

Optimierung von Produktionsanlagen unter Qualitätsgesichtspunkten

Dr. Gerhard Seemann (Cuxhaven)

Was ist Qualität ?

Der Begriff Qualität wird heute vielfältig und in zahlreichen Zusammenhängen verwendet. Oft werden damit Wunschvorstellungen oder wenig konkrete Anforderungen umschrieben. Eine exakte Definition von Qualitätsmaßstäben erfordert jedoch messbare Kenngrößen. Diese im wissenschaftlichen Sinne wiederholt bestimmbaren und exakt zu ermittelnden Qualitätsparameter reichen aber häufig nicht aus, um komplexe Qualitätsanforderungen zu beschreiben. Gerade bei emotional belasteten Produkten wie z. B. Lebensmitteln müssen Qualitätsmaßstäbe deshalb durch subjektive Kriterien ergänzt werden. Die Gewichtung und Richtung dieser subjektiven Kriterien wird dabei häufig durch politische Maßgaben mit beeinflusst.

Welchen Qualitätsanforderungen hat sich ein Zuchtunternehmen zu stellen?

Die Qualitätsanforderungen an ein Zuchtunternehmen ergeben sich zum einen aus der Tatsache, dass die planmäßige Zuchtarbeit auf dem Erkennen und Nutzen biologischer Vorgänge beruht und diese Vorgänge unter standardisierten Umweltbedingungen ablaufen müssen und zum anderen daraus, dass für eine erfolgreiche Zuchtarbeit eine umfangreiche Tierhaltung erforderlich ist. Nicht vergessen werden darf, dass das Ziel der Zuchtarbeit die Erzeugung von quantitativ und qualitativ hochwertigen Lebensmitteln ist und im Zuge der Leistungsprüfung auch Produkte anfallen, die als Lebensmittel vermarktet werden.

Qualität und Tierhaltung

Qualität im Zusammenhang mit Tierhaltung impliziert immer zwei Betrachtungsweisen:

- aus Sicht des Tieres im Sinne von Tiergerechtigkeit und Tierschutz und
- aus Sicht des Endproduktes Lebensmittel im Sinne von Unbedenklichkeit und Hygiene.

Ein Zuchtunternehmen muss beide Aspekte berücksichtigen, wobei zusätzlich dem Ziel der Erreichung möglichst großer Zuchtfortschritte in den Leistungs- und Qualitätsmerkmalen eine hohe Priorität eingeräumt werden muss.

Qualität und Lebensmittel

Die Lebensmittelqualität wird anhand vieler Kriterien beurteilt. Zu nennen sind hierbei

- die Produktsicherheit,
- der Nährwert,
- der Genußwert,
- der Gesundheitswert und
- die Art der Erzeugung unter Tierschutzaspekten.

Die Gewichtung dieser Parameter verschiebt sich über die Jahre und Jahrzehnte in einem kontinuierlichen Prozess, kann aber kurzfristig starke Veränderungen aufweisen, wenn aktuelle Trends und „Skandale“ entsprechende Aufmerksamkeit finden. Wegen der umfassenden Qualitätsdefinition muss bei der Erzeugung von Lebensmitteln allen eingesetzten Betriebsmitteln höchste Aufmerksamkeit geschenkt werden, damit möglichst keine Abweichungen von den gesetzten Zielen auftreten.

Qualitätsanforderungen im Zuchtunternehmen

Für ein Zuchtunternehmen ergeben sich über die bereits genannten Anforderungen hinaus zusätzliche Ansprüche und Zwänge. Die Produktionsstätten und eingesetzten Betriebsmittel müssen dabei mindestens die Standards für die Lebensmittelerzeugung erfüllen. Abweichungen ergeben sich aus den weitaus höheren Hygieneanforderungen, die sich aus gesetzlichen Forderungen ableiten und sich zusätzlich aus der Stellung der Produkte am Anfang der Produktionskette ergeben (Multiplikationseffekt).

