

Müller • Schlenker • Zucker

# Kompendium der Tierhygiene

5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage





# Kompendium der Tierhygiene

begründet von

**Wolfgang Müller und Gerd Schlenker**

herausgegeben und weitergeführt von

**Bert-Andree Zucker**



lehmanns   
media

2017

**Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek:**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Informationen sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Anschrift des Herausgebers:

Privatdozent Dr. Bert-Andree Zucker

Waldenburger Str. 33

12621 Berlin

Kompendium der Tierhygiene

begündet von Wolfgang Müller und Gerd Schlenker

weitergeführt von Bert-Andree Zucker (Hrsg.)

© 2017 Lehmanns Media

Helmholtzstraße 2-9 • 10587 Berlin

Druck: Totem • Inowrocław • Polen

ISBN: 978-3-86541-841-8

[www.lehmanns.de](http://www.lehmanns.de)

Wichtiger Hinweis:

Die Medizin als Wissenschaft unterliegt einem ständigen Wandel und Wissenszuwachs. Autoren und Verlag haben größte Sorgfalt darauf verwandt, dass die Angaben - vor allem zu Medikamenten und Dosierungen - dem aktuellen Wissensstand entsprechen. Da jedoch menschliche Irrtümer und Druckfehler nie völlig auszuschließen sind, übernimmt der Verlag für derartige Angaben keine Gewähr. Jede/r ist aufgefordert, alle Angaben in eigener Verantwortung auf ihre Richtigkeit zu überprüfen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen oder Handelsnamen in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen-Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar.

## **Vorwort zur 5. Auflage**

Das jetzt seit 2003 bereits in der 5. Auflage erschienene Kompendium der Tierhygiene setzt die erfolgreiche Grundkonzeption dieses Werkes, Studenten der Veterinärmedizin und Agrarwissenschaften, aber auch Tierärzten und Tierhaltern ein repräsentatives Grundwissen des komplexen Gebietes der Tierhygiene darzulegen, konsequent fort. Hierfür umfasst das Kompendium folgende inhaltliche Schwerpunkte: die allgemeinen Grundlagen der Tierhygiene, Hygienemaßnahmen in Tierkliniken und Tierarztpraxen, die Haltungshygiene von Nutz- und Heimtieren sowie verschiedene Aspekte der Umweltverträglichkeit der Tierhaltung und des Verbraucherschutzes.

Der Inhalt der 4. Auflage wurde entsprechend dem aktuellen Wissensstand und einschlägiger rechtlicher Änderungen überarbeitet und teilweise erweitert (u.a. Hygiene der Haltung von Honigbienen, Anforderungen an die Tierhaltung im ökologischen Landbau). Redaktionsschluss der vorliegenden Ausgabe war der 10.03.2016.

Möge auch die jetzige Auflage die gleiche freundliche Aufnahme finden wie die vorausgegangenen und in der gegenwärtigen Zeit, die durch eine teilweise sehr emotional geprägte Diskussion hinsichtlich der Wertschätzung bzw. Akzeptanz der landwirtschaftlichen Tierhaltung gekennzeichnet ist, zu einer konstruktiven Wissensvermittlung auf dem Gebiet der Tierhygiene beitragen.

B. Zucker

## **Autor und Herausgeber**

**Bert-Andree Zucker:** Geboren 1964 in Müncheberg bei Berlin, Studium der Tiermedizin an der Humboldt Universität zu Berlin, 1992 Approbation als Tierarzt.

1992 - 1993 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Mikrobiologie und Tierseuchenlehre der Humboldt Universität zu Berlin, 1993 Promotion zum Dr. med. vet. an der Humboldt Universität zu Berlin.

1994 - 1995 Forschungsaufenthalt an der Louisiana State University.

1996 - 2006 Wissenschaftlicher Mitarbeiter/wissenschaftlicher Assistent am Institut für Tier- und Umwelthygiene der Freien Universität Berlin, 2004 Habilitation für das Fach Tierhygiene am Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin und Erteilung der Lehrbefugnis für dieses Fachgebiet, 2005 Fachtierarzt für Tierhygiene.

Seit 2006 Referent für Futtermittelhygiene und Beseitigung tierischer Nebenprodukte bei der Senatsverwaltung für Justiz und Verbraucherschutz des Landes Berlin, Vorlesungen/Seminare am Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin im Fach Tier- und Umwelthygiene zur Aufrechterhaltung der Lehrbefugnis.

## **Autoren und Begründer**

**Wolfgang Müller:** Geboren 1940 in Reichenberg (Sudetenland). Studium der Tiermedizin in Gießen. 1965 Approbation, zweijährige Praxistätigkeit, 1967 Promotion in Gießen. Bis 1970 Assistent am Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten der Tiere in Gießen und danach am Institut für Tierhygiene in Stuttgart Hohenheim. 1971 Staatstierärztliche Prüfung. 1972 Habilitation für das Fach Tierhygiene. 1974 C3-Professur für Tierhaltungs- und Tropenhygiene. Vertretung dieses Fachgebiets in Stuttgart bis 1995. Zahlreiche wissenschaftliche Auslandsaufenthalte (Ägypten, Marokko, Burundi, Kenia, Benin). Fachtierarzt für Mikrobiologie und Fachtierarzt für Tierhygiene. Von 1995 bis 2005 Inhaber des Lehrstuhls für Tier- und Umwelthygiene an der Freien Universität Berlin.

**Gerd Schlenker:** Geboren 1943 in Zwickau. Studium der Tiermedizin in Berlin. 1970 Approbation. Bis 1987 Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter, Arbeitsgruppenleiter und Abteilungsleiter am Institut für angewandte Tierhygiene in Eberswalde. Promotion 1973 in Leipzig. 1978 Fachtierarzt für Schweine. Habilitation für das Fach Tierhygiene 1984 in Leipzig. Bis 1993 Mitarbeiter am Institut für Tierphysiologie der Humboldt-Universität zu Berlin. Danach bis 2005 Mitarbeiter im Institut für Tier- und Umwelthygiene der Freien Universität Berlin und von 2005 bis 2008 kommissarischer Leiter des Instituts. Seit 2003 außerplanmäßiger Professor.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Aufgabengebiete der Tierhygiene</b>	<b>1</b>
1.1	Gesundheitsschutz der Tiere und Verbraucherschutz	1
1.2	Tiergerechte und umweltverträgliche Tierhaltung	3
<b>2</b>	<b>Antimikrobielle Systeme in der Tierhaltung - allgemeine und spezielle Infektionsprophylaxe</b>	<b>6</b>
2.1	Maßnahmen zur Verhinderung einer Erregereinschleppung und Erregerverbreitung	7
2.1.1	Maßnahmen gegen eine Erregereinschleppung in den Tierbestand	7
2.1.2	Maßnahmen gegen eine Erregerausbreitung im Tierbestand	8
2.2	Aufrechterhaltung einer stabilen Abwehrlage der Tiere	8
2.3	Schutzimpfung und Paramunisierung	9
<b>3</b>	<b>Verfahren zur Inaktivierung von Mikroorganismen und Parasitenstadien</b>	<b>11</b>
3.1	Physikalische Verfahren	12
3.1.1	Anwendung von Hitze	12
3.1.2	Anwendung von ionisierender Strahlung und UV-Licht	14
3.1.3	Filtration	14
3.2	Biologische Verfahren	15
3.3	Chemische Verfahren	15
3.3.1	Anforderungen an chemische Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren	15
3.3.2	Wirkstoffgruppen chemischer Desinfektionsmittel	16
3.3.3	Einflussfaktoren auf die Wirkung chemischer Desinfektionsmittel	19
3.3.4	Desinfektionsmittelresistenzen	19
3.3.5	Zulassung von Desinfektionsmitteln und Desinfektionsmittellisten	20
3.4	Inaktivierung von infektiösen Prionen	21
<b>4</b>	<b>Entwesung</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Reinigung und Desinfektion in der Tierhaltung</b>	<b>24</b>
5.1	Reinigung	24
5.2	Desinfektion	25
5.2.1	Prophylaktische Desinfektion	26
5.2.2	Desinfektion beim Ausbruch anzeigepflichtiger Tierseuchen	27
5.3	Wirksamkeitskontrolle	28
<b>6</b>	<b>Hygiene in Tierkliniken und Kleintierpraxen</b>	<b>30</b>
6.1	Übertragungswege für nosokomiale Infektionserreger	30
6.2	Raumgestaltung	31
6.3	Reinigungs-, Desinfektions- und Sertilisationsmaßnahmen	32
6.3.1	Händehygiene	33
6.3.2	Aufbereitung von medizinischen Instrumenten und Geräten	34
6.3.3	Reinigung und Desinfektion von Textilien	36
6.3.4	Antiseptik	36
6.3.5	Flächendesinfektion	36
6.4	Operationsvorbereitung und postoperative Patientenversorgung	38
6.5	Applikation und Probenahme	38
6.6	Entsorgung	38
6.7	Hygienepläne, Surveillance, Zertifizierung	39

