

4. Ergebnisse

4.1 Erfahrungen zur Methodik

Die Probennahmetechnik gestattete die Isolierung einer genügenden Anzahl von Enterokokken bei allen Nutztierarten. Zu befriedigen vermochte ebenfalls die Selektivität des CATC-Agar für Enterokokken. Auch das beschriebene Wachstum der Enterokokken in Form einer Schleimzopfbildung in der NaCl-Bouillon ließ sich gut erkennen. Nach anfänglichen Schwierigkeiten war die gelbe Pigmentierung der verschiedenen Enterokokkenarten eindeutig feststellbar. Es konnten alle Isolate aus der eingefrorenen Stammkultur zur weitergehenden Untersuchung verwendet werden. Die Auswahl der vier Zucker L-Arabinose, α -D-Methylglucopyranosid, D-Raffinose und Mannitol zum Vorscreening der isolierten Stämme erwies sich als sehr sinnvoll, da sie eine Voridentifizierung der verschiedenen Spezies ermöglichte. Auf der Mikrotiterplatte erwies sich die Reaktion der einzelnen Isolate für diese Zucker fast immer mit dem Vorscreening identisch. Das halbmaschinelle Anfertigen der Mikrotiterplatten mit den verschiedensten Verdünnungsstufen der Antibiotika blieb unproblematisch. Die gefertigten Mikrotiterplatten zeigten keine bakteriellen Verunreinigungen und die Wirksamkeit der Antibiotika darin schien lange erhalten zu bleiben. Unerlässlich zur Prüfung der Wirksamkeit der Antibiotika war das Mitführen der Kontrollstämme für jeden Tagesansatz, die Kontrollstämme wuchsen auf den gefertigten Mikrotiterplatten verlässlich. Im Rahmen der PFGE-Untersuchungen entstanden klare Bilder mit scharfen Banden, nachdem die Methodik insoweit modifiziert wurde, als die Isolate in der Agarose nicht mehr in Form geschnittener Blöckchen in die Slots gesetzt, sondern als geschmolzene Substanz eingefüllt wurden.

4.2 Zuordnung der Isolate zur Gattung *Enterococcus* und den verschiedenen Spezies

Alle im Anhang aufgeführten Isolate gehören dem Genus *Enterococcus* an. Sie sind galletolerant, pyrasepositiv und wachsen in 6,5 %iger NaCl-Bouillon. Für sämtliche Stämme liegen die biochemischen Reaktionen vor, die eine Zuordnung zu den Spezies gemäß der Tabelle 20 Zusammenstellung der Stoffwechseleigenschaften ermöglichten. Einige Isolate konnten nicht eindeutig einer Spezies, aber dem Genus zugeordnet werden, sie sind als *Enterococcus subspezies* bezeichnet.

Tabelle 25: Speziesverteilung der in die Empfindlichkeitsprüfung eingeflossenen Enterokokken in Abhängigkeit von der Tierart

Spezies	Masthähnchen	Jungrind	Mastschwein
<i>E. faecium</i>	33	23	40
<i>E. faecalis</i>	50	37	70
<i>E. durans</i>	22	4	4
<i>E. hirae</i>	13	22	19
<i>E. casseliflavus</i>	19	49	11
<i>E. gallinarum</i>	6	20	21
Sonstige E.	8	11	17
Summe	151	166	182

Als vorherrschende Enterokokkenspezies stellte sich, wie aus der Tabelle 25 und den Abbildungen 4 und 6 ersichtlich, beim Mastgeflügel und Mastschwein *E. faecalis* gefolgt von *E. faecium* dar. Die *E. faecium*- Stämme besaßen bei den beiden Tierarten einen Anteil von 22 % an den Gesamtisolaten. *E. faecalis*-Stämme machten ungefähr ein Drittel der Enterokokkenstämme aus. Bei den Jungrindern ergab sich ein anderes Verteilungsmuster (siehe Abbildung 5). *E. casseliflavus* bildete die vorherrschende Enterokokkenspezies mit 30 %, gefolgt von *E. faecalis* mit 22 %. Bei dem Mastgeflügel lag, wie in der Abbildung 4 ersichtlich, das Vorkommen von *E. casseliflavus* auf ungefähr demselben Niveau wie das von *E. durans* und *E. hirae*, während *E. gallinarum* nur mit 4 % vorkam. Generell konnten andere Enterokokkenspezies nur in geringem Maße isoliert werden, dies lag sicherlich auch im Zuschnitt der angewandten Methodik auf *E. faecalis* und *E. faecium*, *E. durans*, *E. hirae*, *E. casseliflavus* und *E. gallinarum* begründet. Als weitere Enterokokkenarten, die isoliert wurden und in der Tabelle 25 unter sonstige aufgeführt sind, wären zu nennen: *E. raffinosus*, *E. avium*, *E. pseudoavium*, *E. mundtii*, *E. malodoratus*. Auf eine Differenzierung zwischen *E. casseliflavus*-Stämmen und *E. flavescens*-Stämmen wurde verzichtet, weil dies nur mittels PCR einwandfrei möglich ist.

4.3 Glykopeptidresistenz der untersuchten Enterokokken

Das Vorkommen vancomycinresistenter Enterokokken aus den Rektum- bzw. Caecumproben der untersuchten Nutztierarten stellte sich, wie folgt, dar:

Tabelle 26: Vorkommen von VRE in allen Rektum- bzw. Caecumproben

Art	Probenanzahl	VRE pos. Proben	Prozent. Anteil
Masthähnchen	18	8	44 %
Mastschwein	32	4	12,5 %
Jungrind	31	1	3 %

VRE = Vancomycinresistente Enterokokken mit einem MHK-Wert ≥ 16 $\mu\text{g/ml}$ nach DIN

Von den untersuchten 18 Caecumproben beim Masthähnchen waren aus 8 Proben vancomycinresistente Enterokokken nachweisbar, dies macht einen Anteil von 44 % positiven Proben aus. Bei Mastschwein betrug der Anteil positiver Proben 12,5 % und beim Jungrind 3 %. Bei Mastschweinen und Jungrindern war als vancomycinresistente Spezies lediglich *E. faecium* vertreten, während beim Geflügel *E. faecium*, *E. durans* und *E. hirae* vorkamen. Im einzelnen waren bei den Masthähnchen 20 vancomycinresistente *E. durans*-Stämme, 2 *E. hirae*-Stämme und *E. faecium*-Stämme nachweisbar.

Das Vorkommen vancomycinresistenter Enterokokken auf den Schlachtkörperoberflächen bzw. in den Halshautproben der untersuchten Nutztierarten stellt sich, wie folgt, dar:

Tabelle 27: Vorkommen von VRE in allen untersuchten Schlachtkörperoberflächenproben

Art	Probenanzahl	VRE pos. Proben	Prozent. Anteil
Masthähnchen	18	2	11 %
Mastschwein	32	0	-
Jungrind	31	0	-

VRE = Vancomycinresistente Enterokokken mit einem MHK-Wert ≥ 16 $\mu\text{g/ml}$ nach DIN

Lediglich in 11 % der Halshautproben beim Masthähnchen ließen sich vancomycinresistente Enterokokken – und zwar *E. durans* - nachweisen, ansonsten waren auf den Schlachtkörperoberflächen keine unempfindlichen Keime zu finden. Die zwei positiven Halshautproben zeigten sich ebenfalls in der Caecumprobe beim gleichen Masthähnchen VRE-positiv, somit kann hier eine Kontamination der Körperoberfläche durch die Schlachtung ausgeschlossen werden.

Der Vergleich der beiden Tabellen 26 und 27 läßt erkennen, daß die Schlachtkörperoberfläche der Nutztiere in geringem Grade mit vancomycinresistenten Enterokokken behaftet ist, denn sie konnten dort ausschließlich bei Masthähnchen nachgewiesen werden.