Qualitätsanforderungen an die Brüterei

Die Brüterei stellt in der Produktionskette einen Flaschenhals dar. Sie ist ein Sammelpunkt für Bruteier, Personal einschließlich Fremdpersonal und Zu- und Abgangsstelle von Transport und Verpackungsmaterial. Da auch ein Materialaustausch von und zu den Betriebsstätten der Bruteierzeugung erfolgt, muss die Sicherung der Betriebshygiene oberste Priorität haben. Neben diesem Parameter für die Qualität gibt es weitere Kenngrößen wie die Vitalität der Küken, die Gestaltung der Arbeitsplätze und die Umsetzung von Anforderungen des Tierschutzes.

Strukturierung der Brüterei

Die vielfältigen Bewegungen von Material und Personal von und zu und in einer Brüterei machen es zwingend erforderlich, Zonen nach dem Grad ihrer Gefährdung zu definieren und abzugrenzen. Unter dem Aspekt der Hygienesicherung muss eine Trennung von Personal, eine strikte Zugangskontrolle sowie eine Regelung des Fahrzeugverkehrs und der Materialanlieferung möglich sein.

Hinsichtlich der hygienischen Gefährdung ergibt sich von einem relativ hohen Gefährdungspotential beim Punkt der Bruteieranlieferung eine Abnahme des Risikos mit der Bearbeitung bzw. Sortierung und Desinfektion der Bruteier zur Vorbrut. Ab dem Zeitpunkt der Umlage steigt das Risiko wieder an und erreicht ein sehr hohes Niveau zum Schlupf und bei der Bearbeitung der Küken. Vor allem der starke Staub- und Schmutzanfall beim Schlupf und schlecht bzw. nicht geschlüpfte Küken stellen ein Risiko dar, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese Materialien mit Keimen kontaminiert sind. Eine strikte Abgrenzung des Schlupf- und Kükenbearbeitungsbereiches von den übrigen Zonen der Brüterei ist deshalb eine Grundvoraussetzung für den dauerhaften hygienischen Betrieb.

Auswahl der Brutmaschinen

Die Kriterien für die Auswahl der Brutmaschinen müssen sich an den für die Brüterei relevanten Kenngrößen wie Schlupfprozente, aber auch an der Kükenqualität bis zur Ankunft beim Kunden orientieren. Daneben gibt es Grundvoraussetzungen, die alle Maschinen erfüllen müssen wie Betriebssicherheit, hygienische Beherrschbarkeit, ein stabiles Brutklima, eine an die Einlagemengen angepasste Größenstaffelung und die Sicherstellung der Kontrolle und Registrierung der wichtigen Brutparameter.

Vergleicht man die Brutergebnisse verschiedener Fabrikate, so ergeben sich zumeist nur sehr geringe Unterschiede. Dies ist nicht verwunderlich, da mit Ausnahme von wenigen Neuentwicklungen die technischen Konzepte sehr ähnlich sind.

Tabelle 1: Vergleich von Brutergebnissen (Test 1)

Fabrikat	1	2	3
1A Schlupf %	83,1	83,0	79,9
Kükenverluste %	0,14	0,40	0,20

Fabrikat 1 und 2 sind sehr ähnlich in ihrer Grundstruktur und unterscheiden sich nur in Details der Luftführung und der Standard-Brutprogramme. Dagegen stellt Fabrikat 3 ein neues Konzept dar, das in den ersten Tagen der Brut völlig auf eine Frischluftzufuhr verzichtet und nur eine interne Luftumwälzung vorsieht. Erwartungsgemäß unterschieden sich Fabrikat 1 und 2 nicht in den Schlupfergebnissen (Tab. 1). Bei Fabrikat 3 traten vor allem Probleme mit der Feuchtigkeitssteuerung in der Schlupfbrut auf, was zu einer erhöhten Anzahl nicht geschlüpfter und aussortierter Küken führte. Die Verluste auf dem Transport und in der ersten Lebenswoche waren sehr niedrig. Trotzdem zeigte sich, dass bei Fabrikat 2 die Küken die Brüterei offensichtlich schwächer verließen, was zu deutlich mehr Verlusten nach der Einstallung führte.

Für weitere Vergleiche wurde ein viertes Fabrikat in den Test aufgenommen und mit dem im ersten Test besten Fabrikat sowie den bereits vorhandenen Standardmaschinen verglichen (Tab. 2).

