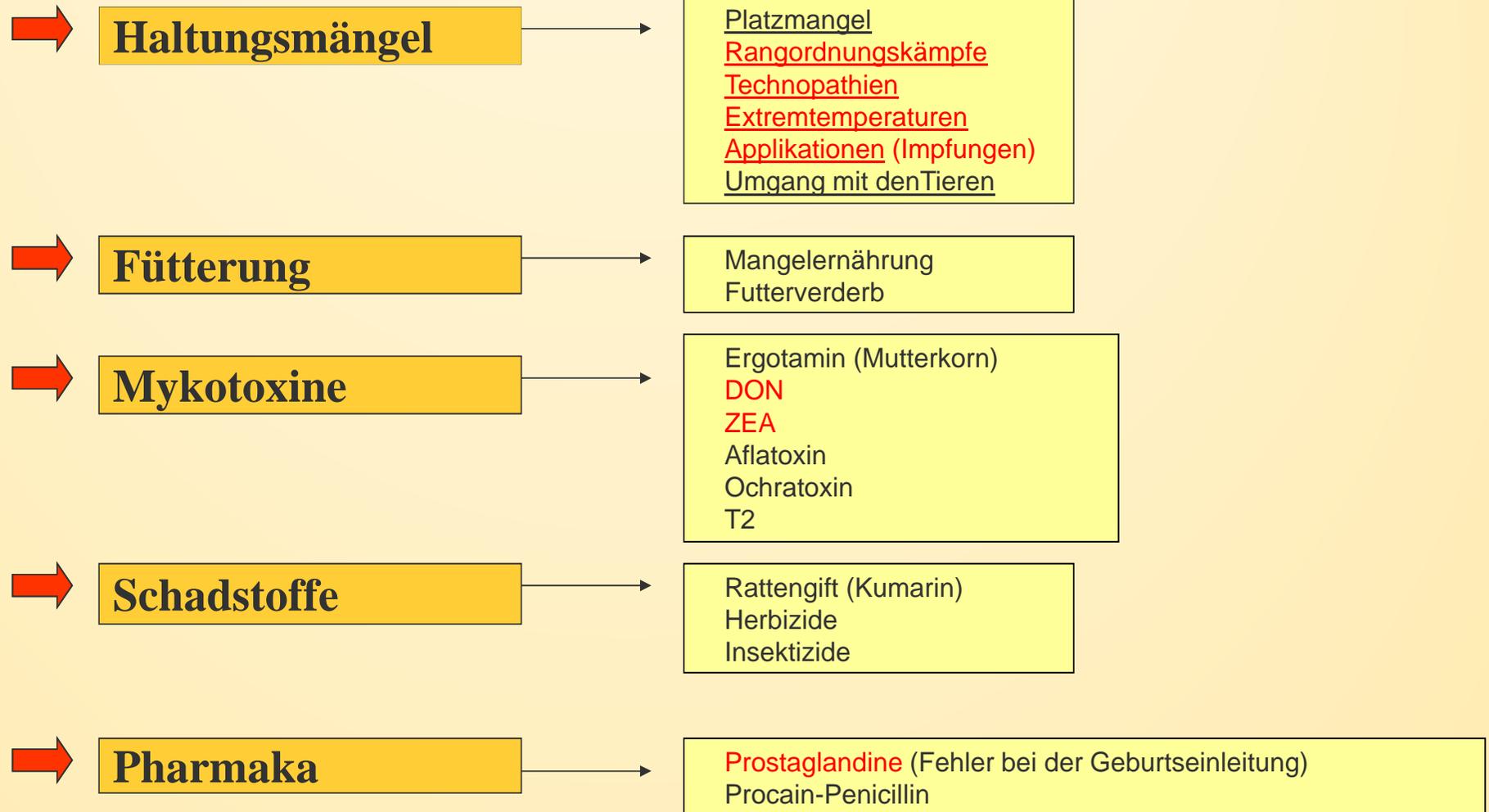
1. Unregelmäßiges Umrauschen/ erhöhtes Auftreten von Mumien

