

# Leitfaden zur Beprobung von Fischbeständen zum Nachweis von Koi-Herpesviren (KHV)

Aus fachlicher Sicht können zum Thema KHV zum jetzigen Zeitpunkt (2010) folgende Empfehlungen gegeben werden. Der Leitfaden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## **Rechtsgrundlagen\***

KHV wurde in Deutschland im Dezember 2005 in die Verordnung über anzeigepflichtige Krankheiten aufgenommen. Die Anzeigepflicht für KHV-I wurde zunächst nur auf den Nachweis bei Nutzkarpfen beschränkt, 2006 jedoch auch auf Koi ausgedehnt.

In der EU-Richtlinie 2006/88/EG ist die KHV-Infektion (KHV-I) im Anhang IV in der Liste der nichtexotischen Krankheiten aufgeführt, für die bei Feststellung Mindestbekämpfungsmaßnahmen festgelegt wurden. Die Überführung der EU-Richtlinie in nationales Recht erfolgte durch die „Fischseuchenverordnung und Verordnung zur Änderung der Verordnung über anzeigepflichtige Tierseuchen“ vom 24. November 2008 (Fischseuchen-Verordnung).

Die Diagnose und Bekämpfung der KHV-I wird in Deutschland durch die Fischseuchen-Verordnung in Verbindung mit der Verordnung über anzeigepflichtige Krankheiten auf der Grundlage der EU-Richtlinie 2006/88/EG geregelt.

## **Erreger**

Der Erreger der sogenannten „Koi-Seuche“ ist ein Herpesvirus, das als Koi Herpes Virus (KHV) bezeichnet wird. Die Erkrankung wird international als „KHV Disease (KHVD)“, in Deutschland auch als KHV-I bezeichnet. Die wissenschaftliche Bezeichnung des Virus wird in Abgrenzung zum Karpfenpockenvirus (CyHV-1) und dem Goldfisch-Hämatopoetischen-Nekrosevirus (CyHV-2) als Cyprinid Herpesvirus-3 (CyHV-3) angegeben.

## **Klinische und pathologisch-anatomische Symptomatik**

Die Koi-Seuche tritt klinisch bei Wassertemperaturen zwischen 16° und 29 °C auf, allerdings können sich auch in einigen Fällen bei niedrigeren Wassertemperaturen (8° bis 12 °C) klassische Symptome zeigen.

Die Inkubationszeit ist abhängig von der Wassertemperatur, der Virulenz des Erregers und der Empfänglichkeit der Fische und beträgt zwischen 4 und 21 Tage, in Ausnahmefällen aber auch einige Monate. Bei latent infizierten Fischen kann die KHV-Infektion allerdings schon Jahre zurück liegen.

Die Morbidität (Krankheitshäufigkeit) liegt wie die Mortalität (Sterblichkeitsrate) bei Wassertemperaturen zwischen 18 und 26 °C sehr hoch und kann bis zu 100 % betragen.

Folgende klinische Symptome können bei einer KHV-Infektion beobachtet werden:

- Mortalität: 10 – 100 %
- Apathie
- Atemnot
- Inappetenz / Anorexie (Appetitlosigkeit)
- Kiemenblässe und –nekrosen
- Enophthalmus (Einsinken des Augapfels in die Augenhöhle)
- Blutungen am Flossenansatz, in den Flossen und in der Haut
- Schleimhautablösungen

### **Voraussetzungen für den Verdacht einer KHV-Infektion**

- Auftreten gehäufter Todesfälle mit charakteristischen pathologisch-anatomischen Befunden
- Beobachtung typischer Symptome
- existiert u.U. eine Verbindung der Todesfälle zu einem labordiagnostisch bestätigten KHV Fall

### **Zeitpunkt der Probenentnahme**

Bei Neuzukäufen ist die Inkubationszeit zu berücksichtigen, dementsprechend ist eine Quarantänezeit vor Probenentnahme von ca. 3-4 Wochen bei einer Minimalwassertemperatur von 20°C anzuraten. Eine etwaige Stressprovozierung mittels Temperaturschwankungen, evtl. „Käschern“ der Tiere wäre ebenfalls empfehlenswert, ist jedoch aus tierschutzrechtlicher Sicht zu hinterfragen.