<b>7</b>	<b>Futtermittel- und Fütterungshygiene</b>	<b>40</b>
7.1	Potentielle Schädwirkungen durch Futtermittel	40
7.1.1	Fremdstoffe in Futtermitteln	41
7.1.2	Verderbnis von Futtermitteln	43
7.2	Hygienische Beurteilung von Futtermitteln - Futtermitteluntersuchung	44
7.3	Vermeidung von Schädwirkungen durch Futtermittel	46
7.4	Verwendung von tierischen Nebenprodukten als Futtermittel	47
7.5	Futtermittelzusatzstoffe	48
<b>8</b>	<b>Trink- und Tränkwasserhygiene</b>	<b>50</b>
8.1	Medizinische Bedeutung des Wassers	50
8.2	Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser	51
8.3	Anforderungen an die Trinkwasserqualität	54
8.3.1	Mikrobiologische Anforderungen	54
8.3.2	Chemische Anforderungen	55
8.3.3	Indikatorparameter	55
8.4	Untersuchungspflichten zur Einhaltung der Trinkwasserqualität	56
8.5	Wasserbedarf und Wasserversorgung der Tiere	57
8.6	Anforderungen an die Tränkwasserqualität und Tränkeinrichtungen	58
8.6.1	Mikrobiologische Qualitätskriterien für Tränkwasser	58
8.6.2	Chemische und physiko-chemische Qualitätskriterien für Tränkwasser	59
8.7	Verabreichung von Arzneimitteln und Impfstoffen über das Tränkwasser	61
<b>9</b>	<b>Hygiene der Abwasserbeseitigung</b>	<b>62</b>
9.1	Medizinische und umwelthygienische Bedeutung des Abwassers	62
9.2	Abwasserlast	63
9.3	Selbstreinigung von Gewässern	64
9.4	Abwasserreinigung im Klärwerk	65
9.5	Klärschlamm	67
<b>10</b>	<b>Hygiene der Verwertung und Beseitigung tierischer Nebenprodukte</b>	<b>69</b>
10.1	Tierkörperbeseitigung	71
10.1.1	Meldung, Aufbewahren und Abholung von Tierkörpern	71
10.1.2	Verarbeitung in Tierkörperbeseitigungsanstalten	72
10.1.3	Beseitigung von toten Heimtieren	74
10.1.4	Beseitigung und Tötung von Nutztieren im Seuchenfall	74
10.2	Hygiene der Verwertung von Gülle, Dung und Jauche	75
10.2.1	Gülle	76
10.2.2	Dung und Jauche	78
<b>11</b>	<b>Tiertransport</b>	<b>80</b>
11.1	Tierseuchenschutz	80
11.2	Tierschutz	82
11.2.1	Grundlegende Anforderungen an den Transport	82
11.2.2	Transportvorbereitung und Verladen	83
11.2.3	Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Lufttransport	85
11.2.4	Transportbegleiter, Transportdauer und Versorgung der Tiere	87
11.3	Mängel beim Tiertransport	89
<b>12</b>	<b>Allgemeine Wetterkunde</b>	<b>90</b>
12.1	Atmosphäre und Luftdruck	90
12.2	Temperatur	91

12.2.1	Inversionswetterlagen	91
12.3	Wind	91
12.4	Feuchte und Wolken	92
12.5	Tief, Hoch und Fronten	93
<b>13</b>	<b>Stallklima</b>	<b>94</b>
13.1	Wärmeproduktion und Wärmebilanz	94
13.2	Stalllufttemperatur	97
13.3	Luftfeuchte	98
13.4	Luftbewegung	99
13.5	Luftverunreinigungen	99
13.5.1	Gase	99
13.5.2	Staub und Mikroorganismen	102
13.6	Lüftung	104
13.7	Heizung und Kühlung	105
13.8	Licht und Beleuchtung	106
13.9	Lärm	107
13.10	Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder	108
13.10.1	Gesundheitliche Wirkungen von niederfrequenten Feldern	108
13.10.2	Gesundheitliche Wirkungen von hochfrequenten Feldern	109
13.11	Stallklimamessung	109
<b>14</b>	<b>Umweltschutz und Tierhaltung</b>	<b>111</b>
14.1	Umweltrelevante Emissionen aus der Tierhaltung	112
14.1.1	Rechtliche Grundlagen für den Bau und Betrieb von Tierhaltungsanlagen	112
14.1.2	Lärm	113
14.1.3	Verunreinigung der Luft	113
14.1.4	Verunreinigung von Boden und Wasser	117
14.2	Einfluss globaler Umweltgefährdungen auf die Tierhaltung	123
14.2.1	Ursachen für die globalen Klimaveränderungen	123
14.2.2	Folgen der globalen Klimaveränderungen	124
<b>15</b>	<b>Haltungsmängel als Krankheitsursache</b>	<b>127</b>
15.1	Infektiöse Faktorenkrankheiten	127
15.2	Technopathien und Ethopathien	129
<b>16</b>	<b>Hygiene der Rinderhaltung</b>	<b>130</b>
16.1	Haltung von Kälbern	130
16.1.1	Geburts- und Aufzucht-hygiene	130
16.1.2	Haltung im Stall	131
16.1.3	Stallklima	132
16.1.4	Freilufhaltung	132
16.1.5	Pflege und Betreuung	133
16.1.6	Verhaltensstörungen	133
16.1.7	Abgangs- und Krankheitsursachen	134
16.2	Haltung von Milchkühen	134
16.2.1	Anbindehaltung	135
16.2.2	Laufstallhaltung	136
16.2.3	Tiefstreu- und Tretmiststall	137
16.2.4	Stallklima	138
16.2.5	Pflege und Betreuung	139
16.2.6	Abgangs- und Krankheitsursachen	139

16.2.7	Hygiene und Mastitis	140
16.3	Haltung von Jung- und Mastrindern	140
16.4	Mutterkuhhaltung	141
16.5	Spezifische Anforderungen an die Rinderhaltung im ökologischen Landbau	141
<b>17</b>	<b>Hygiene der Schweinehaltung</b>	<b>143</b>
17.1	Allgemeine Anforderungen	143
17.2	Stallklima	144
17.3	Pflege und Betreuung	145
17.4	Haltung von Sauen und Ferkel im Abferkelstall	145
17.4.1	Abferkelbucht	146
17.4.2	Geburts- und Aufzuchthygiene	147
17.5	Haltung von Absatzferkeln	148
17.5.1	Haltungseinrichtungen	148
17.5.2	Verhaltensstörungen	149
17.6	Haltung von Mastschweinen und Zuchtläufern	149
17.6.1	Haltungseinrichtungen	150
17.6.2	Verhaltensstörungen	150
17.7	Haltung güster und tragender Sauen	151
17.7.1	Haltungseinrichtungen	151
17.7.2	Verhaltensstörungen	152
17.8	Haltung von Ebern	152
17.9	Abgangs- und Krankheitsursachen	152
17.10	Hygiene- und Gesundheitsmanagement	154
17.11	Spezifische Anforderungen an die Schweinehaltung im ökologischen Landbau	157
<b>18</b>	<b>Hygiene der Pferdehaltung</b>	<b>158</b>
18.1	Stallhaltung	158
18.1.1	Einzelhaltung	158
18.1.2	Gruppenhaltung	159
18.2	Stallklima	160
18.3	Weidehaltung	162
18.4	Pflege und Betreuung	162
18.5	Verhaltensstörungen	163
18.6	Spezifische Anforderungen an die Pferdehaltung im ökologischen Landbau	163
18.7	Pferdesport und Tierschutz	164
<b>19</b>	<b>Hygiene der Schafhaltung</b>	<b>165</b>
19.1	Stallhaltung	165
19.2	Stallklima	166
19.3	Weidehaltung	167
19.4	Geburts- und Aufzuchthygiene	167
19.5	Pflege und Betreuung	168
19.6	Hütehunde	169
19.7	Spezifische Anforderungen an die Schafhaltung im ökologischen Landbau	170
<b>20</b>	<b>Hygiene der Kaninchenhaltung</b>	<b>171</b>
20.1	Grundlegende Anforderungen an die Haltung von Kaninchen	171
20.1.1	Haltungseinrichtungen	171
20.1.2	Betreuung und Pflege	172
20.2	Spezifische Anforderungen an die Haltung von Mastkaninchen	173