- Ursachen für unregelmäßiges Umrauschen:
 - Östrusanomalien (hormonelle Fehlfunktion des Eierstocks)
 - *Ovarialzysten*
 - Geringe Ovulationsrate/ schlechte Konzeptionsrate
 - *Embryonaler/ fetaler Fröhrtod*
 - *Rangkämpfe*
 - *Stress*
 - *Infektionen*
 - *Gebärmutterentzündung der Sau (v. a. bei Ausflussproblematik)*
 - Mögliche Ursache
 - MMA
 - Schwereburten mit Eingriffen
 - Aufsteigende Harnblasenentzündungen
 - *Mangelhafte Eberstimulation während der frühen Trächtigkeit*
 - *Haltungs- und Fütterungsfehler (managementinduzierter Stress zwischen 3. – 21. Trächtigkeitstag, zu frühes Gruppieren der Sauen, Mykotoxine (Zearalenon, Vomitoxin), Fütterungsfehler der säugenden Sauen, ...)*
 - *Direkte Sonneneinstrahlung (Sonnenbrand)*
 - Bei Auslauf
 - Aber auch bei großer Fensterfläche und Südseite
 - Lichtmangel (< 300 Lux, < 12 – 14 Stunden pro Tag)
 - *Infektionsbedingte Ursachen (PRRSV, PPV, SIV, Leptospiren, ...)*
 - Saisonale Unfruchtbarkeit („Sommerloch“, Spätsommeraborte)



Quelle: S. Eger, TGD;
Griessler, Voglmayr, Holzheu, Werner-Tutschku „Schweinekrankheiten – Erkennen und erfolgreich
behandeln“; Anke Birkhold, „Fruchtbarkeitsberatung und Besamungsmanagement“,
GermanGenetic/SZV

6. Nichtinfektiöse Abortursachen



Beispiele für Technopathien, die die Fruchtbarkeit negativ beeinflussen können



7. Infektiöse Abortursachen



Viren

- PRRS
- Influenza
- PPV
- PCV2
- MKS**
- ESP / ASP**
- Aujeszkysche Krankheit**
- Vesikuläre Schweinekrankheit
- Encephalomyocarditis
- Coronaviren, PEDV



Bakterien

obligate

fakultative

Brucellen Leptospiren

- Chlamydien
- Corynebakterien, Staph.,
- Strept.
- Rotlauf
- E.coli
- Campylobacter
- Mykoplasmen
- Pasteurellen
- Salmonellen
- Listerien
- Clostridien



Pilzinfektionen



Parasitäre Infektionen (??)

8. Ursachen für mumifizierte Früchte
(nach dem 35. TT abgestorben)

In der Regel infektiös bedingt:



PRRS

PPV / Enteroviren

ESP / ASP

Leptospirose

Brucellose

AK

Aber:

**1 Problem (z.B. Mumien)
kommt selten allein**

9. Ursachen für Totgeburten



Antepartal (109. TT bis Geburt)

Nichtinfektiöse Ursachen

Wurfzahl
Gesamtwurfgröße
Körperkondition
Erkrankung der Sau
Trächtigkeitsdauer (< 112 ; > 117 Tg.)
Genetik ?
Qualität und Quantität des Futters
Management / Umwelt