### **Auswahl und Entnahme der Proben\***

Die Probenentnahme sollte bei Nutzkarpfen und Koi und gegebenenfalls bei weiteren empfänglichen Arten (z.B. Goldfisch) erfolgen.

Alle Produktionseinheiten (Teiche, Rinnen, Behälter, Netzkäfige usw.) sind auf verendete, geschwächte oder verhaltensgestörte Fische zu kontrollieren. Bei der Auswahl sind bevorzugt geschwächte, verhaltensgestörte, moribunde oder frisch verendete Fische (ohne Anzeichen der Zersetzung) zu berücksichtigen.

Die Proben sind je nach Fischhalter und Herkunft gesondert zu entnehmen.

1. lebende Fische auf dem schnellsten Weg zur Untersuchungsstelle senden
2. tote Fische gekühlt aber nicht gefroren zur Untersuchungsstelle senden
3. von Tieren, die nicht getötet werden sollen (z. B. Laichfische, wertvolle Tiere), können Kiemengewebe und/oder Blutproben versendet werden
4. Organe/Organteile (Kiemen/Niere) sollten von Einzeltieren genommen werden und separat analysiert werden (keine Sammelproben)
5. Blutproben sind von Einzeltieren zu nehmen (keine Sammelproben)

Die Analyse von Sammelproben wird unterschiedlich bewertet, laut der „Amtlichen Methodensammlung“ (Hrsg.: Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, April 2010) sollten demnach von:

### **klinisch kranken Fischen**

- kleiner als 5 cm, mindestens 20 Tieren (2 Pools à 10 Fische)
- größer als 5 cm Länge, mindestens 10 Fischen (2 Pools à 5 Fische)

gestestet werden, bzw. von

### **klinisch unauffälligen Fischen**

(diese sollten mindestens 24 Std. aber höchstens 5 Tage vor der Beprobung, separat gehältert werden)

- kleiner als 5 cm, mindestens 20 Tiere (4 Pools à 5 Fische)
- größer als 5 cm, mindestens 10 Tiere (5 Pools à 2 Fische)

Aktuelle Studien (Friedrich-Loeffler-Institut, 2010) zeigen allerdings, dass die Untersuchung von sogenannten Sammelproben die Sensitivität der KHV Diagnostik

negativ beeinflussen kann. Es ist deshalb anzuraten keine Sammelproben zur Analyse einzuschicken.

### **Aufbereitung und Einsendung der Proben\***

Lebende Fische sind in geeigneten Transportbehältnissen gekühlt (mind. 10 °C) und auf dem schnellsten Weg zur Untersuchungsstelle zu transportieren. Frisch verstorbene Fische können unzerteilt zum Labor gesandt werden, sofern die Temperaturanforderungen (Kühlung, mind. 10 °C im Transportgefäß) während der Beförderung erfüllt werden können (nicht einfrieren).

Organe/Organteile (Kieme und Niere) und/oder Blutproben (Gerinnungshemmer, z.B. Heparin) sind unter sterilen Kautelen zu entnehmen und in ein steriles Kunststoffröhrchen mit Transportmedium (z. B. Zellzuchtmedium mit 10-fachem Antibiotika- Zusatz) zu geben. Die Proben sind sofort auf unter 10 °C zu kühlen. Für den Versand von Probenmaterial wird Isopropanol (100 %) empfohlen, Ethanol in jeglicher Konzentration scheint ungeeignet zu sein und kann nach einer Lagerungszeit der Proben von über 7 Tagen zu falsch-negativen Ergebnissen führen.