20.3	Spezifische Anforderungen an die Haltung von Zuchtkaninchen	174
<b>21</b>	<b>Hygiene der Hühnerhaltung</b>	<b>176</b>
21.1	Brut	176
21.2	Legehennenaufzucht	178
21.3	Haltung von Legehennen	179
21.3.1	Anforderungen an die Haltung	180
21.3.2	Stallklima	183
21.3.3	Pflege und Betreuung	183
21.3.4	Verhaltensstörungen und Technopathien	184
21.3.5	Abgangs- und Krankheitsursachen	184
21.4	Haltung von Masthühnern (Broiler)	185
21.4.1	Intensive Haltung von Masthühnern	185
21.4.2	Extensive Haltung von Masthühnern	187
21.4.3	Abgangs- und Krankheitsursachen	187
<b>22</b>	<b>Hygiene der Putenhaltung</b>	<b>189</b>
22.1	Intensive Putenhaltung	189
22.2	Extensive Putenhaltung	192
<b>23</b>	<b>Hygiene der Enten- und Gänsehaltung</b>	<b>193</b>
23.1	Hygiene der Entenhaltung	193
23.1.1	Haltung von Pekingenten	193
23.1.2	Haltung von Moschusenten	195
23.2	Gänsehaltung	195
23.3	Spezifische Anforderungen an die Enten- und Gänsehaltung im ökologischen Landbau	196
<b>24</b>	<b>Hygiene der Haltung von Honigbienen</b>	<b>197</b>
24.1	Das Bienenvolk	197
24.2	Die Bienenwohnung	198
24.3	Generelle Betriebsweise	199
24.3.1	Spezifische Anforderungen an die Bienenhaltung im ökologischen Landbau	201
24.4	Gefährdungen der Bienengesundheit	202
24.4.1	Wirtschaftlich bedeutende Infektionskrankheiten	202
24.4.2	Vergiftungen	205
24.4.3	Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen	207
24.5	Honiggewinnung	207
24.6	Wachsgewinnung	207
<b>25</b>	<b>Hygiene der Hundehaltung</b>	<b>208</b>
25.1	Haltung	208
25.2	Aufzucht, Fütterung und Pflege	210
25.3	Verhalten, Erziehen und Verhaltensstörungen	211
25.4	Zoonosen	212
25.5	Halten von gefährlichen Hunden	213
<b>26</b>	<b>Hygiene der Katzenhaltung</b>	<b>215</b>
26.1	Haltung	215
26.2	Aufzucht, Fütterung und Pflege	216
26.3	Verhaltensstörungen	217

26.4	Zoonosen	217
<b>27</b>	<b>Wildhygiene</b>	<b>219</b>
27.1	Seuchenprophylaktische Maßnahmen	219
27.2	Fütterungshygiene	221
27.3	Wildbretthygiene	221
27.4	Hygiene der Gatterwildhaltung	222
<b>28</b>	<b>Literaturhinweise</b>	<b>223</b>
<b>29</b>	<b>Fundstellen ausgewählter zitierter Rechtstexte</b>	<b>224</b>

## 1 Aufgabengebiete der Tierhygiene

Die Tierhygiene (hygieinos - der Gesundheit zuträglich) ist ein Bereich der Veterinärmedizin, der sich mit der Erhaltung und Förderung der Tiergesundheit befasst. Sie dient damit auch dem Verbraucherschutz, dem Tier- und Umweltschutz und ist ein integraler Bestandteil von "**Veterinary Public Health**" (Anwendung veterinärmedizinischer Erkenntnisse zur Sicherung und Förderung der menschlichen Gesundheit).

Die Tiergesundheit ist ein entscheidender Faktor, die Versorgung der Weltbevölkerung mit ausreichend tierischem Protein zu sichern. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Nachfrage an Lebensmitteln tierischer Herkunft bis zum Jahr 2050 voraussichtlich verdoppeln wird. Optimale Haltings- und Fütterungsbedingungen sind dabei sowohl eine notwendige Voraussetzung, das genetische Potential gesunder Tiere auszuschöpfen als auch einen schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen zu gewährleisten. Unter den Bedingungen der fortschreitenden Globalisierung und des fortschreitenden Klimawandels wird dabei die Entwicklung effizienter Strategien zur Infektionsprophylaxe noch stärker an Bedeutung gewinnen. Infektionskrankheiten mindern zurzeit die Effektivität der tierischen Produktion weltweit um ca. 30%.

In der tierärztlichen und landwirtschaftlichen Tätigkeit kommt der Hygiene ein hoher Stellenwert zu. Dieses spiegelt sich unter anderem in den **Kodizes "Gute veterinärmedizinische Praxis (GVP)"** und "**Gute landwirtschaftliche Praxis (GAP)"** wider.

### 1.1 Gesundheitsschutz der Tiere und Verbraucherschutz

Hauptziel der Tierhygiene ist es, insbesondere durch präventive Maßnahmen, gesunde Tiere vor Erkrankungen zu schützen sowie mögliche negative Auswirkungen der Tierhaltung auf Mensch und Umwelt zu vermeiden. Dieses wird auch in der **Tiergesundheitsstrategie** der Europäischen Union "**Vorbeugung ist die beste Medizin**" deutlich, die durch folgende Schwerpunkte gekennzeichnet ist:

- Förderung der Tiergesundheit durch Prävention sowie Verringerung der Inzidenz von Tierseuchen
- Förderung des Tierschutzes und landwirtschaftlicher Verfahren, die Gefahren bezüglich der Tiergesundheit verhindern und nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt auf ein Minimum beschränken
- Gewährleistung eines hohen Niveaus der Lebensmittelsicherheit und der öffentlichen Gesundheit.

Hiermit ordnet sich die Tierhygiene auch in das "One Health"-Konzept ein, welches davon ausgeht, dass die menschliche Gesundheit eng mit der Gesundheit von Tieren und Umwelt verbunden ist.

Schon bei der Planung von Tierhaltungsanlagen sind tierhygienische Anforderungen, vor allem aus Sicht der Umweltverträglichkeit und des Tierseuchenschutzes, zu berücksichtigen (Präventive). Bei laufender Produktion hat im Rahmen der **integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung** (Veterinary Herd Controlling-System) eine Überwachung der Haltingshygiene, die Erstellung von Hygienekonzepten und eine stetige Optimierung der Haltingbedin-

gungen zu erfolgen (Prophylaxe). Hierdurch wird der tierärztliche Beitrag zur Sicherung von Prozess- und Produktqualität in der Primärproduktion geleistet (Bild 1). Eine entscheidende Voraussetzung für die Gewährleistung eines hohen Verbraucherschutzniveaus sowie für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Tierhaltung in Deutschland ist der weitere Ausbau von Nutztierbeständen, die einen zertifizierten Gesundheits- und Hygienestatus aufweisen und vor allem frei von bestimmten Zoonoseerregern wie beispielsweise Salmonellen oder *Campylobacter* sind. Weiterhin ist davon auszugehen, dass auch der Grad der Verbreitung von bestimmten antibiotikaresistenten Bakterien (z.B. ESBL-bildende Bakterien) in Nutztierbeständen in diesem Zusammenhang zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

Der Anteil der Kosten für veterinärmedizinische Maßnahmen an den Gesamtkosten der Tierhaltung ist gering (< 5 % in der Milchproduktion bzw. < 1 % in der Schweineproduktion) und wird durch Stabilisierung des Gesundheitsstatus der Tiere aufgewogen.

