

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften
<b>Band:</b>	33 (1977)
<b>Artikel:</b>	Zur Epidemiologie und Bekämpfung der Tollwut
<b>Autor:</b>	Schneider, Lothar G.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-308123">https://doi.org/10.5169/seals-308123</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Bundesanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Tübingen

## ZUR EPIDEMIOLOGIE UND BEKAEMPFUNG DER TOLLWUT\*

LOTHAR G. SCHNEIDER

### Zusammenfassung

Am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland und der angrenzenden Nachbarländer werden die epidemiologischen Kriterien des gegenwärtigen Tollwutseuchenzuges unter Wildtieren herausgestellt. Wie gezeigt wird, kommt dem Fuchs eindeutig die Führungsrolle bei der Uebertragung der Tollwut zu. Darüberhinaus stellt diese Tierart das alleinige Reservoir im Seuchengeschehen dar. Die Bedeutung der Musteliden kann als sekundär angesehen werden; Cerviden, Rodentien sowie Haustiere sind epidemiologisch bedeutungslos. Da die Tollwutfrequenz in erster Linie von der Fuchsdichte abhängig ist, müssen bei der Tollwutbekämpfung Massnahmen zur Populationsverdünnung dieser Tierart im Vordergrund stehen. Andere Wildkarnivoren, insbesondere der Dachs, sollten von diesen Massnahmen verschont bleiben. Verschärfter Abschuss war als alleinige Massnahme nachweisbar ineffektiv. Das Töten der Füchse im Bau ist nach den Erfahrungen in Mitteleuropa die geeignete Einzelmaßnahme, die dort, wo sie durchführbar ist, stets zu einem Rückgang und in Einzelfällen zum vollständigen Erlöschen der Tollwut geführt hat. Die orale Immunisierung von Füchsen ist noch nicht praxisreif; weiträumige Erfolge sind auch mit dieser Methode nicht zu erwarten.

### Summary

The epidemiological criteria of the present sylvatic rabies epizootic are shown using the situation in the Federal Republic of Germany and its neighbouring countries as an example. It is demonstrated that the fox plays the leading role in transmitting the disease to other animal species and remains the main vector in the epizootic. Mustelids are of secondary importance. Cervides, rodents and domestic animals are of no concern in the spread of rabies. Rabies control measures have to be aimed at the population reduction of but one species,

\* Vortrag gehalten auf dem Symposium in memoriam K.F. Meyer, Basel, 25./26. März 1977

the fox, since the frequency of rabies among this species is primarily dependent on the population density. Other wild carnivores especially badgers should be spared. Intensified shooting of foxes as a single control measure has proven ineffective. According to the results obtained in Central Europe, the gassing of fox dens, where applicable, has proven to be the best single measure regularly resulting in a decrease of rabies cases. In individual instances this has led to a complete extinction of rabies. The oral immunization of foxes is not yet regarded as acceptable; large-scale success with this method is not to be expected.

Die Tilgung der Tollwut ist oberstes Ziel aller Bekämpfungsmassnahmen. Ist der ursächliche Vektor ausgeschaltet, geht die Zahl der Erkrankungen bei anderen Spezies und beim Menschen automatisch zurück. Da dies im Falle der Wildtier-tollwut nicht ohne weiteres möglich ist, müssen flankierende Massnahmen hinzukommen, die a) dem Schutz des Menschen dienen und b) die Haustierpopulation vor ökonomischen Verlusten schützen. Die klassischen Massnahmen der Seuchenbekämpfung, wie Absonderung und Impfung, sind im vorliegenden Falle zum Scheitern verurteilt. Wildtiere lassen sich weder einsperren noch impfen. Bevor ich auf die Bekämpfungsmassnahmen eingehe, möchte ich Ihnen die Seuchelage in der Bundesrepublik darstellen und danach versuchen, die Frage zu klären, welche Tierart im gegenwärtigen Seuchenzug in Europa den eigentlichen Vektor für die Tollwut darstellt.