### **Probenbeschriftung**

Die eingesandten Proben sollten vollständig mit Angaben zur Fischart, Herkunft, Größe und Fischhalter beschriftet werden, um eine eindeutige Zuordnung zu gewährleisten. Der Einsendetermin sollte mit der Untersuchungsstelle abgesprochen sein.

**Probenvolumen** (im Bezug zu biometrischen Anforderungen) (siehe Tab. im Anhang)

Prophylaktische Untersuchung auf KHV-I

Die Probengröße ist abhängig von der Krankheitshäufigkeit (Prävalenz). Die Prävalenz sagt aus, wie viele Fische einer Gruppe oder Population an einer bestimmten Krankheit, z. B. an KHV-I, erkrankt sind.

Ausgehend von einer Population von 500 Tieren sollten bei einer angenommenen 10%igen Krankheitshäufigkeit 28 Tiere bzw. bei angenommener 5%igen

Krankheitshäufigkeit 56 Tiere untersucht werden um eine 95%ige Aussagesicherheit zu erhalten.

Für eine 99%ige Aussagesicherheit müssten bei gleichbleibender Population und Krankheitshäufigkeit (10% – 5 %) zwischen 42 und 83 Tiere getestet werden.

In Bezug auf sehr kleine Populationen sollte die Probenanzahl auf keinen Fall unter 10 Fischen liegen (siehe Tabellen im Anhang).

Aufgrund der Wertfrage der zu beprobenden Tiere ist eine Umsetzung in die Praxis nicht immer durchführbar – daher die Forderung nach der Entnahme von Bioptaten (Blut o. Kiemengewebe) bzw. dem Einsatz von Sentinelfischen (Pilotfischen).

## **Untersuchungsmethode**

### **1. PCR-Methode**

Die Methode der Wahl ist die molekularvirologische Untersuchung (Erbgutnachweis des Koi Herpesvirus) mittels der PCR-Technologie (Goldstandard). Im Rahmen der Umsetzung der Aquakulturrichtlinie 2006/88/EG ist die Methode der PCR-Diagnostik vorgeschrieben bzw. in der Tierseuchenverordnung neben der Virusanzucht als einzige zulässige Methode vorgegeben.

#### 1. akute Erkrankungen:

Bei einem Verdacht auf eine akute KHV-Infektion können die Proben mittels der Standard PCR (Gilad, 2002) untersucht werden.

#### 2. Carrierfische, latente KHV-Infektionen:

Latent infizierte Tiere sollten mittels der sogenannten nested-PCR, der semi-nested-PCR oder der realtime-PCR untersucht werden. Alle drei Methoden zeichnen sich durch eine extrem hohe Sensitivität aus. Die Nachweisgrenze liegt hier bei 10fg DNA (0,000000000000010g DNA), dies entspricht ca. 5 Koi-Herpes Viren. Andere Methoden zum KHV-I Nachweis wie z.B. die Loopamp-Methode (Nachweisgrenze ca. 100-1000 Koi Herpes Viren) oder die Standard-PCR sind für die Analyse von Carrierfischen ungeeignet.

In unserem Labor können neben der Standard-PCR sowohl die nested PCR als auch die semi-nested PCR durchgeführt werden. Im Vergleich zur nested PCR wurde die semi-nested PCR speziell für den Routineeinsatz entwickelt. Die Durchführung der PCR findet hier in einem einzigen Reaktionsgefäß statt, wodurch mögliche Kontaminationen und daraus resultierende falsch positive Befunde minimiert werden.

## **2. Elisa –Test**

Der Elisa-Test beruht auf der enzymvermittelten Reaktion von Antigenen (z. B. Koi Herpes Viren) und Antikörper, die der Fisch im Laufe einer Infektion produziert. Mit diesem Immuntest lassen sich zurückliegende Infektionen über das Blut nachweisen. In Deutschland ist der Elisa-Test nicht zugelassen, wodurch z.B. eine Gerichtsverwertbarkeit der Ergebnisse nicht gegeben ist. Ob Händler, die einen solchen Test z.B. in England durchführen lassen, ihrer Sorgfallspflicht nachkommen, bleibt fragwürdig.