Tabelle 2: Vergleich von Brutergebnissen (Test 2)

Fabrikat	1	4	Standard
Schlupf %	83,5	83,5	83,0
1A Schlupf %	77,9	76,3	-
Kükenverluste %	3,45	4,25	6,46

Bei insgesamt gleichem Gesamtschlupf der beiden Testfabrikate ergab sich für den 1A Schlupf ein eindeutiger Vorteil für das Fabrikat 1. Die Qualitätssortierung für die Standardmaschinen im „Routinebetrieb“ war deutlich weniger genau, so dass diese Kenngröße nicht aufgenommen werden konnte. Die Staffelnung in der Kükenqualität zeigt sich auch in den Verlusten nach der Einstallung, wobei wegen des längeren Transportes wesentlich höhere Verluste im Vergleich zum ersten Test zu verzeichnen wa-

ren. Wegen der weniger strikten Absortierung bei den Standardmaschinen traten bei diesen Küken erwartungsgemäß die stärksten Verluste auf.

Aufgrund der Unterschiede in der Konzeption der Frischluftzufuhr wurden während des ersten Testes Eier nach 10 Tagen Bebrütung entnommen und auf das Vorkommen von Keimen auf der Schale und im Ei untersucht. Dies sollte Hinweise darauf geben, wie sich eine verringerte Luftzufuhr auf die mikrobiologische Qualität auswirkt (Tab. 3).

Tabelle 3: Keimbelastung (Prozent Eier) nach 10 Bruttagen

Fabrikat	1	2	3
Schale %	73,3	76,7	83,3
Ei-Inhalt %	0,0	3,3	0,0

Vor allem der Prozentsatz oberflächlich kontaminierter Eier ließ einen deutlichen Zusammenhang mit dem Grad der Frischluftzufuhr in der ersten Brutphase erkennen. Der völlige Verzicht auf den Luftaustausch, wie bei Fabrikat 3, führt offenbar zu einer Keimanreicherung auf der Eischale und erhöht damit das Risiko von Keimübertragungen im Brutschrank.

Schlussfolgerungen für die Brüterekonzeption

Bei der Konzeption eines Brüterei-Projektes müssen verschiedene Ziele koordiniert werden. Neben der Erfüllung von Erwartungen an eine rationellere und damit ökonomischere Produktion muss die Qualität der ausgelieferten Küken optimiert werden. Dabei hat sich gezeigt, dass der Maßstab nicht die Qualität beim Sortieren der Küken am Schlupftag, sondern bei der Ankunft der Küken beim Kunden und nach den ersten Lebenstagen sein muss. Dafür ist die Konzeption der gesamten Technik mit verantwortlich, da nach dem Schlupf und auf dem Transport kaum Einfluss genommen werden kann (Tab. 4).

Tabelle 4: Einfluss von „Transportfutter“ auf die Anfangsverluste

Transportfutter	ohne	mit
Verluste %		
Transport	0,42	0,35
1 - 7 Tage	3,2	2,8
0 - 26	4,4	4,6

Insgesamt ist es nicht möglich, bei der Auswahl an Brutmaschinen ein Fabrikat zu finden, das alle Anforderungen gleichermaßen erfüllt. Bei einer Bewertung der Systeme zeigt sich, dass eine Modifizierung bewährter Technologie stabilere Ergebnisse erbringen kann als völlig neue Konzepte.

Die Chancen einer völlig neu geplanten Brüterei liegen daher eher in der Möglichkeit zur klaren Gliederung und zur Optimierung der „Güterströme“ unter Hygieneaspekten als in der Anwendung völlig neuer Technologien.

Qualitätsanforderungen an die Futtermittellieferung

Die Qualitätsanforderungen an die Futtermittellieferung orientieren sich an den Zielen einer bedarfsgerechten Ernährung, einer gleichmäßigen Futterqualität und der hygienischen Absicherung der Tierbestände. Die hierfür zu treffenden Maßnahmen beinhalten neben einer angepassten Festlegung von Futterinhaltsstoffen je nach dem Bedarf der zu versorgenden Tiere entsprechend dem genetischen Typ, der Haltungform und des Alters auch die Einschränkung der Rohstoffpalette aus Hygienegründen und die Durchführung von Hygienisierungsmaßnahmen während der Herstellung und des Transportes.