In der Abb. 1 sind die in der Bundesrepublik Deutschland amtlich registrierten Tollwutfälle der Jahre 1950-1976 aufgezeichnet und gleichzeitig in Beziehung gesetzt zu der prozentualen Fläche der Bundesrepublik, die im jeweiligen Seuchenjahr tatsächlich infiziert war. Der erste grössere Tollwutgipfel tritt 1954 in Erscheinung. Zu diesem Zeitpunkt sind rund 35 % der Fläche der Bundesrepublik mit Tollwut infiziert. Dies entspricht einer Tollwutdichte von 1 Fall pro 26 km<sup>2</sup>, ein Wert, der erst 1976 wieder erreicht wurde (Durchschnittswert für 27 Jahre: 1 Fall auf 47 km<sup>2</sup>). Mit dem enormen Anstieg der Tollwut ab 1974/75 hat die Seuche nicht nur ihren zahlenmässigen, sondern mit 90 % auch ihren flächenmässigen Höchststand erreicht. Neben der Gesamtzahl der Fälle (gestrichelte Linie) ist die Zahl der beteiligten Füchse durch die durchlaufende Linie charakterisiert. Wir können sehen, dass diese Linie eng dem Hauptkurvenverlauf folgt und dass der Fuchs als Einzelspezies den Höchstanteil aller Tollwutfälle ausmacht (siehe auch Tab. 1a und b). Allein im Jahr 1976 betrug sein Anteil am Gesamt-tollwutgeschehen über 71 %. Gegenüber dieser Tierart nehmen sich die beiden unteren Kurven, die einmal die Tollwut bei Haustieren und dann gesondert bei Hund und Katze darstellen, eher bescheiden aus.