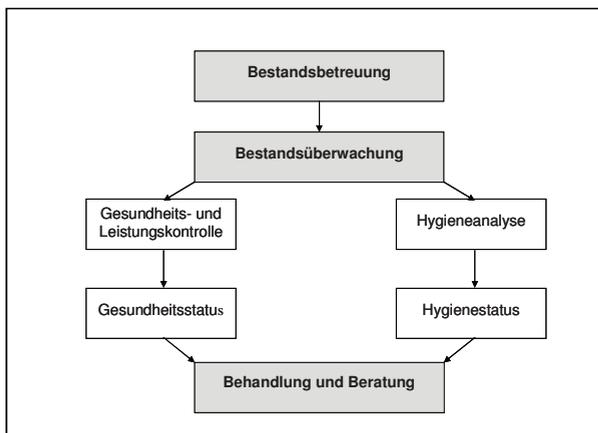


Bild 1: Tierärztliche Bestandsbetreuung

Der Tierarzt übernimmt bei der Betreuung der Nutztierbestände eine hohe Verantwortung für den Schutz des Verbrauchers vor **Zoonoseerregern** (foodborne diseases), **antibiotikaresistenten Bakterien** und vor gesundheitsgefährdenden **Rückständen** (Tabelle 1). Gesunde Tiere sind eine Voraussetzung für sichere und qualitativ hochwertige Lebensmittel tierischer Herkunft („**safety from stable to table**“). Die Qualität tierischer Lebensmittel wird hauptsächlich im primären Erzeugerbereich festgelegt. In den nachfolgenden Prozessstufen der Be- und Verarbeitung kann die Qualität nur erhalten, aber nicht mehr verbessert werden. Deshalb geht es nicht mehr nur um die Qualitätskontrolle am Ende der Produktionskette, sondern um die Qualitätssicherung innerhalb des Produktionsprozesses mit sofortiger Korrektur von Fehlern bzw. Abweichungen (Prinzip von **HACCP**-Hazard Analysis Critical Control Point).

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für den integrativen Ansatz "safety from stable to table" bildet die **EU-Basis-Verordnung (VO (EG) Nr. 178/2002)**. Gemäß dieser Verordnung ist die Lebensmittelsicherheit vom Erzeuger bis zum Endverbraucher zu gewährleisten, was auch die Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und die Futtermittelherstellung für diese Tiere einschließt.

Tabelle 1: Die Verantwortung des Tierarztes für den Verbraucherschutz im Rahmen der Bestandsbetreuung

Komplex	Maßnahme
<b>Schutz vor Zoonosen</b> Salmonellen, Campylobacter, Yersinien, <i>Escherichia coli</i> , Toxoplasmen, Trichinellen, Erreger von Transmissiblen Spongiformen Enzephalopathien (TSE) u.a.	Reduzierung des Vorkommens von Zoonoseerregern im Bestand und Schaffung von Beständen, die frei sind von bestimmten Erregern
<b>Schutz vor Verbreitung und Aufnahme resistenter Bakterien</b>	verantwortungsvoller Umgang bzw. kontrollierter Einsatz von Antiinfektiva
<b>Schutz vor Aufnahme von Rückständen</b> Medikamente, Schwermetalle, Pestizide, Mykotoxine, endokrine Disruptoren u.a.	Entwicklung und Anwendung von Rückstandsminderungsprogrammen

## 1.2 Tiergerechte und umweltverträgliche Tierhaltung

Tier- und umweltgerechte Haltungsverfahren sind eine wesentliche Grundlage für die nachhaltige Erzeugung sicherer und qualitativ hochwertiger Lebensmittel. Weiterhin wird durch die Tier- und Umweltgerechtigkeit in zunehmendem Maß auch die Akzeptanz der Tierhaltung in der Gesellschaft mitbestimmt. Eine entscheidende Herausforderung vor der die Nutztierhaltung dabei steht ist es, gesellschaftliche Anliegen des Tier- und Umweltschutzes einerseits und betriebswirtschaftliche Anforderungen andererseits aufeinander abzustimmen.

Der Tier- und Umweltschutz ist im Artikel 20a des Grundgesetzes verankert. Dem Tierschutzgesetz liegt der **ethische Tierschutz** (Tier als Mitgeschöpf), d.h. die Gleichartigkeit zwischen Mensch und Tier zugrunde, besonders in der Angst- und Leidensfähigkeit (pathozentrisches Konzept). Der Mensch ist verantwortlich für den Schutz des Lebens und des Wohlbefindens der sich in seiner Obhut befindlichen Tiere. Niemand darf ohne **vernünftigen Grund** einem Tier Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen. Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, muss es seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen sowie über die dazu erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen. Die Anforderungen an Haltung, Ernährung und Pflege entsprechen dem Konzept der **Bedarfsdeckung** und **Schadensvermeidung** (Absicherung des Wachstums und des Lebenserhalts sowie Ermöglichung der Anpassung an einen Störfaktor oder der Bewältigung desselben).

**Tiergerecht** sind Haltungssysteme, wenn körperliche Funktionen und wichtige Verhaltensweisen nicht eingeschränkt werden, das Anpassungsvermögen nicht überfordert wird und keine Schmerzen, Leiden und Schäden entstehen. **Verhaltensgerecht** sind Haltungssysteme, wenn jedes Tier arttypisches Verhalten ausüben kann. Wird durch die Art der Haltung die erfolgreiche Auseinandersetzung mit der Umwelt oder die Ausübung arttypischen Verhaltens eingeschränkt, kann es zu einer Beeinträchtigung des **Wohlbefindens** und zu Erkrankungen kommen. Wohlbefinden ist durch Gesundheit und normales Verhalten gekennzeichnet, was einen ungestörten, artgemäßen und verhaltensgerechten Ablauf aller Lebensvorgänge voraussetzt. Die Freiheit von Schmerzen und Leiden ist somit eine Grundvoraussetzung für Wohlbefinden, für sich allein aber nicht ausreichend. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Größe von Tierbeständen einen deutlich geringeren Einfluss auf die Tiergesundheit und das Wohlbe-

finden hat als die unmittelbare Gestaltung des Haltungsumfeldes der Tiere und deren Betreuung durch den Menschen (Sachkunde und Spezialisierung der Tierhalter auf die zu betreuende Tierart). **Infektiöse Faktorenkrankheiten, Ethopathien** (Verhaltensstörungen) und **Tech-nopathien** (Körperschäden durch technische Einrichtungen) sind ein Zeichen dafür, dass die Anpassungsfähigkeit an nicht tiergerechte Haltungsbedingungen überschritten wurde.

Nutztierhalter sind verpflichtet im Rahmen betrieblicher Eigenkontrollen die Tier- und Verhaltensgerechtheit ihrer Tierhaltungen zu prüfen (§ 11 Abs. 8 Tierschutzgesetz). Als Prüfgröße hierfür sollen tierbezogene Indikatoren (tierbezogene **Tierschutzindikatoren**) dienen, mit denen direkt die Gesundheit und das Verhalten der Tiere beschrieben werden und somit unmittelbare Rückschlüsse auf das Wohlbefinden möglich sind. Auf Basis der Bewertung der erhobenen Indikatoren sind ggf. Maßnahmen für eine Verbesserung der Tier- und Verhaltensgerechtheit zu planen und umzusetzen. Hierdurch wird zum einen durch den Gesetzgeber die Verantwortung der Tierhalter für das Wohlbefinden der Nutztiere noch einmal deutlich betont. Zum anderen wird das in der Rechtssetzung und in der landwirtschaftlichen Praxis bisher genutzte Konzept der Anwendung von ressourcen- und managementbezogenen Tierschutzindikatoren, die nur mittelbare Rückschlüsse auf das Wohlbefinden der Tiere zulassen, grundlegend erweitert.