Abbildung 4: Speziesverteilung der Enterokokken beim Mastgeflügel

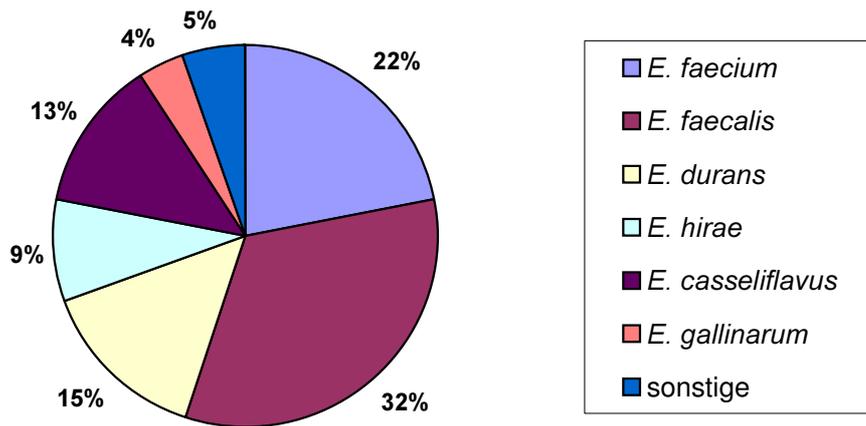


Abbildung 5: Speziesverteilung der Enterokokken beim Jungrind

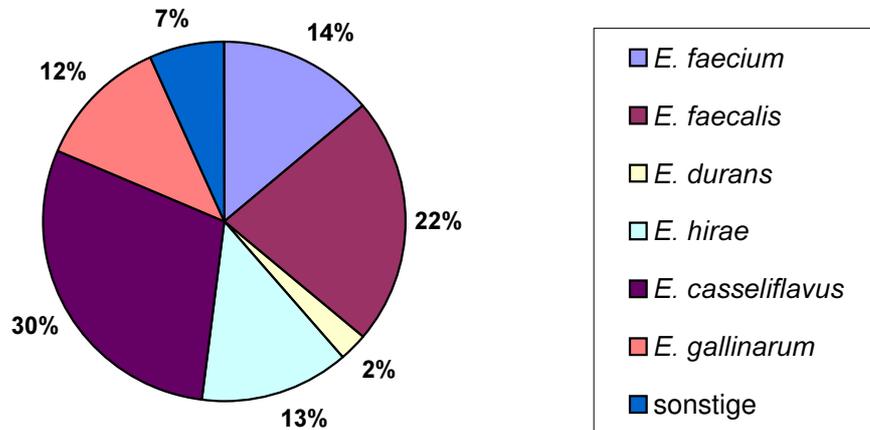
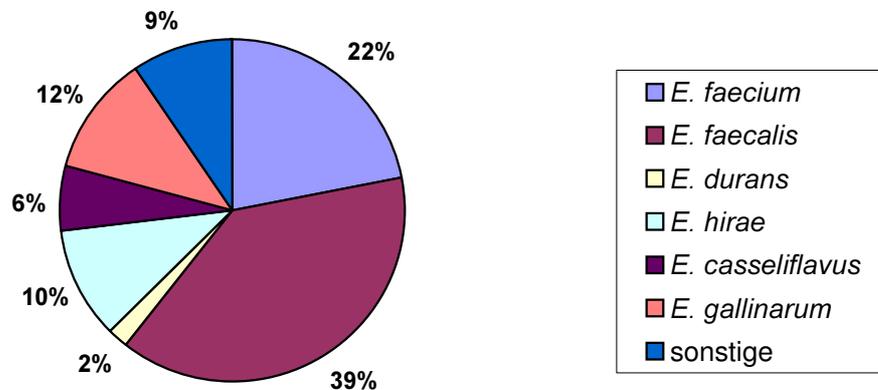


Abbildung 6: Speziesverteilung der Enterokokken beim Mastschwein



4.4 Empfindlichkeitsprüfung gegen verschiedene Antibiotika

Tabelle 28: Festlegung eigener Grenzwerte im Vergleich zu anderen Studien und Literaturangaben

	NCCLS	NCCLS Animal	DIN	DANMAP 2000	DANMAP 1997	BUTAYE	Eigene Grenzwerte
Antibiotika µg/ml	R ≥	R ≥	R ≥	R ≥	R ≥	R ≥	R ≥
Penicillin	16	16	-	16	16	-	16
Ampicillin	16	16	-	-	16	-	16
Augmentan	16	8/4	4	-	-	-	16
Enrofloxacin	4	2	-	-	-	-	2
Gentamicin	-	16	8	1024	1024	-	16
Streptomycin	-	-	-	2048	2048	-	16
Tetracyclin	16	16	-	16	16	-	16
Erythromycin	8	8	-	8	8	-	8
Tylosin	-	-	-	-	8	-	8
Spiramycin	-	-	-	-	32	-	8
Cotrimoxazol	-	4/76	128	-	-	-	128
Chloramphenicol	32	32	-	32	32	-	32
Vancomycin	32	32	-	32	32	-	32
Teicoplanin	32	-	-	-	32	-	32
Avoparcin	-	-	-	-	16	-	16
Synercid	4	-	-	4	4	-	4
Avilamycin	-	-	-	16	16	-	16
Tiamulin	-	16	-	-	-	-	16
Bacitracin	-	-	-	128	128	8 (1999)	8
Flavomycin	-	-	-	16	16	-	16
Salinomycin	-	-	-	16	16	1 (1999)	16
Monensin	-	-	-	-	32	-	32
Virginiamycin	-	-	-	8	8	16 (2000b)	4

Synercid = Quinupristin/Dalfopristin, Cotrimoxazol = Trimethoprim/Sulfamethoxazol, Augmentan = Amoxicillin/Clavulansäure, R = antibiotikaresistent

Für die in dieser Studie zu untersuchenden Feldstämme (Tabelle 28) sind eigene Grenzwerte aus DANMAP 2000, DANMAP 1997, NCCLS 2000, NCCLS Doc. M31-A19 1999, DIN 58940 (2000) und BUTAYE et al. (1999; 2000b) abgeleitet worden. Primär wurden die Grenzwerte aus NCCLS A 1999 für die eigene Festlegung genutzt, da sie für aus Tieren isolierte Enterokokken definiert wurden. BUTAYE et al. (1999; 2000b) empfahlen speziell für *Enterococcus faecium* und *Enterococcus faecalis* Grenzwerte für Bacitracin und Salinomycin aufgrund epidemiologischer Untersuchungen. Für Virginiamycin schlugen sie einen Grenzwert von 16 µg/ml vor, da auch mit Resistenzgenen versehene *E. faecium*-Stämme durch Konzentrationen in dieser Höhe gehemmt werden konnten. Für die Antibiotika Tylosin und Spiramycin wurde der Grenzwert des Makrolides Erythromycin übernommen und für Streptomycin der NCCLS A-Grenzwert des Aminoglykosides Gentamicin.

Tabelle 29: Beispiele multiresistenter *E. faecium* -Stämme von Nutztieren

Antibiotika	Stämme aus Masthähnchen					Stämme aus Jungrindern					Stämme aus Mastschweinen				
	G021c	G081vd	CG091vc	G112b	G121e	K131va	CK121b	CK152a	CK141c	K221e	CS171va	CS191va	S321va	CS201a	CS212b
Glykopeptide	X	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-
Makrolide	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	-	X	X	X	X
Aminoglykoside	X(STREP)	X(STREP)	X	X(STREP)	X (STREP)	X(STREP)	X(STREP)	X(STREP)	X	X(STREP)	X	X	X(STREP)	X	X
Ampicilin	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	-
Penicillin	X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-
Tetracyclin	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X
Chloramphenicol	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X
Cotrimoxazol	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	X
Enrofloxacin	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X
Streptogramine	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	X
Avilamycin	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X	X	X	-	X	X
Flavophospholipol	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ionophore	X(MON)	X(MON)	X	X(MON)	X	X(MON)	X(MON)	X(MON)	X(MON)	X(MON)	X	X	X(MON)	X	X
Bacitracin	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

X = resistent, X(MON) = resistent nur gegen Monensin, X(STREP) = resistent nur gegen Streptomycin

Eine Reihe der isolierten Enterokokkenstämme wiesen erhebliche Multiresistenzen gegen die verschiedenen Antibiotikasubstanzklassen auf. Multiresistent ist definiert mit einer Resistenz gegen mindestens 4 Antibiotikasubstanzklassen. In der Tabelle 29 sind je 5 *E. faecium*-Stämme der unterschiedlichen Nutztierarten mit ihren Multiresistenzen dargestellt. Besonders der Stamm CS191va, isoliert aus einem Mastschwein, erwies sich gegen alle untersuchten Antibiotikasubstanzklassen resistent, lediglich Bacitracin zeigte sich wirksam. Ein ähnliches Bild ergab sich bei der Betrachtung der Resistenzeigenschaften vom Stamm G112b, isoliert vom Masthähnchen, gegen den nur noch die Klasse der Glykopeptide effektiv war.