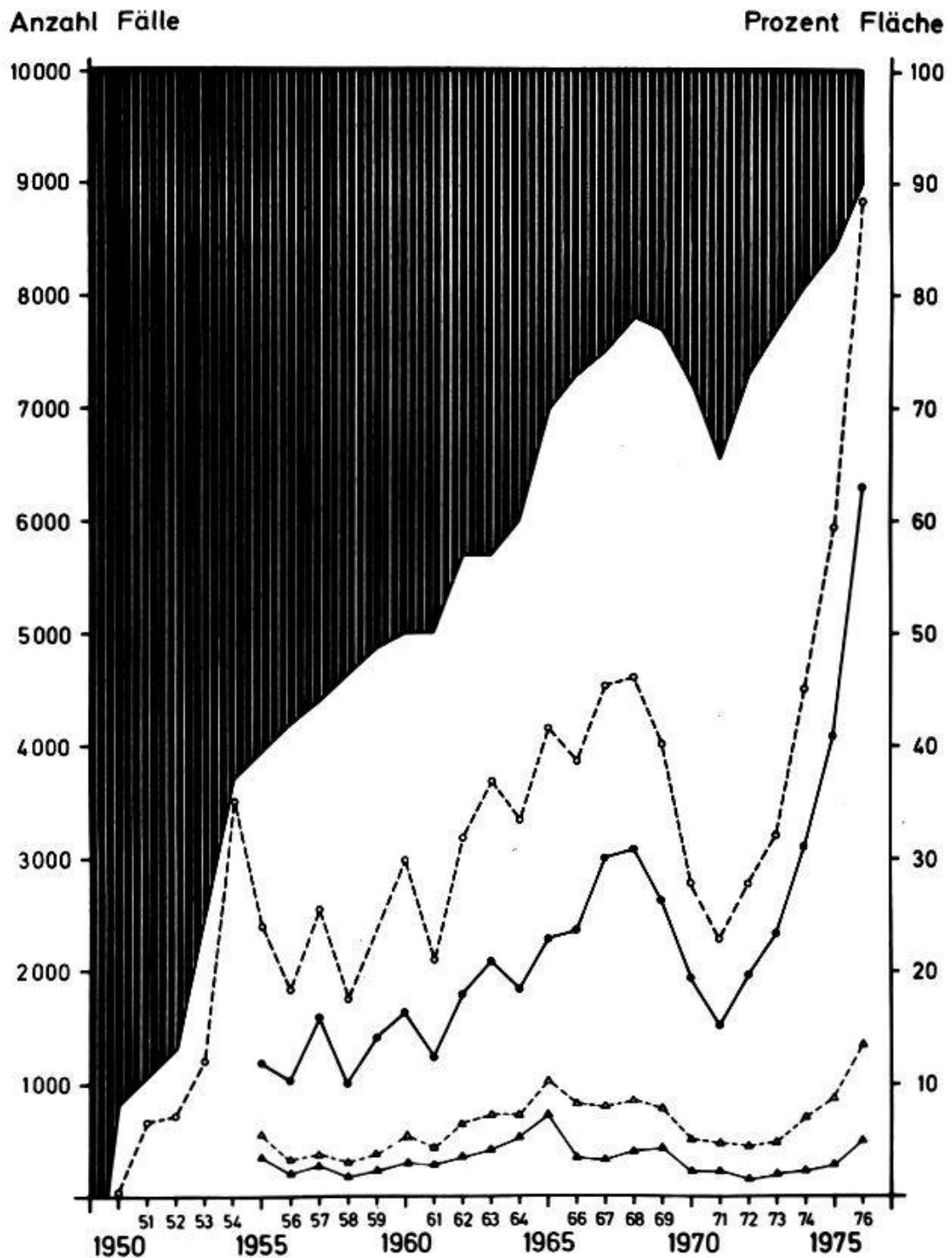


Abb. 1. Tollwutfälle in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1950 und 1976. Gesamtzahl aller Tollwutfälle (○—○); Tollwut bei Fuchs (●—●), Haustieren (△—△) und Hund und Katze (▲—▲). Nicht schraffiert ist der prozentuale Anteil der Fläche der BRD, in der Tollwutfälle aufgetreten sind.

Tabelle 1a:

Amtlich registrierte Tollwutfälle bei Haus- und Wildtieren in der Bundesrepublik Deutschland von 1950-1976

Jahr	Haustiere					Wildtiere					Tierart nicht ermittelt	Total	Tollwut- Dichte: 1 Fall <sup>2</sup> pro "X" km <sup>2</sup>
	Hund	Katze	Rind	Übrige	Summe	Fuchs	Muste- liden	Reh	Übrige	Summe			
1950											35	35	1:58
1951											674	674	1:40
1952											713	713	1:45
1953											1196	1196	1:52
1954 (Januar - Juni)											2093	2093	1:26
Summe A:											-	4711	
ab 1.7.													
1954	72	164	137	23	396	724	68	173	39	1004	-	1400	1:26
1955	144	200	171	31	546	1174	83	371	49	1677	166	2389	1:38
1956	71	139	109	14	333	1022	53	268	20	1363	130	1826	1:57
1957	131	147	90	9	377	1580	76	318	8	1982	179	2538	1:43
1958	84	92	90	34	300	991	44	201	9	1245	192	1737	1:58
1959	90	133	130	19	372	1412	51	306	16	1785	191	2348	1:52
1960	147	188	185	34	554	1624	56	478	11	2169	248	2971	1:42
1961	101	167	122	27	417	1230	49	226	14	1519	151	2087	1:59
1962	151	198	250	54	653	1776	60	355	11	2202	312	3167	1:45
1963	188	244	255	39	726	2070	101	465	31	2667	275	3668	1:38
1964	162	368	179	14	723	1835	105	406	23	2369	231	3323	1:45
1965	245	470	291	23	1029	2283	120	447	32	2882	242	4153	1:42
1966	166	174	436	57	833	2347	140	329	11	2827	193	3853	1:47
1967	151	185	421	32	789	3010	204	347	22	3583	150	4522	1:41
1968	204	195	392	50	841	3077	181	340	9	3607	161	4609	1:42
1969	181	233	299	73	786	2620	193	283	15	3111	115	4012	1:47
1970	107	124	217	50	498	1937	136	162	1	2236	48	2782	1:64
1971	100	117	184	64	465	1494	107	139	9	1749	68	2282	1:71
1972	76	85	240	50	451	1949	126	156	9	2240	81	2772	1:65
1973	104	102	203	75	484	2330	161	147	6	2644	73	3201	1:56
1974	101	135	327	139	702	3103	225	291	15	3634	171	4507	1:45
1975	112	157	452	157	878	4066	273	316	12	4667	391	5936	1:35
1976	185	323	560	273	1341	6296	425	559	14	7294	207	8842	1:25
Summe B:	3073	4340	5740	1341	14494	49950	3037	7083	386	60456	3975	78925	-
\$	3,89	5,50	7,27	1,70	18,36	63,29	3,85	8,97	0,49	76,60	5,04	100	

