

Erzeugung und Bedeutung von SPF-Bruteiern

Dr. Gerhard Seemann (Cuxhaven)

Generelle Anforderungen an SPF-Bruteier

Die Abkürzung SPF bedeutet **S**pezifiziert **P**athogen **F**rei. Mit dieser Definition ist bereits klargestellt, dass SPF-Bruteier nicht komplett frei von Viren und Bakterien bzw. frei von Antikörpern gegen diese Mikroorganismen sein müssen.

Die Spezifikationen für den SPF-Status sind in offiziellen Dokumenten wie der Europäischen Pharmacopoeia oder dem Amerikanischen Veterinary Services Memorandum No. 800.65 niedergelegt. Darüber hinaus ist es den Abnehmern von SPF-Eiern freigestellt, den Lieferanten weitergehende Spezifikationen aufzugeben. Durch diese Maßnahmen kann die Qualität der SPF-Eier an die Anforderungen für die Herstellung von speziellen Produkten angepasst werden.

Tabelle 1: Spezifikation und Kategorisierung gemäß Europäischer Pharmacopoeia

Agens	Vertikale Übertragung	Ausbreitung
Adenoviren, Gruppe 1	ja	langsam
AE	ja	schnell
IB	nein	schnell
ILT	nein	langsam
Aviäre Leukoseviren	ja	langsam
Aviärer Nephritis Virus	nein	langsam
Reovirus	Ja	langsam
REV	Ja	langsam
CAV	Ja	langsam
EDS	Ja	langsam
IBD	Nein	schnell
Influenza Virus A	Nein	schnell
MD	Nein	schnell
ND	Nein	schnell
ART	Nein	langsam
MG	Ja	langsam
MS	Ja	schnell
Salmonella Pullorum	Ja	langsam

Die in den offiziellen Dokumenten festgelegten Qualitätsparameter stellen insofern nur Mindestanforderungen für den Warenverkehr und die Herstellung pharmazeutischer Produkte dar, die im Verhältnis zwischen Produzenten und Abnehmern jederzeit überschritten werden können.

Es treten aber auch Situationen auf, in denen von den offiziellen Anforderungen abgewichen werden muss und

auf einzelne Anforderungen verzichtet wird. Dies ist immer dann der Fall, wenn signifikante Produktionsausfälle durch den Verlust des SPF-Status in größeren Produktionseinheiten auftreten. Unter diesen Umständen kann im Rahmen von Ausnahmeregelungen die Spezifikation für die Herstellung von definierten Produkten angepasst werden. In der Regel handelt es sich dabei um Inaktivatvakzine.

Neben diesen Ausnahmeregelungen bei Knappheit von komplett den Anforderungen entsprechenden SPF-Eiern gibt es in der Europäischen Pharmacopoeia eine generelle flexible Regelung bezüglich des CAV-Status (Nachweis von Antikörpern gegen den Chikken Anemia Virus). Obwohl CAV in der allgemeinen Auflistung zur Prüfung des SPF-Status aufgeführt ist, führt ein positiver CAV-Befund nicht notwendigerweise zum Verlust des SPF-Status der betroffenen Herde. Eier aus CAV-positiven Herden dürfen lediglich nicht für die Produktion von Lebendvakzinen für die Anwendung bei Geflügel unter 7 Lebenstagen verwendet werden. Für die Herstellung von Inaktivatvakzinen gilt, dass nachgewiesen werden muss, dass der Inaktivierungsprozess den CAV-Virus sicher abtötet, sofern die Vakzine an Tieren unter 7 Lebenstagen angewendet werden sollen.

Mit der zunehmenden Spezialisierung und Konzentration in der Geflügelhaltung ergeben sich auch neue Anforderungen an die Erzeugung und Qualität von SPF-Eiern. Die mit diesen Eiern erzeugten Impfstoffe sind entscheidend für die Gesunderhaltung der Bestände. Keinesfalls dürfen mit den Impfstoffen Krankheitserreger verbreitet oder durch die Impfungen diagnostische Ergebnisse verfälscht werden. Erweiterungen der Spezifikation für den SPF-Status, höhere Ansprüche an die Sicherheit und Genauigkeit der Testverfahren und sogar Anforderungen an den genetischen Hintergrund der verwendeten SPF-Zuchttiere sind deshalb nicht ungewöhnlich.

Entwicklungsgeschichte

Die Wurzeln der Zucht von Hühnern unter SPF-Bedingungen liegen in der Notwendigkeit begründet, für die Forschung und für Prüfungszwecke und Diagnostik Zellsysteme und Tiere zur Anzucht von Viren und anderen Mikroorganismen zur Verfügung zu haben (VIELITZ und LANDGRAF, 1972). Das Hühnerei mit dem sich darin entwickelnden Embryo bietet sich als natürliches „Anzuchtgefäß“ für diesen Zweck geradezu an.

Es versteht sich dabei von selbst, dass für den Nachweis von gezielt in das Ei verbrachten Mikroorganismen ausgeschlossen werden muss, dass sich der betreffende Mikroorganismus bereits vor der Infektion im Ei befunden hat. Ebenso dürfen keine Antikörper gegen diesen Mikroorganismus das Wachstum und damit den Nachweis behindern. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit Hühner zu halten, die niemals in ihrem Leben mit den entsprechenden Mikroorganismen in Kontakt gekommen sind und auch nicht bereits über das Brutei belastet waren.

Diese Anforderungen entsprechen im Wesentlichen den Bedingungen für die Haltung von SPF-Hühnern. Der Grad der Abschirmung gegenüber der Umwelt hängt dabei vom

Übertragungsweg der entsprechenden Mikroorganismen ab. Mit zunehmender Zahl der in die Spezifikation aufgenommenen Erreger steigen folglich auch die Ansprüche an die Absicherung der Bestände.