Aufgrund der Tabellen 30, 31, 32, 33, 34, 35 und 36 können Aussagen zum Antibiotikaresistenzverhalten der einzelnen Enterokokkenspezies der verschiedenen Nutztierarten abgeleitet werden. In diesen Tabellen sind als Parameter MHK-Range, MHK_{50} und MHK_{90} angegeben, um die Daten besser mit anderen Studien vergleichen zu können. Weiterhin wurde die Prozentzahl antibiotikaresistenter Isolate nach den eigenen Grenzwerten ermittelt und aufgelistet. Generell läßt sich feststellen, daß Erythromycin, Tylosin und Spiramycin bei allen untersuchten Enterokokkenspezies und Tierarten ein sehr ähnliches Resistenzverhalten zeigten und somit als Vertreter der Makrolide nur Erythromycin weiter betrachtet zu werden braucht. Diese Gleichartigkeit erklärte sich aus der 100 %igen Kreuzresistenz der Makrolide untereinander. Ein gleicher Fall lag bei Virginiamycin und Quinupristin/Dalfopristin (Synercid) vor, die beide aus der Gruppe der Streptogramine stammen und ebenfalls zu 100 % kreuzresistent sind.

4.5 Antibiotikaresistenzdaten für die Leistungsförderer

Bei Betrachtung der Resistenzdaten der Leistungsförderer lässt sich feststellen, daß bei dem mittlerweile nicht mehr zugelassenen Avoparcin 36 % der *E. faecium*-Stämme und 82 % der *E. durans*-Stämme vom Masthähnchen glykopeptidresistent waren. Hingegen erwiesen sich die untersuchten *E. faecalis*-Stämme von alle drei Nutztierarten als vancomycinsensibel.

Virginiamycin war für alle drei Nutztierarten als Leistungsförderer zugelassen. Die *E. faecium*-Stämme zeigten hier eine Resistenz von circa 35 % bei Masthähnchen und Mastschweinen, während diese beim Jungrind nur bei 17 % lag. Eine ähnliche Tendenz ergab sich bei den untersuchten *E. durans*-Stämmen in Bezug auf die drei Nutztierarten bei einer etwas höheren generellen Resistenzrate. Die *E. faecalis*-Stämme waren zu mehr als 86 % virginiamycinresistent, somit bestätigte sich die Angabe von DUTTA und DEVRIESE (1984) über eine natürliche Resistenz von *E. faecalis* für Virginiamycin.

Für die Gruppe der Makrolide besteht ein deutlich tierartenbezogenes Resistenzverhalten. Bei Masthähnchen wurden von allen Spezies Resistenzraten zwischen 54 – 95 % erreicht, während es beim Mastschwein 25 - 53 % und beim Jungrind sogar nur 24 - <1 % waren. Diese Differenzen beruhen sicherlich auf einem unterschiedlichen Fütterungs- und Verabreichungsverhalten der Makrolide für die verschiedenen Nutztierarten.

Avilamycin ist ausschließlich als Leistungsförderer für Schweine zugelassen. Trotzdem zeigte sich auch bei den Masthähnchen zum Beispiel bei *E. faecium*-Stämmen eine Resistenzrate von 42 % gegenüber einer von 45 % beim Mastschwein. Bei *E. faecalis*-Stämmen lag die Resistenzrate beim Masthähnchen sogar knapp mit 20 % über der vom Mastschwein mit 17 %.

Bei den Substanzen Monensin und Salinomycin aus der Gruppe der Ionophore ergab sich ein uneinheitliches Bild. Monensin war bei allen untersuchten Enterokokkenspezies mit sehr hohen Resistenzraten von 50 – 100 % vertreten, dies entsprach der von DUTTA und DEVRIESE (1984) festgestellten natürlichen Resistenz für Monensin aller Enterokokkenspezies, wobei sich diese am schwächsten bei *E. durans*-Stämmen ausprägte. Für Salinomycin waren die *E. faecalis*-Stämme sehr empfindlich, auch *E. gallinarum*-Stämme und *E. casseliflavus*-Stämme zeichneten sich durch eine sehr geringe Resistenzrate aus, während die Mitglieder der *E. faecium*-Gruppe (*E. faecium*, *E. durans* und *E. hirae*) eine Resistenzhäufigkeit bis 42 % aufwiesen.

Bei Bacitracin betragen die Resistenzraten von *E. faecium*-Stämmen und *E. faecalis*-Stämmen 76 % bzw. 94 % bei den Masthähnchen, während sie für Jungrinder und Mastschweine in einem sehr niedrigem Bereich lagen.

Für Flavophospholipol besitzen eine Reihe von Enterokokkenspezies eine natürliche Resistenz und zwar *E. faecium*, *E. hirae*, *E. casseliflavus*, *E. gallinarum*. Eine Resistenz konnte anhand der in den Tabellen 31, 32, 33, 34, 35 und 36 aufgeführten Daten bestätigt werden. Eine hohe Resistenzrate für Flavophospholipol wiesen allerdings auch die *E. durans*-Stämme von Jungrinder und Mastschweinen auf, während die Häufigkeit mit 9 % für Masthähnchen niedrig ausfiel.

4.6 Antibiotikaresistenzdaten für Therapeutika

Für die als Therapeutika zugelassenen Antibiotika ergab sich ein anderes Bild als bei den Leistungsförderern. Die Resistenzrate von den *E. faecium*-, *E. durans*-, *E. hirae*-, *E. gallinarum*-, *E. casseliflavus*-Stämmen für Tetracyclin war beim Masthähnchen mit mehr als 91 % sehr hoch, bei den anderen untersuchten Nutztierarten lag sie im mittleren Bereich. Bei den *E. faecalis*-Stämmen betrug die Resistenzrate für Tetracyclin zwischen 20 – 41 %.

Für die Gruppe der β -Lactam-Penicilline, bestehend aus Penicillin, Ampicillin und Augmentan, zeigten sich die untersuchten Enterokokkenstämme bei allen drei untersuchten Tierarten sensibel. Eine Ausnahme stellten die *E. faecium*-Stämme dar, die für Ampicillin und Penicillin Resistenzraten zwischen 7 und 76 % und bei Augmentan eine etwas niedrigere Resistenzraten zwischen <1 und 5 % aufwiesen.

Chloramphenicol ist seit einigen Jahren für lebensmittelliefernde Tiere nicht mehr zugelassen, trotzdem kamen chloramphenicolresistente *E. faecium*- und *E. faecalis*-Stämme mit Resistenzraten von 2 – 22 % vor.

Bei Enrofloxacin fällt auf, daß die Resistenzraten der einzelnen Spezies sich auf einem etwa gleichen Niveau für die verschiedenen Nutztierarten bewegten und zwar in einer Größenordnung um die 50 %. Ausschließlich die Stämme von *E. casseliflavus* erwiesen sich als relativ empfindlich.

Die untersuchten Enterokokken zeigten sich wenig gentamicinresistent, sind dafür allerdings beinahe unempfindlich gegenüber Streptomycin.

Die untersuchten *E. faecalis*-Stämme wiesen gegenüber Cotrimoxazol Resistenzraten von 10 – 24 % auf, während die *E. faecium*-Stämme eine Resistenzrate von 27 – 50 % zeigten.

Tiamulin wird ausschließlich in der Veterinärmedizin eingesetzt, und die untersuchten Enterokokken besaßen einen hohen Grad an Unempfindlichkeit gegenüber dieser Substanz, speziell die *E. casseliflavus*- und *E. gallinarum*-Stämme waren zu 100 % tiamulinresistent.