Gesamtzahl der Fälle: Summe A	4711
+ Summe B	78925
Total	83.636

Die Abb. 2 zeigt den prozentualen Anteil von Haustieren (weisser Anteil der Kolumnen) und bei Wildtieren (schwarzer Anteil) für jedes Jahr zwischen 1954 und 1976. Sowohl bei hoher wie bei niedriger Tollwutfrequenz sind die Relationen stets annähernd gleich. In der nächsten Graphik (Abb. 3) ist der durchschnittliche Anteil der Tierarten zwischen 1954 und 1973 dargestellt. Auf Wildtiere entfallen rund 80 %, auf Haustiere 20 %. Der Fuchs liegt mit

Tabelle 1b:

Prozentualer Anteil verschiedener Tierspezies an den amtlich registrierten Tollwutfällen seit 1.7.1954

Jahr	Fälle insgesamt	Haustiere					Wildtiere			Tierart nicht ermittelt
		Hund	Katze	Rind	Übrige	Summe	Fuchs	Übrige	Summe	
1954	1400	5,1	11,7	9,8	1,6	<u>28,3</u>	51,7	20,0	<u>71,7</u>	-
1955	2389	6,0	8,4	7,1	1,3	<u>22,8</u>	49,2	21,0	<u>70,2</u>	7,0
1956	1826	3,8	7,6	6,0	0,8	<u>18,2</u>	56,0	18,7	<u>74,7</u>	7,1
1957	2538	5,2	5,8	3,6	0,3	<u>14,9</u>	62,3	15,8	<u>78,1</u>	7,0
1958	1737	4,8	5,3	5,2	2,0	<u>17,3</u>	57,1	14,6	<u>71,7</u>	11,0
1959	2348	3,8	5,7	5,6	0,8	<u>15,9</u>	60,1	15,9	<u>76,0</u>	8,1
1960	2971	5,0	6,3	6,2	1,2	<u>18,7</u>	54,7	18,3	<u>73,0</u>	8,3
1961	2087	4,8	8,0	5,9	1,3	<u>20,0</u>	58,9	13,9	<u>72,8</u>	7,2
1962	3167	4,8	6,2	7,9	1,7	<u>20,6</u>	56,1	13,4	<u>69,5</u>	9,9
1963	3668	5,1	6,7	6,9	1,1	<u>19,8</u>	56,4	16,3	<u>72,7</u>	7,5
1964	3323	4,9	11,1	5,4	0,4	<u>21,8</u>	55,2	16,1	<u>71,3</u>	6,9
1965	4153	5,9	11,3	7,0	0,6	<u>24,8</u>	55,0	14,4	<u>69,4</u>	5,8
1966	3853	4,3	4,5	11,3	1,5	<u>21,6</u>	60,9	12,5	<u>73,4</u>	5,0
1967	4522	3,4	4,1	9,3	0,7	<u>17,5</u>	66,5	12,7	<u>79,2</u>	3,3
1968	4609	4,4	4,2	8,5	1,1	<u>18,2</u>	66,8	11,5	<u>78,3</u>	3,5
1969	4012	4,5	5,8	7,5	1,8	<u>19,6</u>	65,3	12,2	<u>77,5</u>	2,9
1970	2782	3,8	4,5	7,8	1,8	<u>17,9</u>	69,6	10,8	<u>80,4</u>	1,7
1971	2282	4,4	5,1	8,1	2,8	<u>20,4</u>	65,5	11,1	<u>76,6</u>	3,0
1972	2772	2,7	3,1	8,7	1,8	<u>16,3</u>	70,3	10,5	<u>80,8</u>	2,9
1973	3201	3,3	3,2	6,3	2,3	<u>15,1</u>	72,8	9,8	<u>82,6</u>	2,3
1974	4507	2,2	3,0	7,3	3,1	<u>15,6</u>	68,8	11,8	<u>80,6</u>	3,8
1975	5936	1,9	2,7	7,6	2,6	<u>14,8</u>	68,5	10,1	<u>78,6</u>	6,6
1976	8842	2,1	3,7	6,3	3,1	<u>15,2</u>	71,2	11,3	<u>82,5</u>	2,3
	78.925	3,9	5,5	7,3	1,7	<u>18,4</u>	63,3	13,3	<u>76,6</u>	5,0
	= 100 %									