Futterqualitätsprobleme

Abweichungen von der Qualitätsnorm können sich ergeben aus

- der Nichteinhaltung von Sollvorgaben für bestimmte Nährstoffe,
- der inhomogenen Verteilung oder Entmischung bestimmter Komponenten,
- dem Vorkommen von Fremdkörpern im Futter und
- der Verschleppung von unerwünschten Komponenten in das Futter.

Abweichungen von den Sollvorgaben werden, Fehlmischungen ausgeschlossen, vor allem durch Schwankungen in den Nährstoffgehalten bei den Rohstoffen verursacht. Die Gefahr solcher Abweichungen ist umso größer, je mehr Partien unterschiedlicher Provenienz des gleichen Rohstoffes im Werk verarbeitet werden. Für die Optimierung werden in der Regel Standardwerte für die Inhaltsstoffe eingesetzt, die kurzfristige Abweichungen nicht berücksichtigen können (Tab. 5).

Tabelle 5: Futteranalysen - Abweichungen von den Sollvorgaben im Energiegehalt (Stichproben über 1 Jahr)

Futter	A	B
Sollwert (MJ)	11,7	11,6
Mittelwert	11,7	11,7
Minimum	11,2	10,6
Maximum	12,2	12,3
Standardabweichung	0,29	0,30

Bei einer sehr guten Übereinstimmung der Mittelwerte mit den Sollvorgaben zeigt sich doch in den Extremwerten ein sehr hoher Schwankungsbereich bei einer Standardabweichung vom Mittelwert von etwa 2,5 % des Mittelwertes.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Rohproteingehalten. Auch hier waren bei guter Übereinstimmung des Mittelwertes mit den Sollvorgaben erhebliche Abweichungen nach oben und unten zu verzeichnen. Die mittlere Abweichung bezogen auf den Mittelwert war etwa doppelt so groß wie bei der Energie (Tab. 6).

Während Schwankungen im Energie- und Rohproteingehalt auf Gehaltsabweichungen der verwendeten Komponenten von den Werten in der verwendeten Optimie-

Tabelle 6: Futteranalysen - Abweichungen von den Sollvorgaben im Rohproteingehalt (Stichproben über 1 Jahr)

Futter	A	B
Sollwert (%)	17,8	17,0
Mittelwert	18,0	16,9
Minimum	16,3	15,7
Maximum	20,1	18,5
Standardabweichung	0,97	0,79

rungsmatrix zurückzuführen sind, können Abweichungen bei den Mineralstoffen nur auf anderen Ursachen beruhen, da bei den eingemischten mineralischen Komponenten von einer relativ konstanten Zusammensetzung auszugehen ist (Tab. 7).

Tabelle 7: Futteranalysen - Abweichungen von den Sollvorgaben im Kalziumgehalt (Stichproben über 1 Jahr)

Futter	A	B
Sollwert (%)	3,9	3,8
Mittelwert	3,8	3,7
Minimum	3,2	2,4
Maximum	5,2	5,3
Standardabweichung	0,45	0,48

Auffallend bei den Analysenwerten des Kalziums ist die sehr hohe Standardabweichung vom Mittelwert von ca. 12 %. Die Varianz zeigt sich auch bei den Extremwerten, die im Bereich von bis zu fast 50 % vom Sollwert liegen. Diese hohe Variabilität kann nur mit Entmischungsprozessen erklärt werden. Ursächlich hierfür dürfte die Kühlung nach der Hitzebehandlung sein. Nicht erfasst sind weitere Entmischungen durch den Transport und die pneumatische Einbringung in die Silos. Zusammen mit weiteren Verlusten in der Homogenität durch Transportvorgänge bis zum Tier muss von einer sehr ungleichmäßigen Verteilung des eingemischten Kalziums im Stall ausgegangen werden.

Verschleppungen - nicht nur ein Rückstandsproblem

Werden in einem Mischfutterwerk prophylaktisch oder therapeutisch wirksame Substanzen beigemischt ist besondere Vorsicht geboten, um Verschleppungen in andere Futterchargen zu verhindern. Geht man davon aus, dass bei der Herstellung von Futtermitteln ein Analysenbefund „nicht nachweisbar“ als Nachweis für eine einwandfreie Produktion gilt, so ist zu hinterfragen, ob dies auch Rückstandsfreiheit bei den mit diesem Futter erzeugten Lebensmitteln bedeutet (Tab. 8).