Tabelle 30: Veränderung der Enterokokkenpopulation in Bezug auf die Antibiotikaempfindlichkeit

Verhältnis MHK50-MHK90	Masthähnchen			Jungrind			Mastschwein		
	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. casseliflavus</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. casseliflavus</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. casseliflavus</i>
Ampicillin	k	k	k	k	k	k	s	k	s
Penicillin	k	k	k	k	k	k	s	k	k
Augmentan	k	k	k	k	k	k	s	k	k
Streptomycin	k	s	s	s	s	s	s	s	s
Gentamicin	s	k	s	s	k	k	s	s	s
Tetracyclin	s	s	s	s	s	s	s	s	k
Chloramphenicol	k	k	k	k	k	k	s	s	k
Cotrimoxazol	s	k	s	s	s	s	n.b.	s	k
Enrofloxacin	s	s	k	k	s	k	s	s	s
Tiamulin	s	k	k	k	k	k	s	k	n.b.
Vancomycin	s	k	k	s	k	k	s	k	k
Avoparcin	s	k	k	s	k	k	s	k	k
Teicoplanin	s	n.b.	k	s	n.b.	k	s	n.b.	k
Synercid	s	k	s	s	k	k	k	k	k
Virginiamycin	s	k	s	s	k	k	k	k	k
Erythromycin	n.b.	n.b.	n.b.	s	s	s	s	s	s
Tylosin	n.b.	n.b.	n.b.	s	s	s	s	s	s
Spiramycin	n.b.	n.b.	n.b.	s	s	s	s	s	s
Avilamycin	s	s	k	s	k	s	s	s	n.b.
Flavophospholipol	s	k	n.b.	k	k	n.b.	k	k	s
Salinomycin	k	k	k	k	k	k	s	k	k
Monensin	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Bacitracin	s	k	s	k	s	k	k	k	k

k = konstant mit maximaler Veränderung um zwei Verdünnungsstufen, s = steigend MHK50<MHK90, n.b. = nicht bewertbar

Tabelle 31: Antibiotikaresistenzdaten der untersuchten *E. faecium* -Stämme (µg/ml)

Antibiotika	<i>E. faecium</i>				<i>E. faecium</i>				<i>E. faecium</i>			
	Masthähnchen				Jungrind				Mastschwein			
	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.
Ampicillin	0,25-64	8	16	30	0,25-16	2	8	7	<0,125-32	2	16	21
Penicillin	0,25->128	32	64	76	0,125-32	4	16	35	<0,06->128	4	64	33
Augmentan	<0,125-32	2	8	3	<0,125-4	1	4	<1	<0,125-16	1	8	5
Streptomycin	8->256	128	>256	88	1->256	16	>256	70	4->256	16	>256	70
Gentamicin	0,5->256	1	8	9	0,25-16	1	8	9	0,5->256	1	>256	30
Tetracyclin	0,25->256	32	256	91	0,25->256	0,5	128	26	<0,125->256	0,5	>256	38
Chloramphenicol	0,5-256	8	32	15	4->256	8	16	4	0,5->256	8	256	15
Cotrimoxazol	0,125->256	0,5	>256	27	<0,125->256	1	>256	45	<0,125->256	>256	>256	50
Enrofloxacin	0,25->256	4	32	76	0,25-32	4	16	61	<0,125->256	4	>256	68
Tiamulin	2->256	64	>256	79	1->256	32	128	65	0,5->256	64	>256	65
Vancomycin	<0,125->256	32	>256	52	<0,125->256	0,25	32	13	<0,125->256	0,25	>256	15
Avoparcin	<0,125->256	8	64	36	<0,125-4	0,5	4	<1	<0,125-128	0,5	32	15
Teicoplanin	<0,125->128	1	128	21	<0,125-4	0,25	1	<1	<0,125->128	0,25	128	15
Synercid	1->256	2	32	39	0,5-64	2	32	17	0,5->256	2	8	35
Virginiamycin	1->256	2	64	36	0,5-128	2	128	17	0,5->256	2	8	33
Erythromycin	<0,1->256	>256	>256	88	<0,125->256	4	>256	39	<0,125->256	4	>256	38
Tylosin	2->256	>256	>256	79	0,5->256	2	>256	35	0,25->256	4	>256	40
Spiramycin	1>128	>128	>128	79	0,25->128	2	>128	35	<0,125->128	2	>128	40
Avilamycin	0,125->128	8	>128	42	1->128	8	>128	26	1->128	8	>128	45
Flavophospholipol	0,5->256	8	>256	39	8->256	>256	>256	91	8->256	>256	>256	90
Salinomycin	1->256	8	16	21	2-8	4	8	<1	1->256	4	64	20
Monensin	2->256	>256	>256	61	4->256	>256	>256	96	2->256	>256	>256	93
Bacitracin	<0,06-256	16	128	76	0,25-4	2	2	<1	0,125-64	2	2	3
Anzahl Stämme	33				23				40			

Tabelle 32: Antibiotikaresistenzdaten der untersuchten *E. faecalis*-Stämme ($\mu\text{g/ml}$)

Antibiotika	<i>E. faecalis</i>											
	Masthähnchen				Jungrind				Mastschwein			
	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.
Ampicillin	<0,125-4	2	4	<1	0,5-4	2	4	<1	<0,125-4	2	4	<1
Penicillin	0,125-8	4	8	<1	1-8	4	8	<1	2-8	4	8	<1
Augmentan	0,25-2	1	2	<1	0,25-4	1	2	<1	<0,125-4	1	2	<1
Streptomycin	8->256	32	>256	92	2->256	32	>256	81	8->256	16	>256	79
Gentamicin	1-64	4	16	20	0,25->256	2	32	11	0,25->256	2	>256	26
Tetracyclin	<0,125->256	32	128	20	0,25-<256	1	64	22	<0,125->256	2	64	41
Chloramphenicol	<0,125-32	8	16	2	4-64	8	32	14	<0,125->256	8	64	21
Cotrimoxazol	<0,125->256	1	4	10	<0,125->256	1	>256	24	0,25->256	1	>256	23
Enrofloxacin	<0,125-128	1	16	44	<0,125-32	1	16	35	<0,125-32	1	16	41
Tiamulin	8->256	256	>256	98	32->256	256	>256	100	<0,125->256	256	>256	96
Vancomycin	<0,125-2	0,5	1	<1	0,25-2	0,5	1	<1	<0,125-1	0,5	1	<1
Avoparcin	<0,125-1	0,5	1	<1	0,25-2	0,5	0,5	<1	<0,125-1	0,5	0,5	<1
Teicoplanin	<0,125-0,25	<0,125	<0,125	<1	<0,125-0,25	<0,125	<0,125	<1	<0,125-0,25	<0,125	<0,125	<1
Synercid	0,5-32	8	16	96	0,25-16	4	8	86	<0,125->256	8	16	86
Virginiamycin	0,5-128	16	32	96	1-32	16	16	86	<0,125->256	16	32	89
Erythromycin	0,25->256	>256	>256	66	<0,125->256	2	>256	11	<0,125->256	2	>256	33
Tylosin	<0,125->256	>256	>256	68	1->256	2	>256	24	<0,125->256	2	>256	31
Spiramycin	<0,125-128	>128	>128	68	0,5->128	2	>128	24	<0,125->128	2	>128	30
Avilamycin	<0,06->128	2	32	20	0,25->128	2	8	8	<0,06->128	2	16	17
Flavophospholipol	<0,125-2	0,5	1	<1	0,25->256	1	4	5	0,125-128	1	4	3
Salinomycin	<0,125-8	2	4	<1	1-4	2	2	<1	<0,125-16	2	4	1
Monensin	<0,125->256	>256	>256	62	4->256	>256	>256	84	<0,125->256	>256	>256	64
Bacitracin	0,5->128	128	>128	94	0,25->128	1	128	11	<0,06->128	1	2	7
Anzahl Stämme	50				37				70			

Tabelle 33: Antibiotikaresistenzdaten der untersuchten *E. durans* -Stämme ($\mu\text{g/ml}$)

Antibiotika	<i>E. durans</i>				<i>E. durans</i>				<i>E. durans</i>			
	Masthähnchen				Jungrind				Mastschwein			
	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.
Ampicillin	<0,125-32	0,5	1	5	<0,125-2	1	2	<1	1-2	1	2	<1
Penicillin	0,125->128	1	2	5	0,5-2	2	2	<1	1-8	2	8	<1
Augmentan	<0,125-8	0,25	0,5	<1	<0,125-2	0,5	2	<1	0,5-1	0,5	1	<1
Streptomycin	2->256	256	>256	82	4->256	16	>256	75	8-32	8	32	25
Gentamicin	0,5->256	1	16	18	0,5-1	0,5	1	<1	1-64	1	64	25
Tetracyclin	4->256	32	64	95	<0,125-256	0,5	256	50	0,25-128	0,25	128	25
Chloramphenicol	1->256	32	64	77	4-16	4	16	<1	2-16	4	16	<1
Cotrimoxazol	<0,125->256	<0,125	1	10	0,25->256	0,5	>256	25	1-4	1	4	<1
Enrofloxacin	<0,125->256	1	4	38	0,25-64	0,5	64	50	0,25-16	0,5	16	25
Tiamulin	0,25->256	256	256	82	4->256	256	>256	75	32-128	64	128	100
Vancomycin	<0,125->256	64	256	82	<0,125-0,5	0,25	0,5	<1	0,5	0,5	0,5	<1
Avoparcin	<0,125->256	16	32	82	<0,125-0,25	0,25	0,25	<1	0,25-0,5	0,25	0,5	<1
Teicoplanin	<0,125->128	8	32	27	<0,125-0,25	<0,125	0,25	<1	<0,125	<0,125	<0,125	<1
Synercid	0,5->256	2	4	50	1-4	2	4	25	1->256	8	>256	75
Virginiamycin	0,5->256	2	4	27	1-16	2	16	25	1->256	8	>256	75
Erythromycin	<0,125->256	>256	>256	95	0,25-2	1	2	<1	<0,125->256	0,25	>256	25
Tylosin	2->256	>256	>256	95	2-4	2	4	<1	1->256	1	>256	25
Spiramycin	0,5->128	>128	>128	95	1-4	2	4	<1	0,25->128	1	>128	25
Avilamycin	4->128	8	>128	45	1->128	1	>128	50	2->128	2	>128	25
Flavophospholipol	0,25->256	1	4	9	0,5->256	128	>256	75	0,5-256	2	256	50
Salinomycin	1->256	4	8	9	0,5-4	1	4	<1	1-16	2	16	25
Monensin	2->256	>256	>256	55	4->256	>256	>256	75	4->256	8	>256	50
Bacitracin	0,25->128	32	64	82	<0,06-2	0,5	2	<1	0,25-1	0,25	1	<1
Anzahl Stämme	22				4				4			