Infektiöse Ursachen

PRRS
PPV
Leptospirose
AK
ESP / ASP
Rotlauf
Toxoplasmose

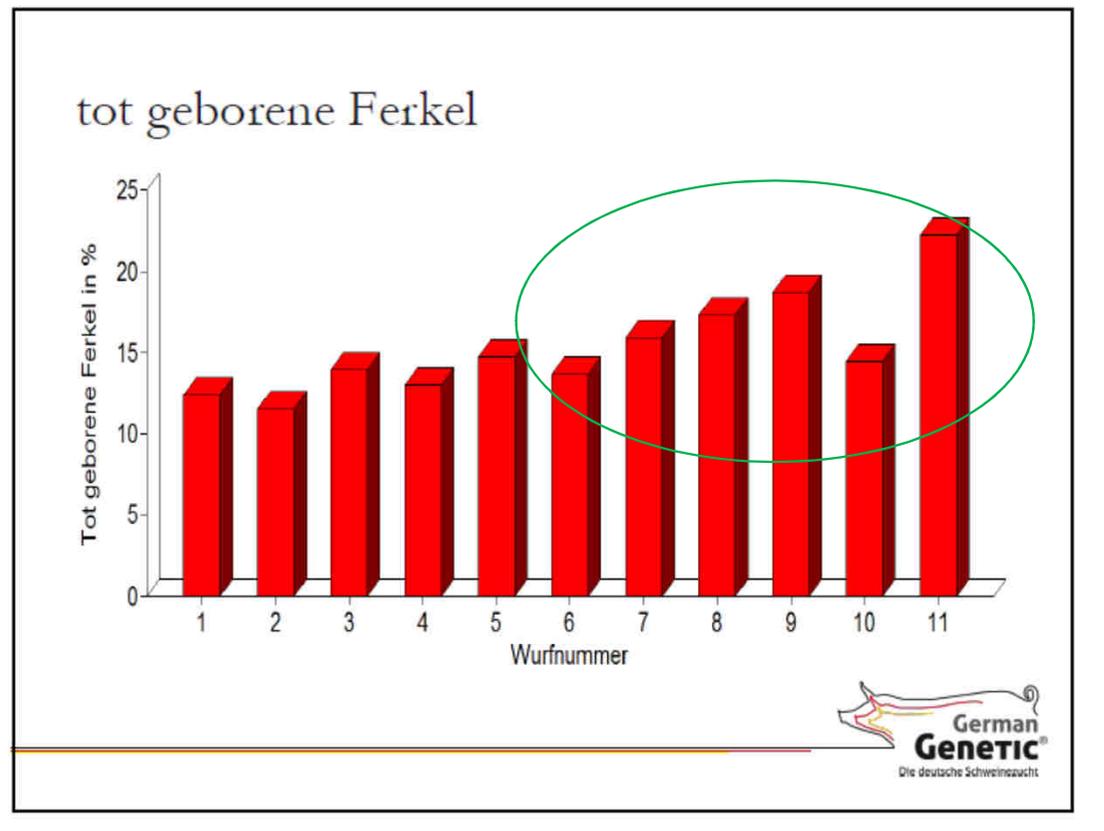


Intrapartal (während d. Geburt)

Nabelschnur gerissen (ca. 70 %)
Wehenschwäche
Geburtsdauer > 5 Stunden
vermehrt im letzten Geburtsdrittel
kleine, untergewichtige Ferkel

Geburt in der Fruchthülle
Fruchtwasser eingeatmet
Erkrankung der Sau (Beweg.stör., Fieber..)
Sau überernährt (zu fett)
hohe Umgebungstemperatur

9.1 Tot geborene Ferkel – Remontierungsmanagement bzw. Jungsaueneingliederung



- Anzahl der totgeborenen Ferkel steigt ab dem 6. Wurf
 - Alter der Sauen und Remontierungsquote im Auge behalten!

11.1 Beispiele für Probleme im Abferkelmanagement, die sich auf die Fruchtbarkeit auswirken können

- Wehenschwäche verbunden mit Schweregeburt
 - Hier oft keine vollständige Reinigung bzw. Infektion der Gebärmutter bei der Geburt auch durch Geburtseingriffe
 - Oft auch noch nach 3 Wochen Ausfluss → Hinweis auf Metritis bzw. auch Blasenentzündung
 - Besamungserfolg in solchen Fällen oft fraglich, da oft noch chronische Metritis

11.2 Harngrieb/ „Kalkharn“

- Sau nimmt zu wenig Wasser auf durch
 - Technik (Wasserdruck, Winkel des Nippels), wegen Geschmack (Eisen, Mangan), Technopathien oder ähnl.
- Sau scheidet zu viel Calcium (durch Überversorgung aus Futter oder auch Wasser) aus
- Folge: basisches Milieu
 - Ansiedlung von Keimen wird dadurch befördert



Mögliche Folge



11.3 (Aufsteigende) Harnwegsinfektion

- Verursacht u. a. durch Kolikeyme, Streptokokken spp., Staphylokokken spp., Chlamydien, ...
- Durch Aufstieg u. Verschleppung
 - Gebärmutterentzündungen
 - Nierenbeckenentzündungen
- möglich

11.4 Beispiele für Probleme im Abferkelmanagement, die sich auf die Fruchtbarkeit auswirken können (2)

- Zu abgesäugte Sauen
 - Ursache: zu schlechte Futteraufnahme
 - Du. Verletzungen (insbes. Klauenverletzungen)
 - Erkrankungen, die mit Fressunlust einhergehen (z. B. Influenza, MMA)
 - Primär schlechte Wasseraufnahme und dadurch ein Entgleiten des Stoffwechselsystems
 - Hitzestress
 - Nicht schmackhaftes Futter (z. B. bei Futterwechsel von Tragendmischung auf Säugendmischung)
 - Zu große Würfe bei nicht adäquater Fütterung
 - Empfehlung [1)*]:
 - 81 bis 85 MJ ME/Tag → 11 bis 12 Ferkel → in etwa 6 bis 6,5 kg Laktationsfutter.
 - Sauen sollen aber nach dem Abferkeln langsam (über ca. 8 bis 12 Tage) angefüttert werden
 - tägliche Kraftfuttermenge nach Anfütterung muss deutlich höher ausfallen, um den Gesamtbedarf in der Laktation zu decken und übermäßige Körpersubstanzverluste zu vermeiden
- MMA