Werden für diagnostische Zwecke und die Forschung im einfachsten Fall nur Eier oder Tiere mit nachgewiesener Freiheit von einem spezifischen Erreger und Antikörpern gegen diesen Erreger benötigt, so steigen die Ansprüche für die Erzeugung von Impfstoffen erheblich. Hier muss insbesondere bei der Herstellung von Lebendimpfstoffen sichergestellt sein, dass keinerlei pathogene Mikroorganismen mit dem Impfstoff verbreitet werden können.

Die Anzahl der benötigten SPF-Tiere und -Eier unterscheidet sich je nach Verwendungszweck ebenfalls erheblich. Für diagnostische Zwecke werden in der Regel nur wenige Eier und Tiere benötigt. Die Haltung von SPF-Zuchttieren für diesen Zweck kann deshalb mit einem hohen technischen Aufwand betrieben werden, zumal wirtschaftliche Zwänge zumeist keine große Rolle spielen. Der Anfang der SPF-Hühnerhaltung ist daher durch einen hohen technischen Aufwand mit der Verwendung von Isolatoren und sehr kleinen Tierzahlen je Bestand geprägt. Solche Haltungen findet man auch heute noch in Instituten und Laboratorien.

Für die Erzeugung von Impfstoffen werden dagegen große Mengen von SPF-Eiern mit gleich bleibender Qualität benötigt. Mit den wachsenden Geflügelbeständen stieg auch der Bedarf an Impfstoffen und damit auch die Anzahl der benötigten SPF-Eier an. Eine Erzeugung mit Kleinbeständen in Isolatoren war deshalb ausgeschlossen. Es mussten daher Systeme entwickelt werden, die eine sichere Abschirmung größerer Bestände unter Beachtung wirtschaftlicher Parameter ermöglichen.

Die Herausforderung bestand dabei darin, dass für die Erzeugung von Impfstoffen eine hohe Anzahl von Mikroorganismen von den Beständen ferngehalten werden mussten, also sehr wirksame Abschirmungstechniken erforderlich sind und gleichzeitig die verhältnismäßig große Tierzahl je Bestand eine Isolierung vom Betreuungspersonal nicht zulässt. Größere Tierbestände haben auch einen höheren Bedarf an Frischluft, Futter und Wasser, was die Wahrscheinlichkeit des Eintrages von unerwünschten Mikroorganismen erhöht, wenn nicht wirkungsvolle Sicherungssysteme vorgeschaltet werden.

Entsprechende Haltungs- und Produktionssysteme sind in 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelt und seitdem ständig verbessert worden. Trotz dieser langjährigen Erfahrung stellt die Erzeugung von SPF-Eiern mit großen Tierbeständen mit bis zu 10.000 Tieren je Einheit eine ständige Herausforderung dar und ist mit nicht unerheblichen Risiken des Verlustes des SPF-Status durch Kontaminationen verbunden.

Haltungssysteme für SPF-Hühner

Haltungssysteme für SPF-Hühner müssen die Versorgung mit Futter, Wasser und Frischluft sicherstellen aber gleichzeitig eine Abschirmung gegen die Kontamination aus der Umwelt gewährleisten.

Für Kleinbestände kann dies in Isolatoren erfolgen. Es handelt sich in der Regel um Käfige mit einer geschlossenen Umhüllung, die mit einer Filteranlage zur Luftversorgung ausgerüstet sind. Futter und Wasser werden über

Schleusensysteme eingebracht. Manipulationen an den Tieren, wie Blutentnahmen, erfolgen über fest angebrachte Handschuhsysteme. Ein direkter Kontakt zwischen Betreuungspersonal und Hühnern wird damit vermieden. Isolatoren sind in der Regel sehr sicher, aber technisch aufwändig und im Betrieb sehr teuer. Ein kompliziertes Einschleusen des Betreuungspersonals entfällt dagegen.

Das Prinzip des Isolators wurde in der Vergangenheit für die Haltung von bis zu mehreren hundert Tieren unter Verwendung von üblichen Käfigsystemen modifiziert. Mit einer Einhausung aus Glas oder durchsichtigem Kunststoff versehen konnte der Zugang von Personal weitgehend vermieden werden. Lediglich bei Ein- und Ausstellungen sowie zur Entfernung von verendeten Tieren musste Personal eingeschleust werden. Die Manipulation der Tiere erfolgte über fest angebrachte Handschuhe. Da sich der Raum zur Versorgung mit gefilterter Luft auf den Großisolator beschränkte, war die Anforderung an die Dimensionierung dieser Anlagen entsprechend gering.

Für die Haltung von größeren SPF-Beständen ist das so genannte Barriersystem üblich. Die Tiere selbst werden unter für Elterntiere üblichen Bedingungen auf Vollrostböden oder in Familienkäfigen gehalten. Der gesamte Stallraum wird unter Einhaltung eines Überdruckes mit gefilterter Luft versorgt. Der Personalzugang erfolgt über ein mehrstufiges System und umfasst folgende Schritte:

1. Ablegen der eigenen Oberbekleidung und Anlegen betriebseigener Oberbekleidung beim Betreten des Betriebsgeländes.
2. Komplettes Auskleiden nach Betreten des Stallvorraumes.
3. Duschen einschließlich Haarwäsche.
4. Anlegen stalleigener Kleidung.