Tabelle 34: Antibiotikaresistenzdaten der untersuchten *E. hirae*-Stämme (µg/ml)

Antibiotika	<i>E. hirae</i>											
	Masthähnchen				Jungrind				Mastschwein			
	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.
Ampicillin	0,5-4	2	2	<1	<0,125-4	1	4	<1	0,25-4	1	4	<1
Penicillin	0,5-8	4	4	<1	0,125-8	2	8	<1	0,5-32	2	8	5
Augmentan	0,25-2	1	1	<1	<0,125-4	0,5	2	<1	<0,125-2	0,5	2	<1
Streptomycin	16->256	128	>256	100	4->256	16	>256	82	8->256	32	>256	89
Gentamicin	1->256	2	64	38	0,5->256	2	64	18	1-64	2	64	26
Tetracyclin	32->256	64	>256	100	<0,125-1	0,25	0,5	<1	<0,125->256	32	128	53
Chloramphenicol	1-32	32	32	85	1-32	8	16	5	<0,125->256	8	256	32
Cotrimoxazol	<0,125->256	1	>256	23	<0,125->256	1	>256	27	<0,125->256	>256	>256	53
Enrofloxacin	0,25->256	32	256	85	<0,125-64	0,5	16	32	<0,125-128	0,5	64	33
Tiamulin	64->256	>256	>256	100	0,5->256	128	>256	77	0,5->256	256	>256	84
Vancomycin	<0,125-64	0,25	64	15	0,25-0,5	0,5	0,5	<1	<0,125-2	0,25	0,5	<1
Avoparcin	<0,125-256	0,5	256	15	0,25-0,5	0,5	0,5	<1	0,25-0,5	0,5	0,5	<1
Teicoplanin	<0,125-32	<0,125	16	8	<0,125-0,25	<0,125	0,125	<1	<0,125-0,25	<0,125	0,25	<1
Synercid	0,5->256	4	>256	62	0,5-8	2	2	5	0,5->256	2	>256	32
Virginiamycin	0,5->256	4	>256	54	0,5-8	2	4	14	0,5->256	2	>256	26
Erythromycin	<0,125->256	16	>256	54	<0,125-1	<0,125	0,25	<1	<0,125->256	<0,125	>256	33
Tylosin	1->256	>256	>256	77	0,25-4	2	4	<1	0,5->256	16	>256	53
Spiramycin	1->128	>128	>128	77	<0,125-4	1	4	<1	0,25->128	8	>128	53
Avilamycin	32->128	>128	>128	100	2->128	8	>128	32	2->128	>128	>128	74
Flavophospholipol	1->256	>256	>256	85	0,5->256	256	>256	82	<0,125->256	>256	>256	79
Salinomycin	2-32	8	16	23	0,5-32	4	8	5	0,25->256	8	128	42
Monensin	32->256	>256	>256	100	2->256	128	>256	73	0,5->256	>256	>256	95
Bacitracin	0,25->128	128	>128	69	<0,06-0,25	0,125	0,25	<1	0,125->128	0,5	64	21
Anzahl Stämme	13				22				19			

Tabelle 35: Antibiotikaresistenzdaten der untersuchten *E. casseliflavus*-Stämme (µg/ml)

Antibiotika	<i>E. casseliflavus</i>				<i>E. casseliflavus</i>				<i>E. casseliflavus</i>			
	Masthähnchen				Jungrind				Mastschwein			
	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.
Ampicillin	0,5-4	2	4	<1	<0,125-2	1	2	<1	<0,125-4	0,5	4	<1
Penicillin	0,5-8	2	8	<1	<0,06-4	1	2	<1	0,5-8	1	4	<1
Augmentan	0,5-2	1	2	<1	<0,125-2	0,5	1	<1	<0,125-4	0,5	2	<1
Streptomycin	2->256	32	>256	74	2->256	32	>256	76	4->256	16	>256	55
Gentamicin	0,5->256	1	>256	21	<0,125->256	1	4	6	<0,125->256	1	64	18
Tetracyclin	1->256	32	>256	79	0,25->256	2	32	24	1-64	32	32	55
Chloramphenicol	8->256	16	64	47	1-16	4	8	<1	8-64	16	32	27
Cotrimoxazol	<0,125->256	0,25	>256	21	<0,125->256	0,25	2	4	<0,125-1	0,25	0,5	<1
Enrofloxacin	<0,125-64	1	4	26	<0,125-64	1	2	18	<0,125-64	1	32	27
Tiamulin	64->256	256	>256	100	0,5->256	256	256	92	128->256	>256	>256	100
Vancomycin	0,5-32	2	4	5	1-4	2	2	<1	0,25-4	2	4	<1
Avoparcin	<0,125-4	0,5	2	<1	0,25-2	0,5	1	<1	0,25-2	0,5	2	<1
Teicoplanin	<0,125-0,5	0,25	0,5	<1	<0,125-0,5	0,25	0,5	<1	<0,125-2	0,25	1	<1
Synercid	2->256	4	>256	84	0,5-8	4	4	59	2-4	4	4	64
Virginiamycin	2->256	4	>256	89	0,25-8	4	8	63	2-4	4	4	55
Erythromycin	0,25->256	>256	>256	68	<0,125->256	2	>256	27	2->256	4	>256	45
Tylosin	0,5->256	>256	>256	74	0,5->256	2	>256	18	1->256	2	>256	27
Spiramycin	0,5->128	>128	>128	68	0,5->128	2	>128	18	1->128	2	>128	27
Avilamycin	2->128	64	>128	68	1->128	16	>128	53	4->128	>128	>128	82
Flavophospholipol	2->256	>256	>256	79	4->256	256	>256	94	0,5->256	16	>256	55
Salinomycin	2-32	2	16	11	0,5-8	2	4	<1	2-8	4	8	<1
Monensin	8->256	>256	>256	84	2->256	>256	>256	82	>256	>256	>256	100
Bacitracin	1-16	2	16	11	0,25-64	2	4	4	<0,06-8	1	4	9
Anzahl Stämme	19				49				11			

Tabelle 36: Antibiotikaresistenzdaten der untersuchten *E. gallinarum* -Stämme (µg/ml)