65 % anteilmässig am höchsten. Hund und Katze machen zusammen rund 11 %, das Rind etwa 8 % aller Tollwutfälle aus. Der Anteil des Fuchses am Tollwutgeschehen insgesamt gesehen, wird wahrscheinlich noch sehr viel grösser sein, da die genannten Zahlen nur den amtlich registrierten, d.h. im Labor diagnostizierten Fällen entsprechen. Die Dunkelziffer der Fälle von Fuchstollwut sind wahrscheinlich unvergleichlich höher und können nur geschätzt werden. Es gibt Schätzungen, wonach nur 10 % der Fälle beim Fuchs überhaupt bekannt werden. Nach VON BRAUNSCHWEIG (1976) liegt die Dunkelziffer im Bereich von 97 % oder darüber, was bedeuten würde, dass allein 1976 eine halbe Million Fuchse an Tollwut verendet sind.

Aus dem statistischen Material geht zweierlei hervor, dass nämlich seit dem Eindringen der Tollwut im Jahre 1950 unter der Zahl der untersuchten Tollwutfälle der Fuchs stets prozentual die grösste Häufigkeit einnimmt, und dass alle übrigen Tierarten etwa immer im gleichen Verhältnis zum Anteil der Fuchse bleiben (Tabelle 1b und Abb. 2). Diese Erfahrungen