Die im Stall getragene Kleidung verbleibt in der Regel dort. Sie wird im Stall gewaschen und getrocknet. Das gesamte Einschleusungssystem für das Personal muss baulich so ausgelegt sein, dass vom inneren Stallraum zum ersten Vorraum ein abnehmender Überdruck aus dem gefilterten Zuluftsystem des Stalles eingehalten wird. Sofern die Betreuung nur durch eine Person erfolgt sind für einen Durchgang ca. 450 Einschleusungen von Personal durchzuführen.

Wegen der verhältnismäßig hohen Tierzahlen in solchen Haltungen müssen auch entsprechend große Mengen an Futter und Wasser in die Ställe gebracht werden. Während der Produktionsperiode fallen mehrere tausend Bruteier pro Tag an, die aus dem Stall ausgeschleust werden müssen. Für den Transport der Eier sind entsprechend Materialien ebenfalls regelmäßig in den Stall einzuschleusen.

Je tausend gehaltener Tiere sind dies für eine Produktionsphase etwa 45 Tonnen Futter, 80 m³ Wasser und 7500 Eierhöcker. Sofern der Kot nicht für die gesamte Haltungsperiode im Stall verbleibt, was mit zusätzlichen Risiken verbunden ist, müssen im laufenden Betrieb noch ca. 100 Tonnen Exkremente aus dem Stall entfernt werden. Daraus wird deutlich, dass der Organisation der Ein- und Ausschleusung von Material und der Hygienisierung des in den Stall verbrachten Futters und Wassers eine entscheidende Bedeutung für den Erhalt des SPF-Status zukommt.

Organisation der Materialschleusung

Prinzipiell gibt es drei Möglichkeiten für die hygienisch einwandfreie Ein- und Ausschleusung von Gegenständen:

1. Das Prinzip der Tauchschleuse mit einer Vorlage an Desinfektionsmittel

Ein- und Ausschleusungssysteme nach dem Prinzip der Tauchschleuse sind für kleinere wasserdicht verpackte Gegenstände, Werkzeuge und Eier geeignet. Die Öffnung in den unter Überdruck befindlichen Stallbereich befindet sich dabei in einem Becken, das zur Hälfte in den Stall ragt. Die Abtrennung zum Stall reicht in das Becken bis unter die Oberfläche des sich darin befindenden Desinfektionsmittels. Damit wird ein Luftaustausch von außen nach innen sicher unterbunden. Ein- und auszuschleusende Gegenstände werden auf der einen Seite in das Desinfektionsbad verbracht, zur anderen Seite bewegt und dort entnommen. Die Desinfektionswirkung kann durch die Verweildauer im Desinfektionsbad gesteuert werden. Bewährte Desinfektionsmittel für Tauchbäder sind Peressigsäure und Präparate auf der Basis von Chloramin.

2. Die Nutzung von Autoklaven

Autoklaven mit Türen sowohl in den SPF-Bereich als auch in den kontaminierten Bereich werden meist in kleineren SPF-Haltungen zur Einschleusung von Gegenständen verwendet. Die Sterilisation unter Hitze und Druck ist sicher, kann aber nicht für die Ausschleusung von Eiern angewandt werden.

3. Das „Air-Lock System“ mit Desinfektionsmöglichkeit

Beim „Air-Lock System“ wird ein dem Überdruckraum vorgeschalteter Raum oder eine Kammer mit luftdicht schließenden Türen zum Stall und nach außen versehen. Diese werden nur wechselseitig geöffnet oder mit technischen Vorrichtungen versehen, die nur ein wechselseitiges Öffnen erlauben. Zu schleusende Gegenstände werden in den Raum gebracht. Nach dem Schließen der Tür wird die Desinfektion des Raumes samt der darin befindlichen Gegenständen durchgeführt. Nach Abschluss der Desinfektion wird die andere Tür geöffnet und das Schleusungsgut entnommen. Wichtig ist, dass vor allem nach Ausschleusungen eine Desinfektion der nun leeren Schleuse erfolgt. Die beim Öffnen der Außentür in die Schleuse gelangte Luft wird dadurch hygienisiert und kann beim erneuten Öffnen nach innen keine Kontamination mehr verursachen. Geeignete Desinfektionsmittel sind Formaldehyd (bei Beachtung der Anwendungstemperatur und Begasungsdauer für Eier) und Peressigsäure, die bei entsprechender Formulierung mit Hitze ausgetrieben werden kann. Auf diese Weise können größere Gegenstände, Eierhöcker und nicht wasserfeste Materialien sicher geschleust werden. Zu beachten ist bei Begasungen zur Ausschleusung von Bruteiern das rechtzeitige und ausreichende Ablüften. Zur Vermeidung von Rekontaminationen darf hierfür nur gefilterte Luft verwendet werden.

Futterhygienisierung

Schon bei der Haltung von Zuchthühnern und für die Erzeugung von Bruteiern spielt die Futterhygiene eine entscheidende Rolle (SEEMANN, 2001). Wie bereits erwähnt,

müssen große Mengen an Futter regelmäßig in den SPF-Stall eingeschleust werden und stellen damit eine ständige Kontaminationsgefahr dar. Futter als Mischung organischer und anorganischer Bestandteile ist immer mit den unterschiedlichsten Mikroorganismen belastet. Eine keimreduzierende Behandlung vor dem Verfüttern an SPF-Bestände ist daher unerlässlich. Dabei ist anders als bei konventionellen Hühnerhaltungen nicht nur darauf zu achten, dass das Futter frei von Salmonellen ist, sondern auch die Einschleppung von Viren muss verhindert werden. Da der Virusnachweis im Futter außerordentlich schwierig ist, kann der Erfolg von Verfahren zur Hygienisierung von Futter auf diesem Gebiet nur sehr schwer nachgewiesen werden. Als geeignete Parameter für die Bewertung der hygienischen Qualität von Futtermitteln können die Gesamtkeimzahl je Gramm (10^2 bis 10^3) und der fehlende Nachweis von Enterobakterien ($< 10^2$) gelten. Der fehlende Nachweis von Salmonellen reicht dagegen nicht aus.