## **Impfung**

Ein Impfstoff wurde in Israel entwickelt, dieser ist aber in Deutschland aufgrund der bisher nicht eindeutig geklärten Fragen (Reaktivierung des Koi Herpesvirus, Dauer der Immunität, Langzeitwirkungen etc.) nicht zugelassen und wird in absehbarer Zeit auch nicht zum Einsatz kommen.

## **Maßnahmen zur Bekämpfung\***

Zurzeit konzentrieren sich die Maßnahmen in der Europäischen Union auf die Bekämpfung und die Unterbindung der weiteren Ausbreitung der KHV-I. Zur Eindämmung der Koi-Seuche sollen demnach anerkannt seuchenfreie Aquakulturbetriebe, regionale Zonen bzw. Länder geschaffen werden.

In Deutschland hat nach der neuen Fischseuchen-VO vom 24. 11. 2008 eine Registrierung aller Fischhaltungsbetriebe zu erfolgen. Nach Prüfung der Unterlagen ist zu entscheiden, ob von dem Betrieb eine Seuchengefahr ausgehen kann und deshalb das Halten von Fischen genehmigungspflichtig ist. Nach der Registrierung sind die Fischhaltungsbetriebe in die Kategorien I „seuchenfrei“ bis Kategorie V

„Infektionen nachgewiesen“. einzuordnen. Die Kategorisierung dient in erster Linie der Feststellung der Kontrollhäufigkeit und der möglichen Lebendfischbewegungen. Fische dürfen zum Zwecke des Besatzes grundsätzlich nur in Betriebe gleicher oder niedrigerem Kategorie-Status (höhere Kategorie-Nr.) verbracht werden. Kategorie IV- und Kategorie II-Betriebe dürfen Fische allerdings ausschließlich nur aus Kategorie I-Betrieben, also keine Fische aus Betrieben mit gleichem Status, zukaufen. Bei amtlicher Feststellung der KHV-I in einem Fischhaltungsbetrieb sind die seuchenkranken oder seuchenverdächtigen Fische zu töten und unschädlich zu beseitigen. Es werden Sperr- und Beobachtungsgebiete festgelegt und Maßnahmen zur Tilgung des Seuchenherdes erlassen. Bei der KHV-I werden in Ergänzung zu den Festlegungen in der Fischseuchen-Verordnung gesonderte Maßnahmen getroffen.

Für weiterführende Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.



## **Anhang:**

### **Probenvolumen** (im Bezug zu biometrischen Anforderungen)

(mit freundlicher Genehmigung von Herrn Dr. Rolf Lorenz)

Notwendiger Stichprobenumfang zum Nachweis einer Krankheit:

Die Tafeln 1(b) und 1(c) gelten für Werte der statistischen Sicherheit von 95% und 99%.

Die Tafeln können auf zwei Arten verwendet werden:

1. Zur Bestimmung derjenigen Anzahl von Tieren ( $n$ ), die getestet werden müssen, um mit einer vorgegebenen Sicherheit ( $a$ ) feststellen zu können, ob in einer Population der Größe  $N$  die Krankheit mit einer bestimmten Mindestprävalenz ( $d/N$ ) vorhanden ist.

2. Angenommen, es wurde ein bestimmter Anteil ( $n/N$  in Prozent) der Tiere einer Population der Größe  $N$  getestet und es wurde darunter kein krankes Tier gefunden. Dann kann eine obere Grenze ( $d$ ) für die Anzahl dennoch kranker Tiere in einer Population bestimmt werden.

Wenn alle Tiere einer Population getestet werden, liegt die Sicherheit in Abhängigkeit von der verwendeten Diagnostik entsprechend höher.