1): Quelle: Neue Empfehlungen zur Sauenfütterung
Dr. Wolfgang Sommer, Nottuln

MMA – Metritis – Mastitis – Agalaktie – Komplex

- Manifestation innerhalb der ersten 3 – max. 7 Tage p. p.
- Größte Häufigkeit: 12 – 48 Std. p. p.
- Krankheitsbild:
 1. Hypogalaktie/ Säugeunlust/ Agalaktie
 - Hungrige Ferkel, erhöhte Saugferkelverluste, keine Verdopplung des Geburtsgewichtes in 9 Tagen
 2. Mastitis
 - Gesäuge hart, geschwollen, heiß, gerötet, schmerzhaft
 - Milch schwer melkbar, pH > 6,5
 - Verzögerte Rückbildung des Gesäuges
 3. Fieber
 - Körpertemperatur 12 Std. p. p. >39,5°C
 4. Inappetenz

5. Kreislaufinsuffizienz
6. Metritis/ Endometritis
 - Ausfluß: weiß-gelb, schleimig-eitrig ab 24 Std. p. p.
 - Verzögerte Involution, Schleimhaut gerötet,
 - Vermehrt Lochien (Wochenfluss, besteht aus Placentaresten, und Blutkoageln)
7. Verstopfung
 - Kotabsatz > 12 Std. p. p.

- Mögliche Spätfolgen:
 - Erhöhte Umrauschquote
 - Chronische Endometritiden
 - Salpingitiden (Eileiterentzündungen)
 - Verminderte Wurfgröße
 - Erhöhte Erkrankungsgefahr zur nächsten Geburt
 - Verminderte Milchproduktion durch Drüsenverlust

Quelle: Sievering – „Grundwissen gesunde Schweine“

6. Mykotoxine – Durch Fusarientoxine bedingte Krankheitserscheinungen beim Schwein

| Toxin | Wirkung | Altersgruppe | Symptome |
|--|--------------------------------------|--------------------|---|
| Zearalenon  | östrogenartig | Ferkel | <ul style="list-style-type: none"> • Scham- und Zitzenschwellung • Niedrige Geburtsgewichte • Scheiden- und Mastdarmvorfälle • Grätscher |
| | <i>Genitoxin</i> | Jungsauen | <ul style="list-style-type: none"> • Verzögerung des Eintritts der Pubertät |
| | <i>Embryotoxin</i> | Sauen | <ul style="list-style-type: none"> • Scheinrändigkeit • Umrauschen • Niedrige Wurfgrößen • Azyklie • Eierstockzysten • Vergrößerung der Gebärmutter |
| | | Eber | <ul style="list-style-type: none"> • Deckunlust • Samenqualitätsmängel • Verweiblichung |
| | | Mastschwein | <ul style="list-style-type: none"> • Brunstähnliches Verhalten • Aggressivität • Verhaltensstörungen |
| Trichothecene: <ul style="list-style-type: none"> • DON • Nivalenol • T2-Toxin | Gastrointestinaltoxine Zytotoxine | Sauen | <ul style="list-style-type: none"> • Absterben der Embryonen • Umrauschen • Azklie • Aborte • Mumien • Totgeburten • Lebensschwache Ferkel • Milchmangel • Erhöhte Infektanfälligkeit (bes. Genitalinfektionen) |
| | | Alle Altersgruppen | <ul style="list-style-type: none"> • Erbrechen • Blutiger Durchfall • Reduzierte Futtermittelaufnahme bis zur Futterverweigerung • Reduzierte Zunahmen • Schädigung der Blutbildung • Immunsuppression • Leberschäden • Knochenweiche (besonders bei Läufern) |