Eine hygienisierende Futterbehandlung kann im Mischfutterwerk als Zwischenschritt nach der Herstellung und vor der Anlieferung oder unmittelbar vor dem Verbringen des Futters in den Stall erfolgen. Die zur Anwendung kommenden Verfahren können dabei mitbestimmend sein für den Zeitpunkt der Behandlung in der Kette der Futterversorgung. Grundsätzlich kann eine Hygienisierung mit folgenden drei Verfahren erfolgen:

- Hitzebehandlung
- Ionisierende Strahlung
- Chemische „Desinfektion“

Hitzebehandlung

Die Hitzebehandlung ist die am weitesten verbreitete Art der Futterhygienisierung. Als Routineverfahren in den meisten Futtermühlen vorhanden ist das Pelletieren mit vorgeschalteter Dampfkonditionierung. Bei diesem Verfahren ist die Keimreduzierung durch die Erhitzung eher als Nebeneffekt der im Vordergrund stehenden Formung der Pellets zu sehen. Für die Verfütterung an SPF-Hennen muss die Pelletstruktur durch Krümeln wieder zerstört werden, um zur Vermeidung von Untugenden die Futteraufnahmezeit zu verlängern. Die beim Pelletieren erreichten Temperaturen liegen im Bereich zwischen 70 und 90 °C bei einer relativ kurzen Einwirkungszeit. Die Pelletierung als Futterhygienisierung für SPF-Bestände kann deshalb nur bei hygienisch sehr guten Rohkomponenten als ausreichend angesehen werden.

Möglichkeiten der Hitzebehandlung: Ebenfalls gut in die Abläufe von Futtermittelwerken zu integrieren sind kontinuierliche Kurzzeiterhitzungsverfahren wie Expandieren und Extrudieren. Die Temperaturerhöhung auf 110 °C und höher wird durch eine Vorkonditionierung mit Dampf und anschließender mechanischer Kompression mit darauf folgender plötzlicher Dekompression erreicht. Nachteilig ist, dass beim Anfahren des Prozesses die erforderlichen Temperaturen nicht erreicht werden. Es müssen deshalb technische Voraussetzungen geschaffen werden, diese unzureichend behandelten Teilmengen wieder zurückzuführen und nochmals zu behandeln. Wegen der nur im Sekundenbereich liegenden Dauer der Erhitzung kommt der Überwachung und Steuerung der Prozesse bei diesen Verfahren eine besondere Bedeutung zu. Es muss absolut sichergestellt sein, dass jedes Futterpartikel der Zieltemperatur ausgesetzt war.

Die sicherste Form der Entkeimung durch Temperatureinwirkung bieten Prozesse mit der Möglichkeit zur Steuerung von Temperatur, Einwirkungszeit und Feuchtigkeit im Futter. Mit der Anpassung dieser Komponenten ist es möglich, den Abtötungsgrad festzulegen und gegebenenfalls durch Veränderung der Parameter anzupassen. Eine absolut sichere Einhaltung der vorgegebenen Parameter ist nur im Batchverfahren möglich. Dies setzt voraus, dass auch der Herstellungsprozess des Futters diskontinuierlich in Anpassung an den Dekontaminationsprozess erfolgt, sofern die Hygienisierung unmittelbar in den Herstellungsprozess integriert werden soll. In der Regel kann dies nur in spezifisch für diesen Zweck geplanten Werken erfolgen. Allerdings ist es auch möglich Anlagen zur Hygienisierung als separate Einheit zu konzipieren und aus Vorratsbehältern zu beschicken.

Zur Vermeidung der Nachteile von diskontinuierlichen Erhitzungsverfahren im Mischfutterwerk wurden Techniken entwickelt, die über die Steuerung des Futterflusses in der Behandlungseinheit die Einhaltung einer vorgegebenen Einwirkungszeit gewährleisten sollen. Es handelt sich dabei um Vorrichtungen mit schräg gestellten röhrenförmigen Vorrichtungen durch die das erhitzte Futter langsam nach unten gefördert wird. Daneben gibt es noch kesselartige Anlagen, in denen über speziell angebrachte Paddel oder Zwischenböden ein gezielter und zeitgesteuerter Durchfluss sichergestellt werden soll. Allen diesen Ansätzen ist gemeinsam, dass eine absolut sichere und einheitliche Behandlung aller Futterpartikel nur mit sehr großem technischen Aufwand gesichert werden kann.

Kühlung des Futters: Die bisher vorgestellten Erhitzungsverfahren setzen eine Kühlung des so hygienisierten Futters voraus. Die Kühlung erfolgt generell im Luftstrom entweder mit Außentemperatur oder nach Konditionierung der Außenluft bei einer festgesetzten Temperatur. Durch Kühlung mit Außentemperatur kann eine Absenkung der Futtertemperatur auf ein Niveau von 5 bis 10 °C über der Kühllufttemperatur erreicht werden. Die Kühlung mit vorgekühlter Luft erlaubt die Einstellung einer Endtemperatur des Futters unabhängig von der Außentemperatur.