Tafel 1(b)

95%

- (1) Notwendiger Stichprobenumfang zum Nachweis einer Krankheit  
 (2) Obere Grenze für die Anzahl kranker Tiere in der Population

N	(1) Prozentsatz kranker Tiere in der Population (d/N) oder (2) Prozentsatz ausgewählter und nicht erkrankter Tiere (n/N)											
	50%	40%	30%	25%	20%	15%	10%	5%	2%	1%	0.5%	0.1%
10	4	5	6	7	8	10	10	10	10	10	10	10
20	4	6	7	9	10	12	16	19	20	20	20	20
30	4	6	8	9	11	14	19	26	30	30	30	30
40	5	6	8	10	12	15	21	31	40	40	40	40
50	5	6	8	10	12	16	22	35	48	50	50	50
60	5	6	8	10	12	16	23	38	55	60	60	60
70	5	6	8	10	13	17	24	40	62	70	70	70
80	5	6	8	10	13	17	24	42	68	79	80	80
90	5	6	8	10	13	17	25	43	73	87	90	90
100	5	6	9	10	13	17	25	45	78	96	100	100
120	5	6	9	10	13	18	26	47	86	111	120	120
140	5	6	9	11	13	18	26	48	92	124	139	140
160	5	6	9	11	13	18	27	49	97	136	157	160
180	5	6	9	11	13	18	27	50	101	146	174	180
200	5	6	9	11	13	18	27	51	105	155	190	200
250	5	6	9	11	14	18	27	53	112	175	228	250
300	5	6	9	11	14	18	28	54	117	189	260	300
350	5	6	9	11	14	18	28	54	121	201	287	350
400	5	6	9	11	14	19	28	55	124	211	311	400
450	5	6	9	11	14	19	28	55	127	218	331	450
500	5	6	9	11	14	19	28	56	129	225	349	500
600	5	6	9	11	14	19	28	56	132	235	379	600
700	5	6	9	11	14	19	28	57	134	243	402	700
800	5	6	9	11	14	19	28	57	136	249	421	800
900	5	6	9	11	14	19	28	57	137	254	437	900
1000	5	6	9	11	14	19	29	57	138	258	450	950
1200	5	6	9	11	14	19	29	57	140	264	471	1102
1400	5	6	9	11	14	19	29	58	141	269	487	1236
1600	5	6	9	11	14	19	29	58	142	272	499	1354
1800	5	6	9	11	14	19	29	58	143	275	509	1459
2000	5	6	9	11	14	19	29	58	143	277	517	1553
3000	5	6	9	11	14	19	29	58	145	284	542	1895
4000	5	6	9	11	14	19	29	58	146	288	556	2108
5000	5	6	9	11	14	19	29	59	147	290	564	2253
6000	5	6	9	11	14	19	29	59	147	291	569	2358
7000	5	6	9	11	14	19	29	59	147	292	573	2437
8000	5	6	9	11	14	19	29	59	147	293	576	2498
9000	5	6	9	11	14	19	29	59	148	294	579	2548
10000	5	6	9	11	14	19	29	59	148	294	581	2588
∞	5	6	9	11	14	19	29	59	149	299	598	2995

Aus der Tafel kann abgelesen werden:

- (1) der Stichprobenumfang (n), der erforderlich ist, um mit 95% Sicherheit mindestens ein krankes Tier zu erfassen, wenn der Anteil kranker Tiere in der Population einem bestimmten Prozentsatz entspricht.  
 (2) die obere Grenze (d) für die Anzahl kranker Tiere in der Population unter der Voraussetzung, daß ein bestimmter Anteil der Population untersucht und durchweg gesund gefunden wurde.

Beispiele:

- (1) Der vermutete Anteil kranker Tiere in der Population sei 2%; die Population enthalte 480 Tiere. Man wähle N = 500. Aus der Tafel ergibt sich ein Stichprobenumfang von n = 129. Dieser ist erforderlich, um mit 95% Sicherheit mindestens ein krankes Tier zu erfassen. Ist unter den 129 untersuchten Tieren kein krankes, kann geschlossen werden, daß die Prävalenz in der Population geringer als 2% ist.  
 (2) Aus einer Population mit N = 1000 Tieren wurden 10% untersucht; alle Tiere waren gesund. Aus der Tafel ergibt sich, daß mit Wahrscheinlichkeit 95% behauptet werden kann, daß die Anzahl kranker Tiere in der Population nicht größer als 29 ist.