Tabelle 8: Nachweisunterschiede in Futter und Eiern am Beispiel Nicarbazin

Nachgewiesene Gehalte in Eiern	5 - 15 µg/kg
Futterbefund	> 1 mg/kg = nicht nachweisbar

Wegen der unterschiedlichen Empfindlichkeit der Nachweissysteme im Ei und im Futter war bei erwiesenen Rückständen von Nicarbazin im Ei kein analytischer Beweis über die Eintragung der Substanz in den betroffenen Bestand durch das Futter zu führen. Da erwiesenermaßen während der gesamten Lebenszeit des Bestandes kein Nicarbazin eingesetzt wurde, musste jedoch das Futter ursächlich sein. Dies ist umso wahrscheinlicher, als bekanntermaßen im Zeitraum des Auftretens der Rückstände im Futtermittelwerk Nicarbazin in andere Futterchargen eingemischt wurde. Trotz mehrerer Spülchargen konnte eine Verschleppung offenbar nicht verhindert werden.

Verschleppungen von unerwünschten Substanzen in das Ei sind nicht nur ein Problem beim Verkauf als Lebensmittel. Nach einem plötzlichen Rückgang der Schlupffähigkeit von Bruteiern einer Herde um bis zu 50 % wurde als mögliche Ursache auch die Verschleppung von Kokzidiostatika (hier Lasalocid) vermutet (Tab. 9).

Tabelle 9: Nachweisunterschiede in Futter und Eiern am Beispiel Lasalocid

Nachgewiesene Gehalte in Eiern	0,31 mg/kg
Futterbefund	< 10 mg/kg = nicht nachweisbar

Auch bei Lasalocid liegt die Nachweisgrenze im Ei um ein Vielfaches niedriger als im Futter. Die massiven Probleme in der Schlupffähigkeit hätten ohne die Untersuchung der nicht geschlüpften Eier auf Lasalocid-Rückstände nicht aufgeklärt werden können. Wie beim Nicarbacin war die Substanz im Futtermittelwerk in vorhergehenden Chargen eingesetzt worden. Eine Verschleppung konnte trotz aller Sorgfalt wiederum nicht verhindert werden.

Futterhygiene

Steigende Ansprüche an die hygienische Unbedenklichkeit von Lebensmitteln erfordern besondere Maßnahmen beim Einsatz aller Betriebsmittel besonders in den Zucht- und Vermehrungsbetrieben. Die Überwachung der Bestände auf das Freisein von bestimmten Krankheitserregern verlagert diese Maßnahmen mehr und mehr von der Behandlung nach einer Infektion hin zur Verhinderung der Infektion durch Isolation der Tiere. Eine wirksame Verhinderung von Infektionen setzt voraus, dass auch über das Futter keine relevanten Keime in die Umgebung der Tiere eingebracht werden.

Umfassende Maßnahmen erforderlich

Die Versorgung mit Futter birgt Risiken der Einschleppung von Erregern auf mehreren Ebenen. Das Futter selbst kann Keime enthalten, aber auch mit anliefernden Fahrzeugen können Keime aus der Futtermühle und der Umgebung in das Umfeld der Tiere verlagert werden.

Maßnahmen zur hygienischen Absicherung der Futterversorgung müssen daher neben der Hygienisierung des Futters selbst auch die Organisation des Transportes und die Futterherstellung bzw. den Standort der Mischfutterproduktion mit berücksichtigen.

Negative Ergebnisse aus mikrobiologischen Futteruntersuchungen geben dabei nicht die notwendige Sicherheit. Bezogen auf die großen Futtermengen, die an die Bestände verfüttert werden, stellen die untersuchten Proben im Gramm-Bereich mit Sicherheit keine repräsentative Stichprobe dar. Es muss zudem davon ausgegangen werden, dass eventuell vorhandene Keime nicht gleichmäßig verteilt sind, sondern in Nestern vorkommen. Ein positiver Befund deutet deshalb entweder auf ein massives Problem hin oder ist ein Zufallstreffer vergleichbar mit einem Lotteriegewinn.