Es ist einleuchtend, dass die Kühlluft ein erhebliches Potenzial zur Rekontamination des Futters in sich birgt. Insbesondere die Luft in der Umgebung von Futtermittelwerken ist durch Stäube stark belastet. Dazu kommt noch die Attraktivität für Wildvögel. Daraus ergibt sich die absolute Notwendigkeit der Filterung der Kühlluft vor dem Kontakt mit dem Futter. Die Filterqualität muss den Anforderungen für die Belüftung von SPF-Ställen entsprechen. Der Bereich des Kühlers muss darüber hinaus baulich isoliert und der Raum mit gefilterter Luft im Überdruck gehalten werden.

Außerhalb der Futtermühle besteht die Möglichkeit das Futter über hochfrequente elektrische Strahlung oder Mikrowellenstrahlung zu erhitzen. Diese Verfahren werden bei kleineren Anlagen und meist bei Futter in Säcken angewendet. Sie sind energieaufwändig und vor allem bei der Verunreinigung mit metallischen Fremdkörpern mit Brandgefahr verbunden. Das Verbringen des Futters aus Säcken in das Fütterungssystem des Stalles erfordert besondere Sorgfalt, da die Säcke in der Regel oberflächlich kontaminiert sind. Diesen Erhitzungsverfahren ist in der Regel keine Kühlung nachgeschaltet. Die Auswirkungen der Hitzeinwirkung auf die Futterqualität sind daher nicht vorhersehbar.

Die Erhitzung von Futter in Autoklaven wird überwiegend bei der Haltung von SPF-Hühnern im Labormaßstab angewandt. Allerdings gibt es auch größere SPF-Einheiten mit begehbaren Autoklaven zur Futterbehandlung. Hier werden dann ganze Paletten mit Futter oder Futter in größeren Gebinden (Big Bags) behandelt. Wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit von Futter mit handelsüblichem Feuchtegehalt ist es allerdings sehr fraglich, ob bei der üblichen Behandlungsdauer eine ausreichende Erhitzung im Kern erreicht werden kann.

Allen Erhitzungsverfahren gemein ist die Gefahr der Schädigung von Inhaltsstoffen. Hier sind insbesondere die Vitamine und Enzyme zu nennen. Die Ergebnisse einer Untersuchung vor und nach der Erhitzung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Vitamingehalte vor und nach der Erhitzung (85 °C, 6 Minuten)

Vitamin	Gehalt je kg	Vitamingehalte	
		vor der Erhitzung	nach der Erhitzung
Vitamin E	mg	103,8	90,7
Vitamin K ₃	mg	3,10	1,06
Vitamin D ₃	IE	2.450	2.200
Vitamin B ₁	mg	3,24	3,21

Auch Aminosäuren können in ihrer Verfügbarkeit geschädigt werden. Wo rechtlich zulässig sollten daher die empfindlichen Futterzusatzstoffe überdosiert werden und die Ausstattung des Futters mit essenziellen Aminosäuren großzügig bemessen werden. Eine regelmäßige Versorgung der Bestände mit zusätzlichen Vitaminen über das Trinkwasser ist zu empfehlen. Die erreichbaren Keimzahlen im Futter im Vergleich zu den unbehandelten Rohstoffen sind in Tabelle 3 exemplarisch aufgeführt.

Tabelle 3: Keimbelastung von Rohstoffen im Vergleich zu erhitztem Futter

	Gesamtkeime pro g	Enterobakterien pro g
Weizen	31.429 – 2.500.000	1000 – 140.000
Mais	364 – 30.000	n.n.* - > 5000
Soja	3.863 – 6.800.000	n.n.* - > 5000
Maiskleber	4.591 – 23.810	n.n.*
Sonnenblumen	4.273 – 1.700.000	n.n.*
Futter erhitzt	200 – 3.200	n.n.*

*n.n. = nicht nachgewiesen

Ionisierende Strahlung

Ionisierende Strahlen sind ein gängiges Verfahren zur Sterilisation von medizinischem Verbrauchsmaterial, aber auch von Grundstoffen für chemische Produkte. Die Behandlung von Futter zählt sicher nicht zu den Standard-

anwendungen. Wegen der hohen Sicherheitsanforderungen für solche Anlagen ist ein Betrieb im Rahmen einer SPF-Haltung ausgeschlossen. Die Behandlung von Futter erfolgt deshalb als Dienstleistung in großen kommerziellen Anlagen. Als Mindestdosis können 15 kgy empfohlen werden. Je nach Größe der zu behandelnden Gebinde können in den Randbereichen jedoch Bestrahlungsintensitäten bis zu 45 kgy erreicht werden, wenn sichergestellt sein soll, dass der Kern des Gebindes mit der Mindestdosis beaufschlagt wird. Für die Inaktivierung bestimmter Viren werden Dosen von bis zu 38 kgy genannt, so dass davon ausgegangen werden muss, dass bei den empfohlenen Mindestdosen nicht alle Viren ausgeschaltet werden können. Allerdings verbietet sich eine Anhebung der Mindestdosis in diese Bereiche wegen der damit verbundenen hohen Kosten und der starken Schädigung von Vitaminen, Aminosäuren und Fettsäuren. Auch bei einer Behandlung im Bereich von 15 kgy ist von einer Schädigung auszugehen. Die für die Hitzebehandlung gemachten Empfehlungen zur Supplementierung von Futterzusatzstoffen gelten deshalb auch für Mischfutter, das durch ionisierende Strahlung hygienisiert wurde. Auch die Vorsichtsmaßnahmen beim Handling von Sackware und Big Bags sind gleichermaßen gültig.