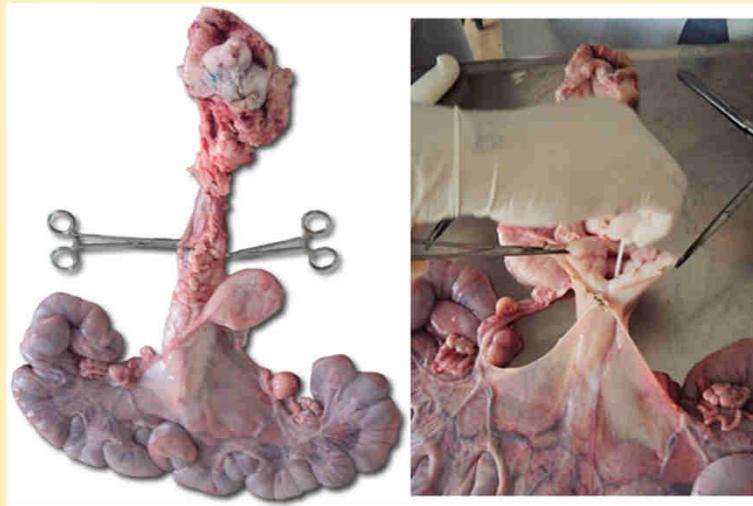
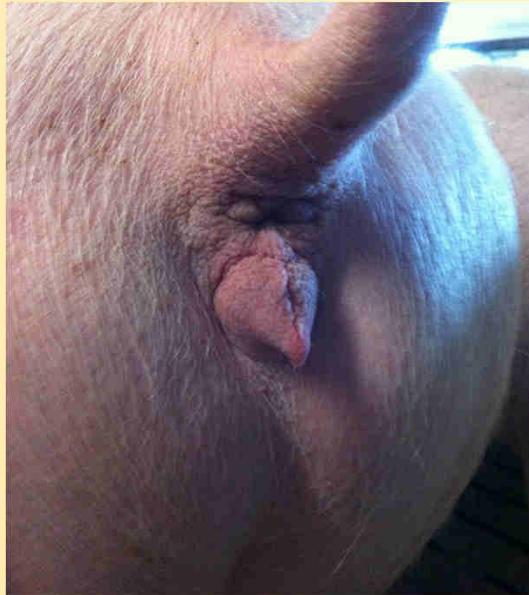
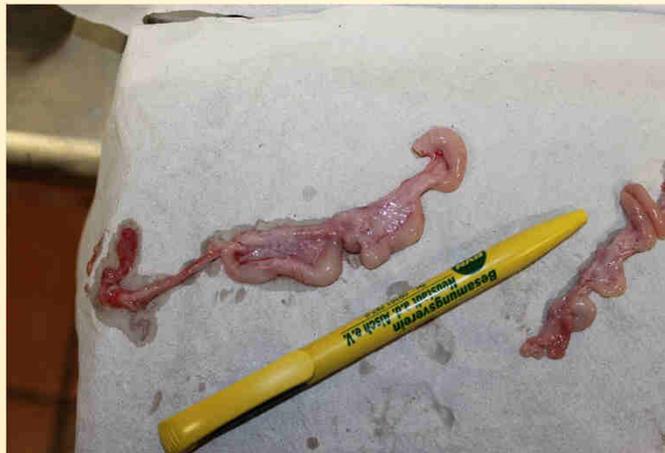
Quelle: Dr. A. Heinze, TLL Jena

8. Genetik

Ein Beispiel

Fall

- Mehrere Landwirte, die mit Landrasse züchteten, waren betroffen
- Bei geschlechtsreifen Jungsauern unterentwickelte Geschlechtsorgane und Unfruchtbarkeit
 - Teilweise ganze Gruppen komplett unfruchtbar
- Probennahme und Vermessung am Schlachthof!
- Über Probennahme:
 - Genbestimmung: BMP15
 - Auffallend: v. a. bei guten, fruchtbaren Ebern, die große Würfe vererbten



BMP15 - Genomische Selektion bei Landrasse in Bayern

- BMP15
 - Klinik: kleine Scheiden und Uteri, Gesäugeausbildung sehr gering
 - Stopmutation, analog beim Schaf
 - Ursache: Genort auf X-Chromosom (TT, CT, CC)
 - Reinerbige Trägerinnen (TT) sind unfruchtbar (Ähnlich Schaf)
 - Alle Töchter eines Trägers (T) erhalten das Gen
 - Söhne erhalten X-Chromosom nur von der Mutter (CT)
 - Heterozygote haben mehr LGF, Allel bleibt dadurch
 - Lösung: Als HB-Eber werden nur C-Träger zugelassen
 - Hierdurch treten keine TT mehr auf und die Heterosis der CT-Tiere wird genutzt

Nur die exakte Durchführung führt zum Erfolg !