Tafel 1(c)

99%

- (1) Notwendiger Stichprobenumfang zum Nachweis einer Krankheit  
 (2) Obere Grenze für die Anzahl kranker Tiere in der Population

N	(1) Prozentsatz kranker Tiere in der Population (d/N) oder (2) Prozentsatz ausgewählter und nicht erkrankter Tiere (n/N)												
	50%	40%	30%	25%	20%	15%	10%	5%	2%	1%	0.5%	0.1%	
10	5	6	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
20	6	8	10	11	13	15	18	20	20	20	20	20	
30	6	8	11	13	15	19	23	30	30	30	30	30	
40	7	8	11	13	16	21	27	36	40	40	40	40	
50	7	9	12	14	17	22	29	42	50	50	50	50	
60	7	9	12	14	18	23	31	47	60	60	60	60	
70	7	9	12	15	18	24	33	51	68	70	70	70	
80	7	9	12	15	19	24	34	54	76	80	80	80	
90	7	9	12	15	19	25	35	57	83	90	90	90	
100	7	9	13	15	19	25	36	59	90	100	100	100	
120	7	9	13	15	19	26	37	63	102	118	120	120	
140	7	9	13	16	20	26	38	67	113	135	140	140	
160	7	9	13	16	20	26	39	69	122	151	160	160	
180	7	9	13	16	20	27	39	71	129	166	179	180	
200	7	9	13	16	20	27	40	73	136	180	198	200	
250	7	9	13	16	20	27	40	76	150	210	244	250	
300	7	9	13	16	20	27	41	78	160	235	286	300	
350	7	9	13	16	21	28	42	80	168	258	325	350	
400	7	9	13	16	21	28	42	81	174	273	360	400	
450	7	9	13	16	21	28	42	82	179	288	392	450	
500	7	9	13	16	21	28	42	83	183	300	421	500	
600	7	9	13	16	21	28	43	84	190	321	470	600	
700	7	9	13	16	21	28	43	85	195	336	512	700	
800	7	9	13	16	21	28	43	85	199	349	546	798	
900	7	9	13	16	21	28	43	86	202	359	576	895	
1000	7	9	13	16	21	28	43	86	204	368	601	990	
1200	7	9	13	16	21	28	43	87	208	381	642	1175	
1400	7	9	13	16	21	29	44	87	211	391	674	1348	
1600	7	9	13	16	21	29	44	88	213	399	699	1510	
1800	7	9	13	16	21	29	44	88	215	405	720	1661	
2000	7	9	13	16	21	29	44	88	216	410	737	1800	
3000	7	9	13	16	21	29	44	89	220	425	792	2353	
4000	7	10	13	16	21	29	44	89	222	433	821	2735	
5000	7	10	13	16	21	29	44	89	223	438	840	3009	
6000	7	10	13	16	21	29	44	90	224	442	852	3214	
7000	7	10	13	16	21	29	44	90	225	444	861	3373	
8000	7	10	13	16	21	29	44	90	225	446	868	3500	
9000	7	10	13	16	21	29	44	90	226	447	874	3604	
10000	7	10	13	16	21	29	44	90	226	448	878	3689	
$\infty$	7	10	13	16	21	29	44	90	228	459	919	4603	

Aus der Tafel kann abgelesen werden:

- (1) der Stichprobenumfang (n), der erforderlich ist, um mit 99% Sicherheit mindestens ein krankes Tier zu erfassen, wenn der Anteil kranker Tiere in der Population einem bestimmten Prozentsatz entspricht.
- (2) die obere Grenze (d) für die Anzahl kranker Tiere in der Population unter der Voraussetzung, daß ein bestimmter Anteil der Population untersucht und durchweg gesund gefunden wurde.