Chemische „Desinfektion“

Der Einsatz von keimreduzierenden Chemikalien im Futter wird überwiegend zur Konservierung und nicht zur Dekontamination vorgenommen. Die üblicherweise verwendeten organischen Säuren wie Ameisensäure und Propionsäure können in der vom Tier tolerierten Dosierung keine für SPF-Haltungen ausreichende Keimreduzierung garantieren (BEUMER, 1992). Der Einsatz von diesen Säuren – auch als Kombination – ist aber als Nachkonservierung bei einer Hitzebehandlung zu empfehlen. Mit einer Nachbehandlung durch Säuren kann die Vermehrung von verbliebenen hitzertoleranten Mikroorganismen kontrolliert und der Transport und die Lagerung vor der Verfütterung abgesichert werden.

Eine signifikante Reduzierung der Belastung mit Mikroorganismen kann beim Einsatz von Formaldehyd oder formaldehydhaltigen Mitteln erreicht werden. Die rechtliche Zulässigkeit ist allerdings sehr unterschiedlich. Entscheidend für die Wirkung ist neben der Dosierung die möglichst feine Verteilung im Futter. Die besten Ergebnisse werden erreicht, wenn das Mittel über Düsen im Mischer in das Futter verteilt wird. Für die sichere Eliminierung von Salmonellen werden bis zu 5 kg Formalin je Tonne benötigt. Die in den USA erlaubte Höchstdosierung liegt deutlich unter diesem Wert. Die zulässige Höchstdosis orientiert sich dabei an der Verträglichkeit für das Tier und nicht an der Sicherheit der Keimabtötung. Auch beim Einsatz von Formalin ist mit Veränderungen der Futterqualität zu rechnen. Insbesondere die Verfügbarkeit von Aminosäuren kann beeinträchtigt sein.

Wasserhygienisierung

Als generelle Empfehlung kann gelten, dass, wo immer möglich, SPF-Haltungen an die kommunale Wasserversorgung angeschlossen werden sollten. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, das Wasser bevor es zu den Tieren gelangt zusätzlich zu behandeln. Grundsätzlich muss das Wasser in die Routineuntersuchungen eingebunden werden und regelmäßig auf seine mikrobiologische Qualität überprüft werden.

Für die Wasserhygienisierung kommen physikalische Verfahren und chemische Zusätze in Frage. Eine Entkeimung auf physikalischem Weg ist durch ultraviolettes Licht möglich. Solche Anlagen für den Einbau in die Wasserversorgung werden heute standardmäßig angeboten. Sie können für jeden Stall separat und damit sehr nah zur Abnahmestelle eingebaut werden. Damit reduziert sich das Risiko der Rekontamination auf dem Weg zum Tier. Vorteilhaft ist die Tatsache, dass keine Mittel zugesetzt werden und damit keine Rohrtrennung zum allgemeinen Wasserversorgungssystem erforderlich wird. Nachteilig ist die nachlassende Wirkung der UV-Röhren, die eine regelmäßige Wartung erforderlich machen und die Empfindlichkeit gegenüber Kalkablagerungen.

Die Sterilisation des Wassers durch Erhitzen als sicheres Verfahren kommt nur im Rahmen von Kleinhaltungen in Frage. Für die Versorgung von größeren Beständen ist das Verfahren nicht geeignet.

Die Keimreduzierung im Trinkwasser erfolgt üblicherweise durch Chlorierung. Sind SPF-Haltungen an die allgemeine Wasserversorgung angeschlossen, kann davon ausgegangen werden, dass dem Wasser bereits Chlor in der zulässigen Menge zugesetzt wurde. Eine Nachbehandlung kann durch einen weiteren Chlorzusatz in Form von Chlordioxid, Chlorgas, unterchloriger Säure oder anderen Chlorverbindungen erfolgen. Dabei ist zu beachten, dass der Gesamtgehalt so bemessen werden muss, dass Schleimhautreizungen und Probleme bei der Wasseraufnahme durch das Tier vermieden werden. Wird das nachbehandelte Wasser auch im Einschleusungsbereich für die Mitarbeiter und die Sozialräume verwendet, ist auch der Arbeiterschutz entsprechend zu berücksichtigen. Es ist außerdem sicherzustellen, dass kein nachbehandeltes Wasser zurück in das kommunale Wasserversorgungssystem gelangen kann (Rohrtrenner). Generell sollten die Zuleitungen in den SPF-Bereich als Ringleitung ausgelegt werden. Stichleitungen sind zu vermeiden, da sich am Ende solcher Leitungen oft Totzonen ohne Wasserbewegung bilden, die zur Anreicherung von Keimen wie z. B. Pseudomonaden neigen.

Luftversorgung

Die Luftversorgung von SPF-Beständen kann nur über leistungsfähige Filtersysteme erfolgen. Die Gefahr einer Kontamination der Bestände über die Luft ist mindestens ebenso hoch einzuschätzen wie über das Futter. Dabei ist davon auszugehen, dass Viren und Bakterien überwiegend über Staubpartikel transportiert werden. Üblicherweise werden heute mehrstufige Filtersysteme mit zunehmender Filterqualität eingesetzt. Die letzte Stufe besteht aus Hepafiltern und eliminiert in der Regel 99,99 % aller Partikel. Die Größe am meisten penetrierender Partikel hängt dabei von der Filterklasse und der Durchströmungsgeschwindigkeit ab. Bei den im SPF-Bereich eingesetzten Filtern sind dies Partikel in der Größe von ca. 0,18 µm. Größere und kleinere Partikel werden dagegen zu einem höheren Prozentsatz abgeschieden. Zum Schutz der Hepafilter vor mechanischer Beschädigung sind die Vorfilter häufig zu kontrollieren und bei Bedarf zu reinigen oder zu ersetzen. Die Hepafilter selbst sollten nach jedem Durchgang erneuert werden. Beim Ersatz der Hepafilter ist besonders auf den Sitz in den Filterrahmen zu achten. Lücken zwischen dem Hepafilter und dem Aufnahmerahmen führen bei den hohen Drücken und Luftgeschwindigkeiten unweigerlich zum Eintritt ungefilterter Luft in den SPF-Bereich. Empfehlenswert ist die Überprüfung der

Dichtigkeit durch Partikelzählung und bakteriologische Prüfung der Luft nach der Passage der Hepafilter. Undichte Filterblöcke werden so erkannt und können nachgearbeitet bzw. ersetzt werden.