In der Europäischen Union geltende Mindestanforderungen für die Haltung von Nutztieren wurden in Deutschland in der Tierschutz-Nutztierverordnung umgesetzt. In dieser Verordnung werden die Grundanforderungen für die Haltung von Kälbern, Legehennen, Masthühnern, Schweinen, Kaninchen und Pelztieren beschrieben. EU-einheitliche Anforderungen, die über die gesetzlichen Mindeststandards für die Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere hinausgehen, wurden in der EG-Öko-Basisverordnung (**VO (EG) Nr. 834/2007**) und ihrer Durchführungsverordnung (**VO (EG) Nr. 889/2008**) festgelegt. Die in diesen Verordnungen beschriebenen Anforderungen sind für Tierhalter verpflichtend, die ihre Erzeugnisse unter dem Begriff bzw. dem Logo "ökologische/biologische Produktion" vermarkten. Grundlegende Merkmale der ökologischen/biologischen Tierhaltung sind u.a. die Beachtung eines hohen Tierschutzniveaus unter Berücksichtigung tierartspezifischer Bedürfnisse, die Nutzung extensiver Haltungsformen mit Bewegung, Auslauf und Einstreu, die Verwendung ökologisch/biologisch produzierter Futtermittel sowie die Bevorzugung von Naturheilverfahren (Tabelle 2). Spezifische Anforderungen an die Haltung der einzelnen Nutztierarten im Rahmen der ökologischen/biologischen Produktion (ökologischer Landbau) werden in den jeweiligen Kapiteln zur Haltungshygiene (Kapitel 16 - 24) beschrieben.

Weiterhin existieren auf nationaler Ebene verschiedene Initiativen für alternative Haltungsverfahren (z.B. "Initiative Tierwohl", Tierschutzlabel "Für Mehr Tierschutz"), die eine Verbesserung der Haltungsbedingungen der Nutztiere zum Ziel haben und dabei z.T. auch über die Anforderungen der ökologischen/biologischen Tierhaltung hinausgehen.

Tabelle 2: Grundlegende Merkmale der ökologischen/biologischen Tierhaltung (VO (EG) Nr. 834/2007)

- flächengebundene Tierhaltung zur Gewährleistung eines möglichst geschlossenen Betriebskreislaufs zwischen Boden, Pflanze und Tier (u.a. zur Vermeidung der Überdüngung und Überweidung)
- Beachtung eines hohen Tierschutzniveaus unter Berücksichtigung tierartspezifischer Bedürfnisse
- Erhaltung der Tiergesundheit (Krankheitsvorsorge) durch Stärkung der natürlichen Abwehrkräfte insbesondere durch regelmäßige Bewegung, Auslauf, Weidegang; Auswahl geeigneter Rassen zur Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten und Anwendung tiergerechter Haltungsverfahren (u.a. angemessene Besatzdichte, hochwertige Futtermittel)
- Krankheiten sind unverzüglich zu behandeln, wobei Naturheilverfahren bevorzugt anzuwenden sind, der Einsatz chemisch-synthetischer Tierarzneimittel einschließlich Antibiotika ist erlaubt, wenn die Anwendung von Naturheilverfahren ungeeignet ist
- unter Berücksichtigung der Witterungs- und Bodenverhältnisse ständiger Zugang zu Freigelände, vorzugsweise Weideland
- Verbot der Anbindung und Isolierung von Tieren, außer aus Sicherheits- und Tierschutzgründen und zum Zweck der tierärztlichen Behandlung
- möglichst kurze Dauer von Tiertransporten
- Verwendung ökologisch/biologisch hergestellter Futtermittel
- Verbot der Verwendung von Wachstumsförderern, synthetischen Aminosäuren und Milchaustauschern
- Verbot der Verwendung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) oder durch GVO hergestellte Erzeugnisse (Ausnahme Tierarzneimittel)

Die Haltungshygiene ist auch eng verbunden mit der **Umwelthygiene**, d.h. mit dem Schutz von Wasser, Boden und Luft vor Schäden, die von der Tierhaltung ausgehen können, z.B. durch Gülle und Schadgase.

Eine regional abgestimmte Kombination aus Tierhaltung und Pflanzenbau sichert einen schonenden und effizienten Umgang mit natürlichen Ressourcen. Über die Bereitstellung organischen Düngers (Reduktion des Einsatzes mineralischer Dünger, positive Beeinflussung der Humusbilanz) ergeben sich hier positive Umweltwirkungen aus der Tierhaltung. Stark steigende Tierbesätze je Flächeneinheit (viehdichte Regionen) führen dagegen i.d.R. zu einer stärkeren regionalen Belastung der Umwelt. In diesem Zusammenhang ist aber auch zu berücksichtigen, dass ein "viehloser" Ackerbau ebenfalls als nicht nachhaltig einzustufen ist. Ein Produktionsverfahren ist **umweltverträglich**, wenn Einträge von Nähr-, Schad- und Wirkstoffen die Selbstreinigungs- und Rezyklierungsfähigkeit der natürlichen Umwelt nicht überschreiten. Eine umweltgerechte Tierhaltung schließt dabei den minimierten Verbrauch von natürlichen Ressourcen ein und basiert auf einer regionalen Kreislaufwirtschaft bei der Erzeugung der Futtermittel und der Verwertung der tierischen Exkrememente. In der ökologischen/biologischen Tierhaltung ist der Tierbesatz so zu begrenzen, dass ein 170 kg Stickstoff entsprechender Dungeintrag je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche und Jahr nicht überschritten wird. Dieses entspricht beispielsweise einer maximalen Anzahl von 14 Mastschweinen bzw. 230 Legehennen je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche.

## 2 Antimikrobielle Systeme in der Tierhaltung - allgemeine und spezielle Infektionsprophylaxe

Antimikrobielle Systeme in der Tierhaltung umfassen Maßnahmen der allgemeinen und speziellen Infektionsprophylaxe. Mittels vorbeugender Maßnahmen sollen Infektionen und Erkrankungen durch Mikroorganismen verhindert werden. Durch eine optimierte Gestaltung antimikrobieller Systeme kann ein wesentlicher Beitrag zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung geleistet werden.

Antimikrobielle Schutzmaßnahmen basieren auf drei Säulen (Bild 2):

- I. Maßnahmen zur Verhinderung einer **Erregereinschleppung** in den Bestand und der **Erregerverbreitung (Biosecurity)**
- II. Aufrechterhaltung einer stabilen **Abwehrlage** der Tiere
- III. **Schutzimpfung** und **Paramunisierung**.

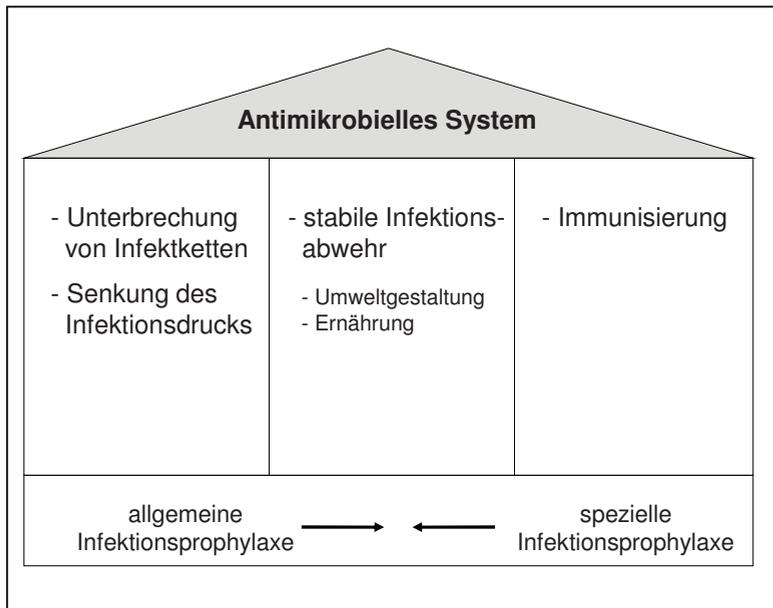


Bild 2: Die drei Säulen des antimikrobiellen Systems

Der Aufwand der antimikrobiellen Maßnahmen hängt ab von dem **Konzentrationsgrad** und dem Wert des Tierbestandes. Die Maßnahmen der allgemeinen Infektionsprophylaxe sollten in einer **Hygieneordnung** festgelegt und bei Durchführung einer **Hygieneanalyse** kontrolliert und falls notwendig angepasst werden. Im Rahmen der speziellen Infektionsprophylaxe entwickelte Immunisierungsschemata sollten auf der Basis einer fachlich fundierten Diagnostik im jeweiligen Tierbestand beruhen (integrierte tierärztliche Bestandsbetreuung). Nur so kann gewährleistet werden, dass sich die Immunisierungsmaßnahmen gegen die für den jeweiligen Bestand relevanten Problemerreger richten.