Beispiele:

- (1) Der vermutete Anteil kranker Tiere in der Population sei 2%; die Population enthalte 480 Tiere. Man wähle  $N = 500$ . Aus der Tafel ergibt sich ein Stichprobenumfang von  $n = 183$ . Dieser ist erforderlich, um mit 99% Sicherheit mindestens ein krankes Tier zu erfassen. Ist unter den 183 untersuchten Tieren kein krankes, kann geschlossen werden, daß die Prävalenz in der Population geringer als 2% ist.
- (2) Aus einer Population mit  $N = 1000$  Tieren wurden 10% untersucht; alle Tiere waren gesund. Aus der Tafel ergibt sich, daß mit Wahrscheinlichkeit 99% behauptet werden kann, daß die Anzahl kranker Tiere in der Population nicht größer als 43 ist.

### Tafel 3: Die Wahrscheinlichkeit, kranke Tiere nicht zu entdecken

-Die Tafel gibt die Wahrscheinlichkeit dafür an, daß zufällig kein krankes Tier in die Stichprobe gelangt, obwohl die Krankheit in der Population prävalent ist. Die Population wird als "unendlich groß" angenommen.

Prävalenz	Anzahl getesteter Tiere (=Stichprobenumfang)									
	5	10	25	50	75	100	200	250	500	1000
1%	0.951	0.904	0.778	0.605	0.471	0.366	0.134	0.081	0.007	0.000
2%	0.904	0.817	0.603	0.364	0.220	0.133	0.018	0.006	0.000	
3%	0.859	0.737	0.467	0.218	0.102	0.048	0.002	0.000		
4%	0.815	0.665	0.360	0.130	0.047	0.017	0.000			
5%	0.774	0.599	0.277	0.077	0.021	0.006	0.000			
6%	0.734	0.539	0.213	0.045	0.010	0.002	0.000			
7%	0.696	0.484	0.163	0.027	0.004	0.001	0.000			
8%	0.659	0.434	0.124	0.015	0.002	0.000				
9%	0.624	0.389	0.095	0.009	0.001	0.000				
10%	0.590	0.349	0.072	0.005	0.000					
12%	0.528	0.279	0.041	0.002	0.000					
14%	0.470	0.221	0.023	0.001	0.000					
16%	0.418	0.175	0.013	0.000						
18%	0.371	0.137	0.007	0.000						
20%	0.328	0.107	0.004	0.000						
24%	0.254	0.064	0.001	0.000						
28%	0.193	0.037	0.000							
32%	0.145	0.021	0.000							
36%	0.107	0.012	0.000							
40%	0.078	0.006	0.000							
50%	0.031	0.001	0.000							
60%	0.010	0.000								

Obwohl diese Tafel - ähnlich wie die Tafel 2 - die Wirkung des Stichprobenumfangs auf die Wahrscheinlichkeit der Erfassung bzw. Nichterfassung kranker Tiere zeigt, wird das Problem hier auf eine andere Weise angegangen:

Die Tafel geht von einer bestimmten Größe der Stichprobe (n) aus, die aus einer unendlich großen Population mit einem angenommenen Anteil kranker Tiere ( $\theta$ ) entnommen wird. Die Wahrscheinlichkeit, daß zufällig keines dieser Tiere in die Stichprobe gelangt, ist:

$$(1 - \theta)^n.$$

Die Werte dieser Funktion sind, in Abhängigkeit von  $\theta$  und n, tabelliert.

**Beispiel:** Aus einer sehr großen Population mit 10% kranken Tieren werden wiederholt Stichproben von jeweils n = 25 Tieren entnommen und getestet. Aus Tafel 3 ergibt sich die Zahl 0.072. Dies bedeutet: etwa 7% der Stichproben werden kein krankes Tier enthalten.

(\*)

\* Auszüge aus „Amtliche Methodensammlung“, Hrsg. Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Südufer 10, 17493 Greifswald-Insel Riems, April 2010)