Antibiotika	<i>E.gallinarum</i>											
	Masthähnchen				Jungrind				Mastschwein			
	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.	Range	MHK50	MHK90	% res.
Ampicillin	1-16	4	16	17	<0,125-4	2	2	<1	0,5-4	1	2	<1
Penicillin	1-16	2	16	17	0,125-8	2	8	<1	0,5-8	1	8	<1
Augmentan	0,5-8	2	8	<1	<0,125-2	1	2	<1	0,25-2	0,5	2	<1
Streptomycin	2->256	8	>256	50	1->256	8	>256	40	4->256	128	256	81
Gentamicin	0,5->256	1	>256	17	0,25->256	0,5	>256	11	<0,125-16	0,25	2	5
Tetracyclin	32-128	32	128	100	0,5-64	2	32	30	1->256	32	32	81
Chloramphenicol	8-64	16	64	17	2-32	8	16	5	4-32	8	16	10
Cotrimoxazol	0,25-2	0,25	2	<1	<0,125->256	0,25	2	5	<0,125->256	0,25	0,5	5
Enrofloxacin	1-64	2	64	83	0,25-2	1	2	35	0,5-16	1	2	19
Tiamulin	128->256	256	>256	100	16->256	256	256	100	64->256	256	>256	100
Vancomycin	1-32	4	32	17	1-4	4	4	<1	2-8	4	4	<1
Avoparcin	0,25-2	1	2	<1	<0,125-4	2	2	<1	0,5-2	2	2	<1
Teicoplanin	0,25-0,5	0,25	0,5	<1	<0,125-0,5	0,25	0,5	<1	<0,125-2	<0,125	0,5	<1
Synercid	2-8	2	8	50	2-8	2	4	45	2-4	4	4	52
Virginiamycin	2-8	4	8	67	2-8	2	4	45	2-8	4	4	67
Erythromycin	0,5->256	8	>256	67	<0,125->256	1	>256	20	<0,125->256	>256	>256	71
Tylosin	2->256	8	>256	83	0,5->256	2	>256	25	1->256	>256	>256	81
Spiramycin	2->128	8	>128	83	0,5->128	2	>128	20	0,5->128	>128	>128	76
Avilamycin	16->128	32	>128	100	1->128	8	>128	45	1->128	4	>128	29
Flavophospholipol	32->256	>256	>256	100	2->256	>256	>256	95	2->256	128	>256	90
Salinomycin	2-8	4	8	<1	1-4	2	2	<1	1-4	2	4	<1
Monensin	>256	>256	>256	100	4->256	>256	>256	85	4->256	>256	>256	86
Bacitracin	1-4	4	4	<1	0,25-128	4	32	20	0,25-8	2	4	5
Anzahl Stämme	6				20				21			

4.7 Verhalten der Enterokokkenpopulationen gegenüber den untersuchten Antibiotika

Es ergeben sich verschiedene Auffälligkeiten, wenn das Verhältnis des MHK_{50} - zum MHK_{90} - Wertes der Enterokokkenpopulationen betrachtet wird. Bei Vorliegen eines Unterschiedes über mehr als zwei Antibiotikaverdünnungsstufen zwischen dem MHK_{50} - zum MHK_{90} - Wertes kann von einem Antibiotikaresistenzanstieg oder -abfall in der Population ausgegangen werden.

Das erste markante Phänomen ist, daß bei den Populationen der Spezies *E. faecium*, *E. faecalis* und *E. casseliflavus* viele Antibiotikaresistenzanstiege vorkamen. Diese Feststellung lässt sich aus der Tabelle 30 (Veränderung der Enterokokkenpopulation in Bezug auf die Antibiotikaempfindlichkeit) ableiten. Es fällt gleichfalls auf, daß bei allen drei Nutztierarten die Populationen der *E. faecium*-Stämme stärker steigende Resistenzwerte besaßen als die *E. faecalis*- und *E. casseliflavus*-Isolate.

Bei den Populationen der *E. faecalis*-Stämme verhielt sich die aus Masthähnchen isolierte Population weitgehend konstant, während bei den Populationen anderer Tierarten Antibiotikaresistenzanstiege zu beobachten waren.

Ampicillin, Penicillin und Augmentan zeigten konstante Verhältnisse beim Masthähnchen und Jungrind, lediglich für das Mastschwein war hier ein Resistenzanstieg bei den *E. faecium*-Stämmen und im Fall des Ampicillin bei den *E. casseliflavus*-Stämmen festzustellen. Bei Chloramphenicol erfolgte kein Resistenzanstieg in den Populationen aus Masthähnchen und Jungrind, lediglich bei den *E. faecium*- und *E. faecalis*-Stämmen vom Mastschwein kam es dazu. Interesse verdient die Gruppe der Makrolide, denn in allen Populationen erfolgte ein Resistenzanstieg, wobei leider die Populationen vom Masthähnchen nicht bewertbar waren, da hier die Resultate am oberen Ende des Niveaus der Untersuchung lagen. Für die Streptogramine ergab sich ein Resistenzanstieg bei den *E. faecium*- und *E. casseliflavus*-Stämmen isoliert vom Masthähnchen sowie bei den *E. faecium*-Stämmen vom Jungrind. Mit Ausnahme der den *E. casseliflavus*-Stämmen isoliert vom Mastschwein konnte bei Tetracyclin generell ein Resistenzanstieg beobachtet werden. Bei den Glykopeptiden verzeichneten die *E. faecium*-Populationen einen Resistenzanstieg, während bei den *E. faecalis*- und *E. casseliflavus*-Populationen keine Dynamik bestand.

Zur Beurteilung, ob eine natürliche oder eine erworbene Resistenz vorliegt, muß die Verteilungsform der MHK-Werte der einzelnen Enterokokkenspezies oder des gesamten Genus berücksichtigt werden. In der Abbildung 7 mit der Verteilungskurve für Tiamulin besteht eine unimodale Verteilung des gesamten Enterokokkengenus, somit sind die Keime für Tiamulin natürlich resistent. Bei den Abbildungen 8 und 9 mit der jeweiligen Kurve für

Monensin liegt eine bimodale Verteilung der Spezies *E. durans* und *E. hiraе* vor, diese Arten sind somit nicht natürlich resistent für Monensin, sondern verfügen teilweise über eine erworbene Widerstandsfähigkeit. Die Abbildung 10 mit der Verteilungskurve von Virginiamycin für die *E. faecalis*-Population weist eine unimodale Verteilung auf, und somit hat die Spezies *E. faecalis* als natürlich resistent für Virginiamycin zu gelten. Gleichfalls unimodal stellt sich die Verteilungskurve für die *E. casseliflavus*- und die *E. gallinarum*-Populationen dar (siehe Abbildungen 11 und 12), allerdings auf einem niedrigeren Resistenzniveau, weshalb diese beiden Spezies mit einer natürlichen low-level Resistenz ausgestattet sind. Bei Flavophospholipol ergeben sich unimodale Verteilungskurven für die *E. hiraе*- und *E. casseliflavus*- und *E. gallinarum*-Stämme im Gegensatz zur bimodalen Verteilung der untersuchten *E. faecium*-Population. Folglich ist die *E. faecium*-Population mit einer erworbenen Resistenz ausgestattet, während die *E. hiraе*-, *E. gallinarum*- und *E. casseliflavus*-Populationen eine natürliche Resistenz besitzen (siehe Abbildungen 13, 14, 15 und 16).