## 2.1 Maßnahmen zur Verhinderung einer Erregereinschleppung und Erregerverbreitung

### 2.1.1 Maßnahmen gegen eine Erregereinschleppung in den Tierbestand

Bei der **externen Absicherung** (Tabelle 3) steht die Verhinderung der Einschleppung von **Tierseuchen** in den Bestand (Bestandsabschirmung) im Vordergrund. Diese Anforderung ist schon bei der Standortwahl und Planung eines Betriebes zu beachten (Präventive). Gebiete mit hoher Dichte der betreffenden Tierart sind bei der Standortwahl nach Möglichkeit zu meiden (z.B. hohe Geflügeldichte: > 20 000 Tiere pro km<sup>2</sup>).

Tabelle 3: Maßnahmen der externen Absicherung

- Standortwahl (Distanzierung)
- räumliche Trennung einzelner Produktionsstufen (multisite production)
- Einzäunung des Betriebes, kontrollierter Fahrzeug- und Personenverkehr, Trennung des Produktions- vom Außenbereich, Anwendung des „Schwarz-Weiß-Prinzips“ (Trennung in reine und unreine Bereiche) mit Wechsel der Kleidung und Schuhe, mit Schleusen und Verladerrampen
- Zuführung gesunder Tiere (Quarantäne), künstliche Besamung und Embryotransfer in der Zucht
- Einsatz von mikrobiologisch überwachtem Futter sowie geeignetem Tränkwasser
- Fernhalten von Schadnagern, Vögeln u.a. Tieren (Maßnahmen der Desinfestation)

Eine Einschleppung von Erregern in den Bestand kann erfolgen durch:

- Einstallung von infizierten Tieren,
- kontaminierte Transportfahrzeuge, Geräte, Futter, Wasser, Luft (**unbelebte Vektoren**),
- Menschen, Ratten, Mäuse, Vögel, Katzen und Hunde, Insekten (**lebende Vektoren**).

Durch lebende und unbelebte Vektoren aber vor allem auch durch Tiertransporte und Personenverkehr können Infektionserreger in kurzer Zeit über große Distanzen verbreitet werden. Verschiedene *Salmonella enterica*-Serovare werden bei **Vögeln** (z.B. Tauben, Möwen, Finken, Sperlingen) gefunden. Shigatoxin-produzierende *E. coli* sind bei **Ratten** nachgewiesen worden, die identisch sind mit Isolaten von Kühen. Ratten sollen auch das H5N1-Virus übertragen. **Mücken** übertragen u.a. das Bluetongue-Virus und **Fliegen** das PRRS-Virus und das Virus der infektiösen Anämie. Mücken fliegen 1 bis 2 km, können aber durch den Wind bis zu mehreren 100 km getragen werden. Beim **Personenverkehr** (außer Tierarzt) sollte die 3-Tage-Regelung Beachtung finden, d.h. es sollte eine Pause von mindestens 3 Tagen zwischen Besuchen in Tierbeständen eingehalten werden. Auch der Tierarzt kann durch mangelnde Hygiene Infektionserreger (auch Seuchenerreger) einschleppen bzw. im Bestand verbreiten. Das „**Schwarz-Weiß-Prinzip**“ mit Kleidungswechsel für Personen ist ein wichtiges Element der Bestandsabschirmung. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Übertragung durch Gummistiefel mit Profilsohle, in denen sich Schmutz ansammelt, in dem Erreger durch Desinfektionsmittel nicht erreicht werden.

Bezüglich der aerogenen Übertragung von Infektionserregern und damit der Planung der Abstände zwischen epidemiologisch getrennt bewirtschafteten **Standorten der Tierhaltung** ist zu berücksichtigen, dass die Keimkonzentration in der Luft der Umgebung von Nutztierställen mit zunehmender Entfernung zwar exponentiell abnimmt, aber auch dass beispielsweise in Hauptwindrichtung von größeren Mastgeflügelställen in 300 m Entfernung regelmäßig noch stallspezifische Keime nachgewiesen werden können. MKS-Viren können aber offensichtlich

unter besonderen meteorologischen und topografischen Bedingungen über erheblich größere Entfernungen (bis über 100 km) verdriftet werden.

### 2.1.2 Maßnahmen gegen eine Erregerausbreitung im Tierbestand

Maßnahmen der **internen Absicherung** (Tabelle 4) dienen in erster Linie zur Bekämpfung der Erreger von **infektiösen Faktorenkrankheiten**, d.h. der Reduzierung des **Infektionsdrucks** sowie der Unterbrechung von **Infektketten** im Tierbestand. Hier sind die Maßnahmen der Reinigung und Desinfektion im Zusammenhang mit dem „**Alles-Rein-Alles-Raus-Prinzip**“ hervorzuheben.

Eine Übertragung der Erreger erfolgt in erster Linie durch direkten Kontakt zwischen den Tieren und aerogen in Form von Tröpfcheninfektionen. Als weitere Übertragungswege sind auch Geräte, Sperma, Overall und Schuhe zu nennen. Durch mangelnde Hygiene bei tierärztlichen Maßnahmen können ebenfalls Krankheitserreger im Bestand verbreitet werden (**iatrogen**). So ist das Bluetongue-Virus durch Injektionen übertragbar. Auch die Übertragung durch Mücken und Fliegen im Stall ist von Bedeutung. Fliegen können *E. coli* O175:H7 innerhalb wie außerhalb von Rinderställen übertragen (bis zu  $1,5 \times 10^5$  KBE/Fliege).

Tabelle 4: Maßnahmen der internen Absicherung

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinigung und Desinfektion sowie Schädlingsbekämpfung (Desinfestation)</li> <li>- „Alles-Rein-Alles-Raus-Prinzip“</li> <li>- Reduzierung des Kontakts der Tiere mit ihren Ausscheidungen</li> <li>- Vermeidung von Überbelegung (crowding diseases)</li> <li>- Krankenisolierung (Risikotiere)</li> <li>- Tierkörperbeseitigung (schnelle Entfernung verendeter Tiere aus dem Bestand)</li> <li>- Vermeidung immunsupprimierender Haltungsbedingungen</li> </ul> |
|---|

### 2.2 Aufrechterhaltung einer stabilen Abwehrlage der Tiere

Die Immunabwehr soll verhindern, dass Tiere infiziert werden bzw. an einer Infektionskrankheit erkranken. Bei einer aktiven Schutzimpfung soll durch die verschiedenen Mechanismen der Immunabwehr ein stabiler Impfschutz etabliert werden. Bedingungen, die zu einer Beeinträchtigung der Funktion des Immunsystems führen, sind daher zu vermeiden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Immunsystem zu den physiologischen Systemen des Organismus gehört, das sehr stark auf Umwelteinflüsse einschließlich Stress (Distress) reagiert. Aus diesem Grunde können Maßnahmen, die das Haltungsumfeld der Tiere optimieren und zu einer Reduktion der Stressbelastung führen auch die Empfänglichkeit dieser gegenüber verschiedenen Infektionskrankheiten beeinflussen. Daher werden Forschungstätigkeiten, die die Immunkompetenz von Tieren in Abhängigkeit von ihren Haltungsbedingungen beurteilen, an Bedeutung gewinnen.

Eine Auswahl verschiedener Stressoren und ihre in Untersuchungen nachgewiesenen Auswirkungen auf das Immunsystem sind nachfolgend dargestellt:

- Temperaturbelastung bei Schafen und Schweinen
  - Verminderung der Lymphozytenreaktivität
- verringertes Platzangebot bei Kälbern
  - Reduktion der T-Lymphozytenproliferation
- zufällige Neugruppierung von Schweinen
  - Verschlechterung des Impferfolgs gegenüber der Aujeszky-Krankheit und erhöhte Anfälligkeit gegenüber dieser Erkrankung
- Transportstress bei Kälbern
  - verminderte Immunreaktivität (starke Verringerung der IL2-Rezeptoren auf peripheren Lymphozyten).

### 2.3 Schutzimpfung und Paramunisierung

Schutzimpfungen haben sich als eine der effektivsten Maßnahmen zur Verhütung übertragbarer Krankheiten, einschließlich verschiedener Tierseuchen, erwiesen. Im Rahmen der speziellen Infektionsprophylaxe kommt dabei der **aktiven Schutzimpfung** (aktive Immunisierung) eine zentrale Bedeutung zu. Bei dieser Form der Immunisierung wird der Organismus durch die Verabreichung von Vakzinen (Impfstoffen) aktiv zur Immunitätsbildung angeregt. In den Vakzinen sind Antigene (abgetötete Erreger, abgeschwächte lebende Erreger, gentechnisch hergestellte Erreger, Toxoide) enthalten, die im Organismus die Bildung spezifischer Antikörper induzieren, wodurch eine belastbare Immunität ausgebildet werden soll. Die Dauer der Immunität ist abhängig vom Erreger und der Art des Impfstoffes (einige Monate bis Jahre) und kann durch erneute Antigenverabreichung wieder schnell angehoben werden (**Boosterung**, immunologisches Gedächtnis).