Zur Sicherstellung einer geregelten Luftzuführung über das Filtersystem müssen SPF-Ställe im Überdruck belüftet werden und gegenüber der Umwelt im Überdruck gehalten werden. Damit wird sichergestellt, dass durch Leckagen in der Stallhülle keine ungefilterte Luft eindringen kann. Der Überdruck wird über ein System eingeregelt, das sicherstellt, dass mehr Luft in den Stall eingeblasen wird, als über die Abluftöffnungen entweichen kann. Empfehlenswert ist es, auch in die Abluftsysteme aktive Elemente wie ständig laufende Ventilatoren einzubauen. Nur so kann verhindert werden, dass über die Abluftöffnungen aktiv Insekten eindringen oder durch Winddruck Staub in den Stall gelangt.

Allgemeine Hygienemaßnahmen

Zu den allgemeinen Hygienemaßnahmen sind die Desinfektionsroutinen, aber auch organisatorische Maßnahmen zu rechnen. Als oberstes Organisationsprinzip gilt die Vermeidung jeglichen Kontaktes der Tiere mit der nicht unter kontrollierten Bedingungen stehenden Umwelt.

SPF-Tiere müssen grundsätzlich aus Beständen mit bestätigtem SPF-Status reproduziert werden. Eine Möglichkeit zur Vermeidung von Umweltkontakten bei der Reproduktion besteht darin, einen bestehenden Bestand im eigenen Stall ständig aus sich selbst zu reproduzieren. Dazu müssen Bruteinrichtungen im Stall vorhanden sein. Nachteilig ist das Vorhandensein unterschiedlicher Altersgruppen im Stall mit entsprechenden Problemen beim Management und die Tatsache, dass der Stall niemals leer wird, also auch nie komplett gereinigt und desinfiziert werden kann. Auch der Filterwechsel in der Zuluftanlage gestaltet sich schwierig, da er im laufenden Betrieb erfolgen muss. Wegen der geringen Tierzahl und der ständigen Verpaarung von verwandten Tieren ist zudem mit Inzuchtdepressionen und damit einem schnellen Leistungsverlust zu rechnen.

Eine Möglichkeit dies zu umgehen ist die Vorbrut außerhalb des Stalles unter SPF-Bedingungen und der Schlupf der Küken im Stall. Hierfür muss dann lediglich Schlupfbrutkapazität im Stall vorgehalten werden. Der Transport von vorgebrüteten Eiern unter kontrollierten Bedingungen wird allgemein als einfacher angesehen, als der Transport von Küken. Nachteilig ist, dass zusätzlich Personal zum Schlupf und zur Geschlechtssortierung in den Stall eingeschleust werden muss. Auch der beim Schlupf anfallende Abfall muss aufwändig aus dem Stall ausgeschleust werden. Wenn möglich sollte die Reproduktion bis zum Schlupf deshalb außerhalb des Stalles, aber in räumlicher Nähe unter SPF-Bedingungen durchgeführt und die Küken unter entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen transportiert und eingeschleust werden.

Abzuraten ist dagegen von einer Trennung von Aufzucht und Produktion in unterschiedlichen Ställen wie sie außerhalb der SPF-Haltung üblich ist. Das Fangen und Transportieren der Junghennen ist mit hohen Kontaminationsrisiken verbunden, die mögliche Vorteile der besseren Kapazitätsnutzung bei weitem überwiegen.

Der Zugang von Personal muss auf ein Mindestmaß reduziert werden. Wenn möglich sollte die Betreuung vom

Schlupf bis zur Schlachtung durch die gleiche Person erfolgen. Selbstverständlich dürfen Personen mit direktem Kontakt in den SPF-Bereich im häuslichen Bereich keinerlei Berührung zu Geflügel haben und müssen diesen auch anderweitig vermeiden. Für das Management von SPF-Beständen gilt: Schulung des Betreuungspersonals ist besser als Kontrolle der Bestände durch Tierärzte oder Spezialisten. Bewährt hat sich eine möglichst dichte und zeitnahe Datenerfassung, die bei entsprechender Auswertung frühzeitig Hinweise auf Probleme im Bestand ermöglicht.

Der Reinigung und Desinfektion vor der Neubelegung und der Wartung in der Leerstandszeit kommt eine besondere Bedeutung zu. Mit einer sorgfältigen vorbeugenden Wartung aller Aggregate kann vermieden werden, dass während eines laufenden Durchganges Handwerker den SPF-Bereich betreten müssen. Alle wartungsintensiven und technisch anfälligen Komponenten sollten zudem außerhalb des eigentlichen SPF-Bereiches frei zugänglich angeordnet sein. Die Wartung sollte nach der Reinigung und vor der Desinfektion in der Leerstandszeit vorgenommen werden. Für die Desinfektion ist ein mehrstufiges Verfahren mit Präparaten aus unterschiedlichen Wirkstoffgruppen zu empfehlen. Damit werden Wirkungslücken der Präparate kompensiert. Eine biologische Ruhe zwischen den Desinfektionsschritten erhöht die Wirkung. Sowohl für die Desinfektion von Ställen, als auch von Bruteiern stehen heute ausreichend wirksame Mittel mit unterschiedlichen Wirkstoffen zur Verfügung (SEEMANN, 1998 a,b, SEEMANN und TRENNER, 2004).