Abbildung 7: Verteilung der MHK-Werte aller Enterokokkenstämme für Tiamulin

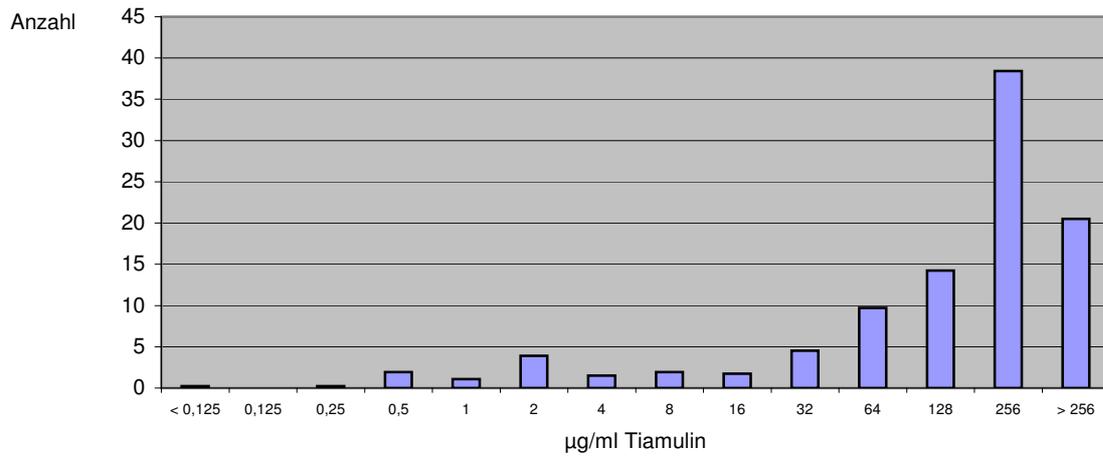


Abbildung 8: Verteilung der MHK-Werte der *E. durans*-Stämme für Monensin

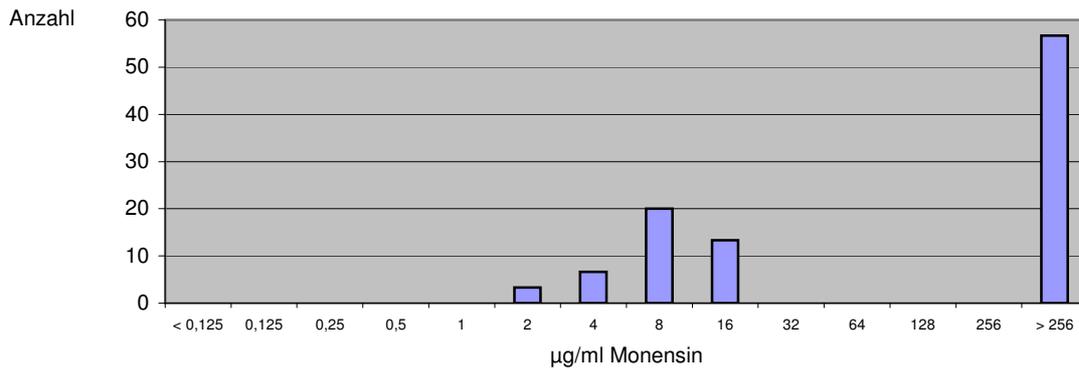


Abbildung 9: Verteilung der MHK-Werte der *E. hirae*-Stämme für Monensin

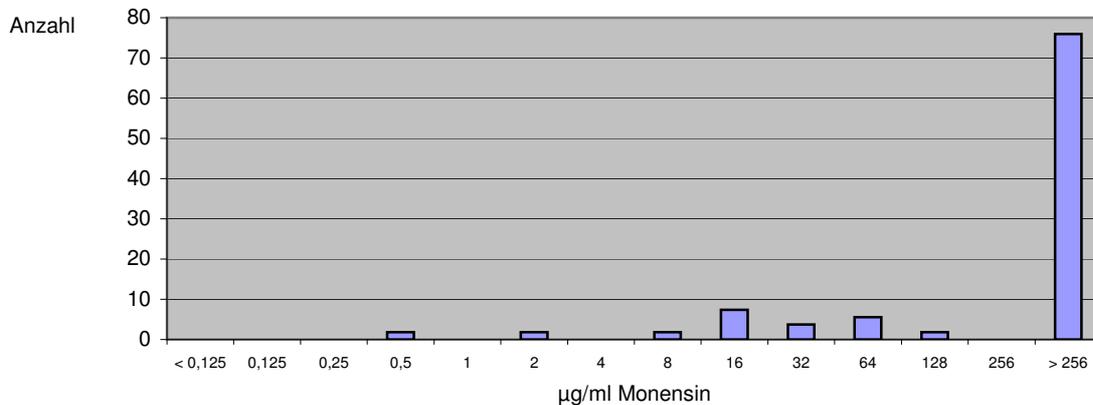


Abbildung 10: Verteilung der MHK-Werte der *E. faecalis*-Stämme für Virginiamycin

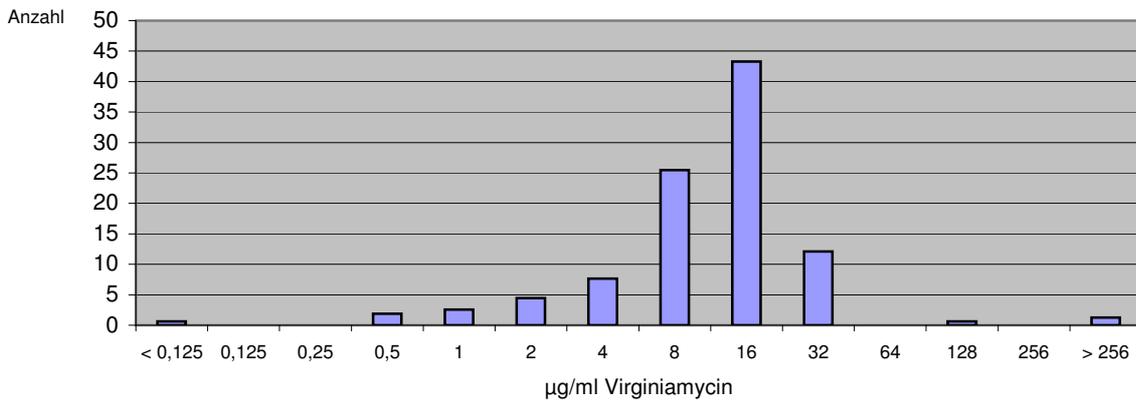


Abbildung 11: Verteilung der MHK-Werte der *E. casseliflavus*-Stämme für Virginiamycin

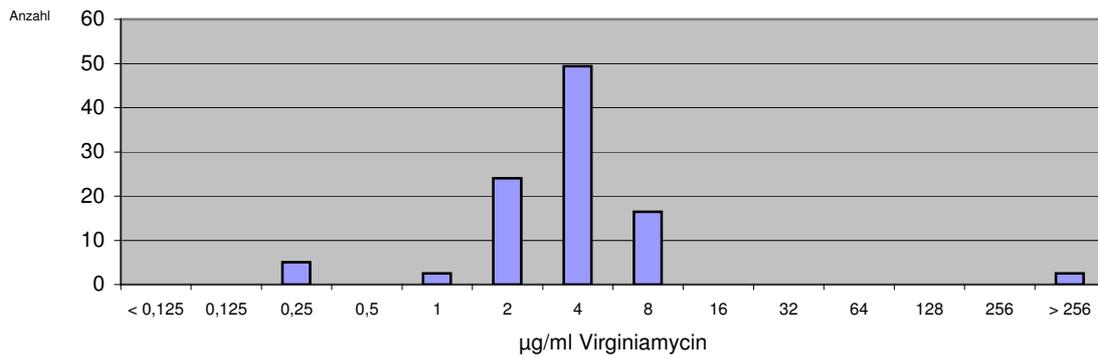


Abbildung 12: Verteilung der MHK-Werte der *E. gallinarum*-Stämme der Virginiamycin

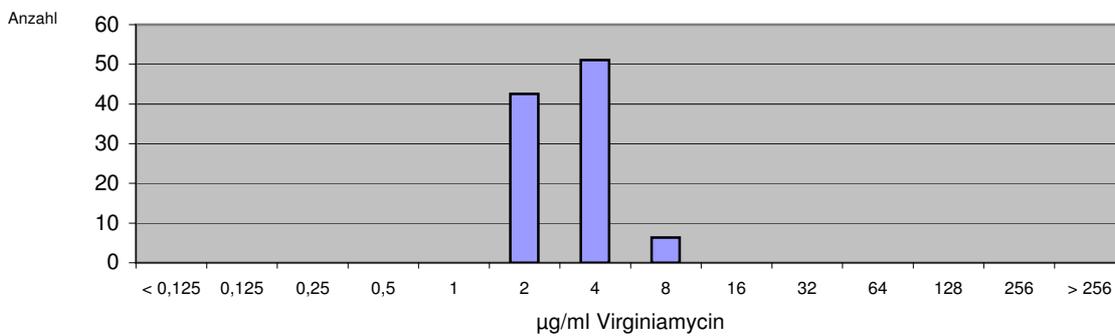


Abbildung 13: Verteilung der MHK-Werte der *E. hirae*-Stämme für Flavophospholipol

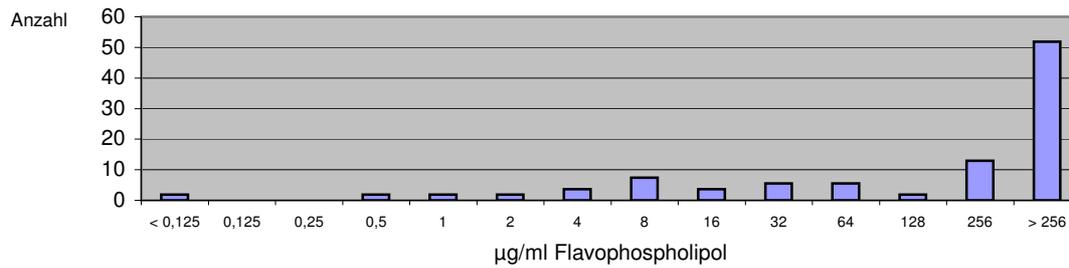


Abbildung 14: Verteilung der MHK-Werte der *E. casseliflavus*-Stämme für Flavophospholipol