Tierimpfstoffe unterliegen grundsätzlich der Zulassungspflicht, wobei zwischen nationalen und EU-weiten Zulassungen unterschieden wird. Nationale Zulassungsbehörde ist das Paul Ehrlich-Institut. Auf seiner Homepage veröffentlicht die Behörde die in Deutschland zugelassenen Impfstoffe nach Tierarten geordnet einschließlich spezifischer Produktinformationen der Hersteller. Eine Ausnahme für die Zulassungspflicht von Vakzinen besteht für sogenannte **bestandsspezifische Impfstoffe**. Hierbei handelt es sich um inaktivierte Impfstoffe, die unter Verwendung eines aus einem gegebenen Bestand (epidemiologische Einheit) isolierten Krankheitserregers hergestellt wurden und ausschließlich in diesem Bestand eingesetzt werden dürfen. Weiterhin dürfen bestandsspezifische Impfstoffe nur eingesetzt werden, wenn zugelassene Impfstoffe nicht zur Verfügung stehen bzw. wenn diese aufgrund der Typenvielfalt der Erreger nicht ausreichend wirksam sind. Typische Einsatzgebiete bestandsspezifischer Impfstoffe sind die Verhütung von Jungtierkrankheiten (u.a. Neugeborenenendurchfälle), infektiöse Atemwegserkrankungen und Salmonellosen. Eine besondere Form der bestandsspezifischen Impfstoffe sind die **Autovakzine**. Hier wird der Impfstoff nur bei dem Tier eingesetzt aus dem der Erreger für die Herstellung der Vakzine isoliert wurde.

Hinsichtlich der Applikation von Impfstoffen stehen auch Verfahren für die Behandlung großer Tierbestände zur Verfügung. Hierzu zählen insbesondere die Immunisierung über das Tränkwasser und die Spray- bzw. Aerosolapplikation. Eine relativ neue Form der Immunisie-

rung stellt die in ovo Applikation von Geflügelimpfstoffen dar (Impfung gegen die Marek'sche Krankheit am 18. Embryonaltag in der Broilerindustrie der USA und Asiens). Hierbei können in ovo Injektoren bis zu 50000 Embryonen pro Stunde impfen.

Ein wichtiger Faktor bei der Immunisierung von Tierbeständen ist, dass alle Tiere des Bestandes in die Impfung mit einbezogen werden. Dieses ist, in Kombination mit der Etablierung und Aufrechterhaltung angemessener Hygiene- und Haltungsbedingungen, Voraussetzung für die Ausbildung einer belastbaren **Bestandsimmunität**. Bezüglich der Wirksamkeit von Schutzimpfungen ist dabei grundsätzlich zu betonen, dass diese ein schlechtes Management, unzureichende Haltungs- und Hygienebedingungen sowie Fehler in der Fütterung nicht kompensieren können.

Gegenüber der aktiven Schutzimpfung wird die **passive Schutzimpfung** in der Praxis seltener angewendet. Hier wird durch die parenterale Verabreichung von spezifischen Antikörpern (Immunsereen, spezifische Gammaglobuline) beim Empfänger sofort eine Immunität gegen die entsprechende Infektionskrankheit aufgebaut. Daher können die Präparate auch zu therapeutischen Zwecken eingesetzt werden. Die Immunität hält aber nur wenige Wochen an, ein immunologisches Gedächtnis besteht nicht. Anwendungsgebiete für die passive Schutzimpfung sind u.a. infektiöse Neugeborenen- und Aufzuchtkrankheiten (z.B. Kälberdurchfälle, Fohlenlähme bzw. -septikämie), Tetanus, Rotlauf sowie Staupe. Die zur passiven Schutzimpfung zugelassenen Seren werden ebenfalls auf der Homepage des Paul-Ehrlich-Instituts veröffentlicht. In Notfällen (z.B. Tetanus) kann auch eine gleichzeitige Anwendung der aktiven und passiven Schutzimpfung erfolgen (**Simultanimpfung**). Hier wird der sofort einsetzende, aber auf kurze Zeit begrenzte Schutz der passiven Schutzimpfung mit der langanhaltenden sich aber zeitlich verzögert aufbauenden Immunität der aktiven Schutzimpfung kombiniert.

Am Friedrich-Loeffler-Institut wurde 2015, in Anlehnung an die Humanmedizin, **eine ständige Impfkommision** für den Veterinärbereich eingerichtet. Aufgabe der Kommission ist insbesondere die Herausgabe von Empfehlungen gegen welche Krankheiten unter Berücksichtigung der jeweils gegebenen epidemiologischen Situation geimpft werden sollte. Dieses schließt die Aufstellung von Impfkalendern, die Beschreibung von Indikatoren und Gegenanzeigen sowie Anleitungen zur Durchführung der empfohlenen Impfungen mit ein.

Für eine erfolgreiche Abwehr von Infektionen sind neben den Mechanismen der spezifischen auch die der unspezifischen Immunität von Bedeutung. Letztere führen zur sogenannten **Paramunität**. Hierunter wird der erworbene Zustand eines nichterreger- und nichtantigenspezifischen Schutzes gegenüber Infektionserregern und Antigenen verstanden. Die gezielte Erhöhung dieses Schutzes wird als Paraminisierung bzw. paraspezifische Schutzimpfung bezeichnet. Die Paraminisierung ist durch einen raschen Wirkungseintritt (6 - 12 h) gekennzeichnet. Die Wirkung selbst hält aber nur einige Tage an, Boostereffekte treten nicht auf. Die Anwendung der Paraminisierung kann direkt nach einer aktiven Schutzimpfung erfolgen, um die Schutzlücke bis zum Aufbau eines belastbaren Impfschutzes zu überbrücken. Situationen, in denen der Organismus einem zeitlich begrenzten Stressor ausgesetzt ist (z.B. Transportstress, Neugruppierung) stellen ein weiteres mögliches Einsatzgebiet für die Paraminisierung dar. Für die Paraminisierung ist zurzeit ein Präparat auf der Basis von Parapoxviren für die Anwendung bei Hund, Katze, Pferd, Rind und Schwein zugelassen.

### 3 Verfahren zur Inaktivierung von Mikroorganismen und Parasitenstadien

In der Praxis werden verschiedene biologische, chemische und physikalische Verfahren angewendet, um die Konzentration von unerwünschten Mikroorganismen und Parasitenstadien (Erreger von Infektionskrankheiten, Verderbniserreger) auf ein hygienisch akzeptables Maß zu reduzieren. Je nach dem Grad der Konzentrationsreduktion kann dabei grundsätzlich zwischen Sterilisation und Desinfektion unterschieden werden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Inaktivierung, Sterilisation und Desinfektion

<b>Inaktivierung:</b>	Zerstörung der biologischen Aktivitäten von Mikroorganismen und nichtzellulären biologischen Agenzien
<b>Sterilisation:</b>	Abtötung bzw. Entfernung aller Mikroorganismen
<b>Desinfektion:</b>	Reduktion der Zahl von Mikroorganismen, Abtötung von pathogenen Mikroorganismen

Ist eine Abtötung bzw. Entfernung aller vorhandenen Mikroorganismen einschließlich der widerstandsfähigen Bakteriosporen beabsichtigt, wie bei der Behandlung chirurgischer Instrumente, der Herstellung von Injektionslösungen oder der dauerhaften Haltbarmachung von Lebensmitteln, wird die **Sterilisation** gewählt. Zur Sterilisation kommen physikalische Verfahren wie Temperatureinwirkung über 100 °C (trockene Hitze, gespannter Dampf), ionisierende Strahlung sowie chemische Verfahren, wie die Begasung mit Ethylenoxid und das Einlegen in hochwirksame Chemikalien zur Anwendung (Bild 3).