Für die Beurteilung der Qualität von Hygienisierungsmaßnahmen des Futters sind daher negative Untersuchungsergebnisse auf Salmonellen allenfalls nach einer Testkontamination geeignet. Mehr Aufschluss geben fortlaufende regelmäßige Ergebnisse aus Bestimmungen der Gesamtkeimzahlen und das Vorkommen von Enterobacteriaceae, die stellvertretend für Salmonellen Aufschluss über die Effektivität der Hygienisierungsmaßnahmen geben können (Tab. 10).

Tabelle 10: Ergebnisse mikrobiologischer Futterkontrollen über 1 Jahr

mittlerer Keimgehalt pro Gramm	3.700
Minimum	100
Maximum	1.000.000
<i>E. coli</i> nachgewiesen	26 %

Trotz der in der Futtermühle durchgeführten Hitzebehandlung des Futters konnte eine gleichbleibende mikrobiologische Qualität nicht sichergestellt werden. Verantwortlich hierfür dürften Rekontaminationen nach der Behandlung und eventuell der Behandlungsprozess selber sein.

Jede thermische Behandlung setzt voraus, dass eine Kühlung nachgeschaltet wird. Zur Kühlung werden große Mengen Luft durch das Futter bewegt. Mit der Kühlluft werden bei nicht ausreichender Filterung wieder Keime in das Futter eingebracht. Dies ist unumgänglich, da in der Umgebung von Kraftfutterwerken große Mengen an Staub vorkommen, die über die Luft transportiert werden. Die Attraktivität von Futtermühlen für Wildvögel trägt zu einer Kontamination dieser Stäube mit Keimen bei.

Anforderungen an den Hygienisierungsprozess

Mit jedem Erhitzungsprozess können Keime nur bis zu einem gewissen Grad reduziert werden. Futter muss nach der Erhitzung noch seine biologische Qualität besitzen, so dass eine Erhitzung bis zur völligen Keimfreiheit kaum möglich sein wird. Die Begrenzung in der Kombinationsmöglichkeit von Temperatur und Einwirkungszeit erfordert deshalb, dass jedes einzelne Futterpartikel der Behandlung auch tatsächlich ausgesetzt wird. Je höher der Kontaminationsgrad der Rohstoffe ist, desto höher liegen die Anforderungen an die Sicherheit des Erhitzungsprozesses selbst. Kontinuierliche Verfahren können in der Regel diese Sicherheit nicht geben. Verlassen jedoch einzelne kontaminierte Partikel den Erhitzungssteil, kommt es im Kühler unweigerlich zu einer Keimvermehrung, da das Futter Temperaturbereiche durchläuft, die eine Keimvermehrung begünstigen. Im Extremfall kann das Futter dann

mehr unerwünschte Keime aufweisen als vor der Hygienisierung.

Für ein sicheres Verfahren kommen deshalb nur Systeme im Batch-Betrieb in Betracht, die als geschlossene Einheit von Erhitzungs- und Kühleinrichtung mit entsprechend aufwendiger Luftfilterung ausgelegt sind.

Schlussfolgerungen für die Futtermittelversorgung von Zuchtbeständen

Die ständig steigenden Anforderungen an die Qualität des Futtermittels im Hinblick auf Rückstandsfreiheit und hygienische Unbedenklichkeit erfordern neben einer sorgfältigen Auswahl der Rohstoffe auch strukturelle Maßnahmen in der Organisation der Futtermittelversorgung. Das Futter muss aus einer Umgebung mit möglichst geringem Gefährdungspotenzial kommen und entsprechend wirksamen Hygienisierungsmaßnahmen unterworfen werden. Die Sicherheit kann dabei nur aus den gewählten Prozessen selbst und nicht aus nachgeschalteten Untersuchungen mit negativen Ergebnissen kommen. Die komplexen Vorgänge bei der Herstellung und Behandlung des Futtermittels müssen dabei bereits bei der Planung entsprechend an die Qualitätsansprüche angepasst und in allen technischen Details umgesetzt werden. Dies erscheint aus heutiger Sicht durch Modifikationen in bestehenden Betrieben nur begrenzt möglich zu sein.