Material, das planbar während des Durchganges gebraucht wird, sollte vor der Abschlussdesinfektion möglichst vollständig in den Stall gebracht werden. Damit reduziert sich die Anzahl der Materialeinschleusungen nach der Wiederbelegung erheblich. Der Desinfektionserfolg muss durch entsprechende Beprobung und Laborergebnisse überprüft werden. Eine bakteriologische Prüfung wird dabei als ausreichend erachtet. Wichtig ist, dass die Prüfergebnisse so rechtzeitig vorliegen, dass vor der Einstellung noch notwendige Nachdesinfektionen durchgeführt werden können.

Da während der Serviceperiode der Stall in der Regel nach außen geöffnet wird, kommt der Nagerbekämpfung besonders große Bedeutung zu. Nur durch eine intensive Beköderung während dieser Zeit kann vermieden werden, dass Nager in Verstecken bis zur nächsten Einstallung überleben. Die Desinfektionsmaßnahmen sind in der Regel nicht geeignet alle Schadnager zu eliminieren.

Bedeutung und Zukunft der SPF-Eierzeugung

Die größte Bedeutung haben SPF-Eier heute zweifellos als Substrat für die Produktion von Impfstoffen - und hier insbesondere für Geflügelimpfstoffe. Mit zunehmender Besorgnis beim Einsatz von Antibiotika und anderen Arzneimitteln bei der Nahrungsmittelerzeugung steigt gleichzeitig der Bedarf an wirksamen Impfstoffen an. Die Globalisierung der Produktion und der Warenströme bewirken zudem, dass lokal auftretende neue Krankheiten sich rasch verbreiten. Als einzige wirksame Waffe gegen dieses Geschehen bleibt oft nur die Entwicklung geeigneter Impfstoffe. Dazu kommt, dass die Geflügelerzeugung weltweit ansteigt, da der Verzehr von Eiern und Geflügelfleisch kaum religiösen Beschränkungen unterliegt. Mit zunehmender Eier- und Geflügelfleischproduktion erhöht sich der Bedarf an Impfstoffen und damit auch an SPF-Eiern.

Vereinzel werden noch Veterinärimpfstoffe mit Eiern ohne SPF-Status hergestellt werden. Dies sind zukünftige potenzielle Märkte für SPF-Eier, da die Sicherheit von Impfstoffen auch dort an Bedeutung gewinnen wird. Inwiefern die Impfung gegen Krankheiten des Geflügels, die heute auf dem Weg der Eradikation bekämpft werden, künftig zulässig oder notwendig sein wird ist abzuwarten.

Im Humanbereich wird der meist verbreitete mit Hühneriern erzeugte Impfstoff ebenfalls noch unter Verzicht auf den SPF-Status der Eier hergestellt. Sollte sich hier aus welchen Gründen auch immer eine Änderung ergeben, wäre ein sprunghafter Anstieg im Bedarf für SPF-Eier zu erwarten, der kurzfristig nicht zu befriedigen wäre.

Gegen eine Ausweitung der SPF-Eierzeugung steht dagegen die seit Jahrzehnten diskutierte Entwicklung von Alternativen für die Impfstoffherstellung. Bis zum jetzigen Zeitpunkt ergeben sich jedoch keine Hinweise darauf, dass kurzfristig die Impfstoffherstellung mit SPF-Eiern komplett durch alternative Verfahren ersetzt werden könnte.

Entscheidend für die Zukunft der SPF-Eierzeugung wird es sein, ein qualitativ hochwertiges Produkt zu einem wettbewerbsfähigen Preis mit der gebotenen Versorgungssicherheit anbieten zu können. Kurzfristige Knappheiten am Markt dürfen nicht zu Lieferengpässen und einseitigen Preiserhöhungen führen. Die Erzeuger sind zudem in der Pflicht, durch dezentrale in der Nähe der Abnehmer gelegene Produktionseinheiten die Versorgung auch bei Ex- und Importbeschränkungen zu garantieren. Mit der weiteren Anpassung des Produktes an die Bedürfnisse der Abnehmer und die Spezialisierung in der Geflügelwirtschaft kann dem Produktionszweig SPF-Eierzeugung mit einiger Bestimmtheit eine gesicherte Zukunft im heutigen Umfang vorhergesagt werden.

Literatur

- BEUMER, H. (1992): Möglichkeiten der Salmonellen-Dekontamination von Futtermitteln. Die Mühle + Mischfuttertechnik, 45, 639-645
- SEEMANN, G. (1998 a): Alternative Verfahren zur Bruteidesinfektion. Lohmann Information, 1/98, 29-32
- SEEMANN, G. (1998 b): Desinfektion von Bruteiern und Farmen ohne Formalin. Lohmann Information, 3/98, 27-31
- SEEMANN, G. (2001): Optimierung von Produktionsanlagen unter Qualitätsgesichtspunkten. Lohmann Information, 3/2001, 3-7
- SEEMANN, G., TRENNER, P. (2004): Neuere Entwicklungen bei Desinfektionsverfahren in der Geflügelhaltung. Lohmann Information, 1/2004, 10-13
- VIELITZ, E., LANDGRAF, H. (1972): Erfahrungen in der Haltung von SPF-Hühnerherden. Tierärztl. Umschau, 27, 33-35

Anschrift des Verfassers

Dr. Gerhard Seemann
Lohmann Tierzucht GmbH
Am Seedeich 9-11
27454 Cuxhaven

E-Mail: seemann@ltz.de