Selbst wenn alle infektiösen Agenzien abgetötet wurden, können evtl. Bestandteile dieser biologisch aktiv bleiben, wie z.B. Endotoxine gramnegativer Bakterien (potente Pyrogene) nach der Dampfsterilisation. Die Sterilisation bezieht sich also auf lebensfähige Organismen, wohingegen die **Inaktivierung** auch die Zerstörung der Aktivität von nichtzellulären biologischen Agenzien einschließt.

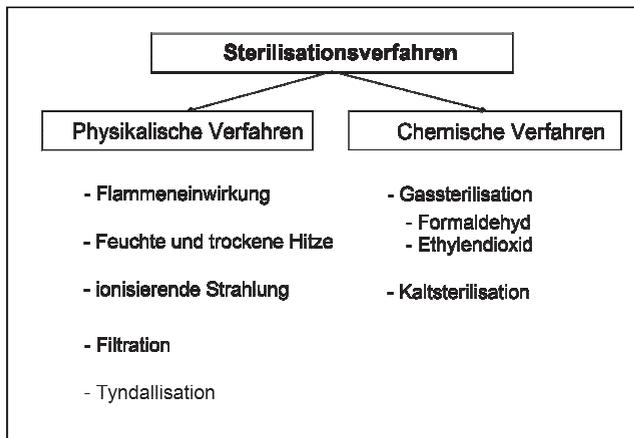


Bild 3: Sterilisationsverfahren

Die **Desinfektion** soll durch die Anwendung chemischer bzw. physikalischer Methoden (Bild 4) zur Schädigung der Erreger von Infektionskrankheiten aber auch von Verderbniserregern führen. Im engeren Sinne sollen pathogene Keime durch Eingriffe in deren Stoffwechsel oder deren Struktur derart verändert werden, dass sie nicht mehr infizieren können. Im Fall einer **Seuchendesinfektion** ist die selektive Unschädlichmachung eines bestimmten Erregers das Ziel.

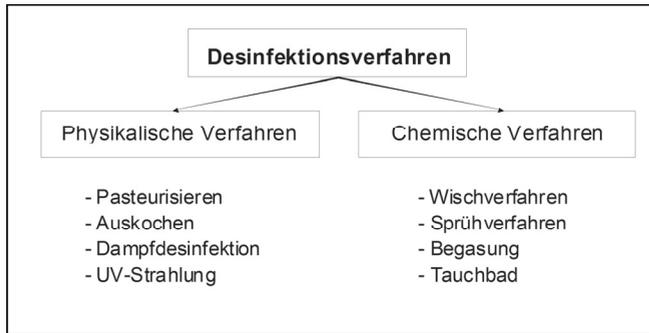


Bild 4: Desinfektionsverfahren

Ist eine Behandlung oder ein Verfahren gezielt auf Abtötung von Bakterien, Bakteriosporen, Viren oder Pilzen gerichtet, so spricht man von **Bakterizidie**, **Sporozidie**, **Viruzidie** bzw. **Fungizidie**. Erreicht man mit einer Behandlung nur eine meist kurzfristige Vermehrungshemmung, so spricht man von **Bakterio-**, **Sporo-** oder **Fungistase**. In der Chirurgie werden auch die Begriffe **Aseptik** und **Antiseptik** verwendet, wobei Aseptik die Sterilisation von Instrumenten und Verbandsmaterial beinhaltet und Antiseptik die Desinfektion des Operationsumfeldes einschließlich der Körperoberflächen.

Bei der **Reinigung** handelt es sich um die Entfernung von Schmutz mit eingeschlossenen Mikroorganismen. Die Reinigung ist eine Grundvoraussetzung für die Wirkung chemischer Desinfektionsmittel. Oberflächen werden so weit von anhaftendem Schmutz gereinigt, dass die auf der Oberfläche haftenden Mikroorganismen von dem Desinfektionsmittel erreicht werden können.

### 3.1 Physikalische Verfahren

#### 3.1.1 Anwendung von Hitze

Der Anwendung von Hitze kommt unter den physikalischen Sterilisations- und Desinfektionsverfahren die größte praktische Bedeutung zu. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Mikroorganismen eine unterschiedliche Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperatureinwirkungen aufweisen und dass je nach Anwendungsart der Hitze (trockene oder feuchte Hitze) unterschiedliche Temperaturen und Anwendungszeiten zu deren Abtötung notwendig sind.

#### Flammeneinwirkung

Es kommen das Verbrennen, Ausglühen und Abflammen zur Anwendung. **Abflammen** kann zur Behandlung von hitzeresistenten Oberflächen im Stall genutzt werden. **Verbrennen** von wertlosen Gegenständen, z.B. beim Ausbruch von Tierseuchen, ist eine sichere und effektive Methode zur Abtötung von Krankheitserregern. Ausglühen von Impfen ist ein gängiges Verfahren in der mikrobiologischen Arbeitspraxis.

### Feuchte Hitze

Bezüglich der Resistenz gegenüber feuchter Hitze können Mikroorganismen in verschiedene Resistenzstufen eingeteilt werden. Tabelle 6 zeigt eine solche Einteilung sowie in der Praxis gängige Verfahren zur Abtötung von Mikroorganismen der jeweiligen Resistenzstufe.

Feuchte Hitze wird u.a. beim Auskochen, bei der Dampfdesinfektion und bei der Dampfsterilisation angewendet. Das **Auskochen** ist ein praxistaugliches Verfahren für kleinere Gegenstände und Materialien. Sodazusatz (0,5%) verstärkt den Reinigungs- und Desinfektionseffekt. Bei **Dampfdesinfektionsverfahren** (Dampfströmungsverfahren, Dampf-Kreislauf-Verfahren, fraktionierte Vakuum-Verfahren) erfolgt die Desinfektion in speziellen Apparaten, z.B. Dampftopf, mittels feuchter Heißluft oder gesättigtem Dampf. Verfahren dieser Art und ihre Anwendungsbereiche sind in der "**Liste der vom Robert-Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren**" (Stand 2013) beschrieben. Typische Anwendungsgebiete dieser Verfahren sind die Desinfektion von Geräten, Wäsche und mikrobiologischen Nährmedien. Bei der **Dampfsterilisation (Autoklavieren)** wird in **Autoklaven** mit gesättigtem gespanntem Wasserdampf bei 121 bzw. 134 °C gearbeitet. Bei Einwirkzeiten von 60 min wird hierbei auch eine hinreichende Abtötung von Prionen erreicht (Tabelle 7). Anlagen zur Dampfsterilisation (Autoklaven) sind in den Normen DIN EN 285 "Sterilisation, Dampf-Sterilisatoren, Groß-Sterilisatoren" und DIN EN 13060 "Dampf-Klein-Sterilisatoren" ausführlich beschrieben. Sowohl bei der Dampfdesinfektion als auch bei der Dampfsterilisation müssen die zu behandelnden Gegenstände so angeordnet werden, dass der Dampfzutritt nicht behindert wird. Die Bildung von Luftinseln ist zu vermeiden, da Luft gegenüber Wasserdampf eine schlechte Wärmeleitfähigkeit aufweist.

Tabelle 6: Resistenzstufen von Mikroorganismen gegenüber feuchter Hitze und in der Praxis angewandte Verfahren zu deren Abtötung

Stufe	Mikroorganismen	Temperatur und Einwirkzeit	Praxisverfahren
1	alle vegetativen Bakterien, Pilze, Viren, Parasiten	z.B. Heißwasser, 80 °C, 10 min  Auskochen, 100 °C, 3 min	thermische Desinfektion von Wäsche, Geschirr thermische Desinfektion von Instrumenten,
2	Milzbrandsporen	z.B. strömender Wasserdampf 100 °C, 15 min	Dampfdesinfektionsverfahren
3	Gasbrand- und Tetanussporen	gespannter Wasserdampf 121 °C, 15 - 20 min oder 134 °C, 3 - 5 min	Dampfsterilisation
4	höchst thermoresistente Bakterien und infektiöse Prionen	z.B. gespannter Wasserdampf 134 °C, 60 min	längere Dampfsterilisation

### Trockene Hitze

Trockene Hitze in Form von **Heißluft** wird u.a. zur Sterilisation von chirurgischen Instrumenten und Glaswaren für die mikrobiologische Diagnostik verwendet (**Heißluftsterilisation**). Da Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, sind hierbei höhere Temperaturen und längere Ein-