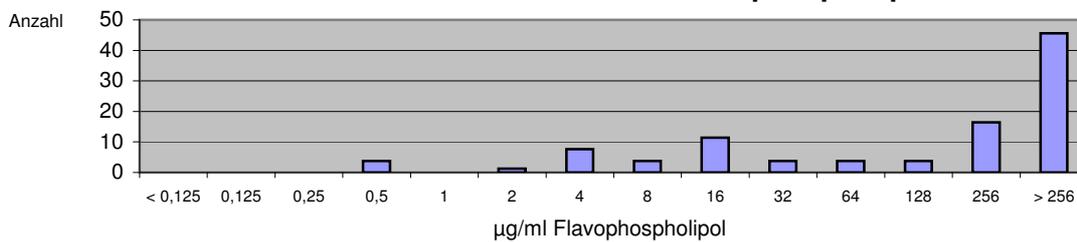


Abbildung 15: Verteilung der MHK-Werte der *E. gallinarum*-Stämme für Flavophospholipol

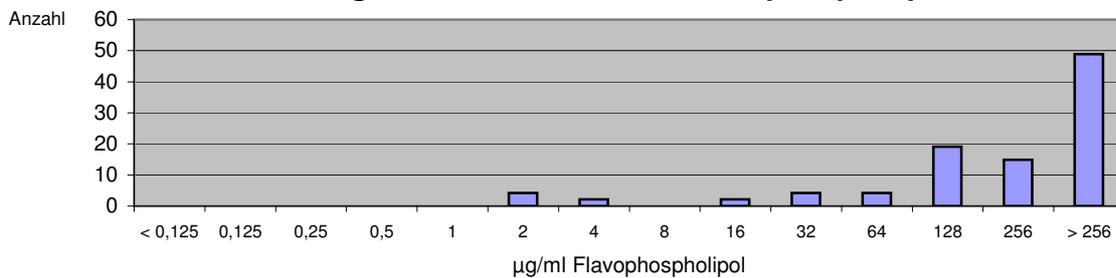
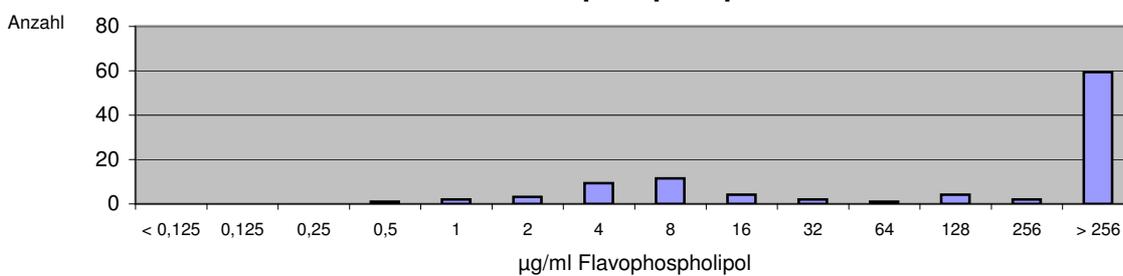


Abbildung 16: Verteilung der MHK-Werte der *E. faecium*-Stämme für Flavophospholipol



4.8 Untersuchung ausgewählter Enterokokkenisolate mittels Pulsfeldgelelektrophorese

Insgesamt sind 71 Enterokokkenisolate mittels Pulsfeldgelelektrophorese untersucht worden. Die Verteilung der Isolate nach Enterokokkenspezies und Tierarten geht aus der Tabelle 37 hervor.

Tabelle 37: Verteilung der mittels Pulsfeldgelelektrophorese untersuchten Enterokokkenisolate

Spezies	Isolate vom Masthähnchen	Isolate vom Jungrind	Isolate vom Mastschwein
<i>E. faecium</i>	16	4	8
<i>E. durans</i>	18	0	1
<i>E. hirae</i>	2	2	1
<i>E. faecalis</i>	3	2	1
<i>E. casseliflavus</i>	3	2	1
<i>E. gallinarum</i>	1	1	5

Die Isolate der Spezies *E. faecalis*, *E. casseliflavus* und *E. gallinarum* wurden im Pulsfeld mitgeführt, um die von DONABEDIAN et al. (1995) beschriebenen Bandenunterschiede der verschiedenen Enterokokkenspezies nachzuvollziehen. Bei optischen Auswertung der Gel-aufnahmen bestätigte sich, daß die sechs untersuchten *E. faecalis*-Stämme Banden zwischen 535,5 kb und 23,1 kb besaßen, wobei von den sechs untersuchten *E. faecalis*-Stämmen nur einer bei 535,5 kb eine Bande aufwies, während alle anderen Banden zwischen 488 und 436,5 kb lagen. Unterschiede nach den verschiedenen Tierarten, aus denen diese *E. faecalis*-Isolate stammten, waren nicht feststellbar.

Fünf von sechs der untersuchten *E. gallinarum*-Isolate besaßen keine Banden, die schwerer als 194 kb waren, und die leichtesten Banden lagen allesamt unter 23,1 kb. Nur das einzige vom Masthähnchen stammende Isolat erreichte mit seinem schwersten DNAfragment 291 kb.

Die sechs untersuchten *E. casseliflavus*-Stämme bewegten sich mit Ihren Banden in einem Kilobasenbereich von 291 bis > 23,1 kb. Die Isolate aus Rind und Mastschwein hatten schwerere DNAfragmente als die *E. casseliflavus*-Isolate vom Masthähnchen, denn bei den Isolaten vom Masthähnchen lagen die schwersten DNAfragmente bei 145 kb. Auffällig war die Vielzahl der dicht beinanderliegenden feinen Banden, bei dem Isolat K221vb waren es zum Beispiel 27 Stück.

Die *E. faecium*-Isolate wiesen DNAfragmente in einem Kilobasenbereich von 339,5 bis 48,5 auf.

Die untersuchten 19 *E. durans*-Isolate wurden durch DNAfragmente im Kilobasenbereich von 388 bis < 48,5 charakterisiert. Die fünf *E. hirae*-Isolate bewegten sich mit Ihren Banden in einem Kilobasenbereich von 388 bis 23,1 kb. Bei den Isolaten G141va und G141vc handelte es sich um Isolate, die beide aus der gleichen Probe isoliert werden und sich im PFGE-Bild als 100 % identisch erwiesen, alle Banden lagen in gleicher Stärke im gleichen Kilobasenbereich. Die *E. durans*-Stämme und die *E. hirae*-Stämme bewegten sich somit nicht im von DESCHEEMAERKER et al. (1997) beschriebenen Kilobasenbereich mit den größten Fragmenten über 400 kb.

In dem Dendrogramm (Abbildung 17) sind beispielhaft je zwei Isolate einer Spezies ausgewählt worden, und es zeigt sich, daß die Ähnlichkeit der verschiedenen Enterokokkenspezies unter 50 % liegt.

Die 28 untersuchten *E. faecium*-Isolate, 19 *E. durans*-Isolate und 2 *E. hirae*-Isolate wurden nach ihrer Vancomycinresistenz ausgewählt. Ihre MHK-Werte liegen mindestens im intermediären Resistenzbereich für Vancomycin nach DIN 2000.

Bei der optischen Auswertung der Gele konnten einige Isolate zu Stämmen zusammengeführt werden, die aus einer Tupferprobe stammten. Ansonsten ließen sich optisch keine Verwandtschaften zwischen den verschiedenen Stämmen feststellen. Sie unterschieden sich um mehr als der 3 von TENOVER et al. (1995) festgelegten Banden. Auch bei Proben aus der gleichen Tierart fanden sich keine auffällig ähnlichen Bandenmuster.

Die obengenannten Ergebnisse optischer Auswertung der Gele wurden mittels Gelcompar 4.2 computertechnisch bestätigt, und das Dendrogramm (Abbildung 18) abgeleitet. Mit seiner Hilfe ist die Angabe der Verwandtschaft der Stämme untereinander möglich. Als eng verwandt erwiesen sich unter allen vancomycinresistenten *E. faecium*-Stämmen die Stämme CVS211a und CS191vc mit 88 % und G051vb und G051vc mit 86 % (siehe Abbildung 18). Die *E. faecium*-Stämme isoliert von den unterschiedlichen Nutztierarten erwiesen sich als unter 60 % miteinander verwandt.

Gemäß Dendrogramm der Abbildung 17 beträgt der Verwandtschaftsgrad der verschiedenen Enterokokkenspezies um die 53 % bei den meisten Spezies und um 35 % für *E. faecalis* mit den anderen Spezies.

Die durchgeführte DNA-Fingerprintmethode lässt erkennen, dass die aus Geflügel, Rind und Schwein isolierten Enterokokken sehr heterogen waren. Es kann daher auf ein breites Vorkommen der Vancomycinresistenz beim Nutztier geschlossen werden, wobei an dieser Stelle noch einmal auf die national gestreute Herkunft der Tiere hingewiesen werden soll.