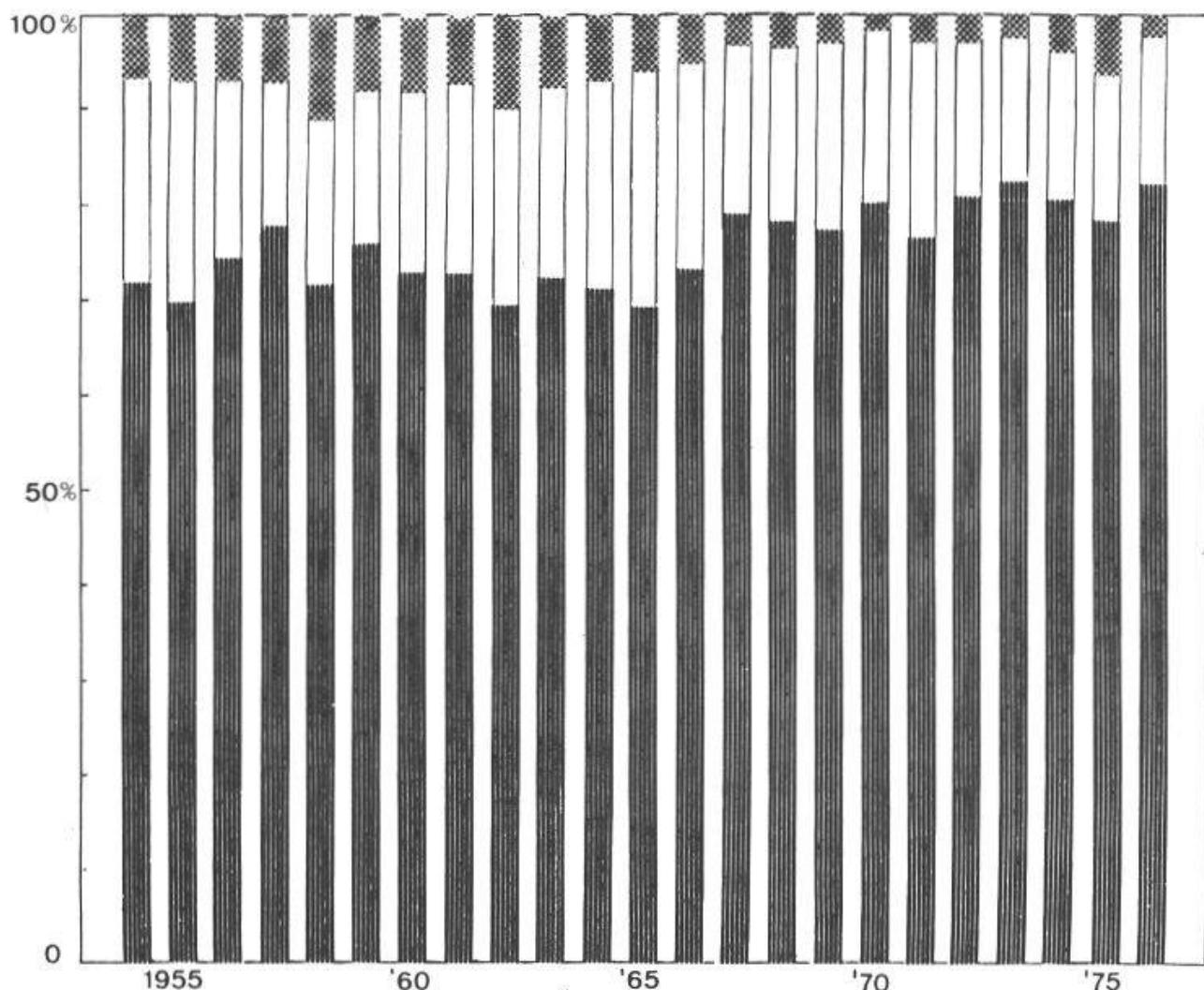


Abb. 2. Prozentuale Tollwutbeteiligung von Haus- und Wildtieren zwischen 1954 und 1976. Wildtiere (▨), Haustiere (■), Tierart nicht bestimmt (□).

sind nicht nur in Deutschland, sondern bisher in allen mitteleuropäischen Ländern gemacht worden (STECK, 1975).

Die epidemiologischen Beziehungen zwischen Wild- und Haustiertollwut, d.h. die Führungsrolle der Tollwut des Fuchses gehen auch daraus hervor, dass erfolgreich durchgeführte Bekämpfungsmassnahmen bei Füchsen regelmäßig einen signifikanten Rückgang der Fälle von Haustiertollwut bewirkten. Als Beispiel sei eine Graphik von WEINHOLD (1975) gezeigt (Abb. 4), in der die Tollwutverhältnisse im nördlichsten Bundesland Schleswig-Holstein dargestellt sind und zwar die Fälle nördlich und südlich des Nordostsee-Kanals. 1969 war eine Massierung der Fälle nördlich des Nordostsee-Kanals zu verzeichnen, dabei waren Hunde und Katzen mit 24 Fällen vertreten. Durch intensive Bejagungs- und Begasungsmassnahmen wurde die Zahl der Tollwutfälle bei Füchsen in den darauffolgenden Jahren reduziert und

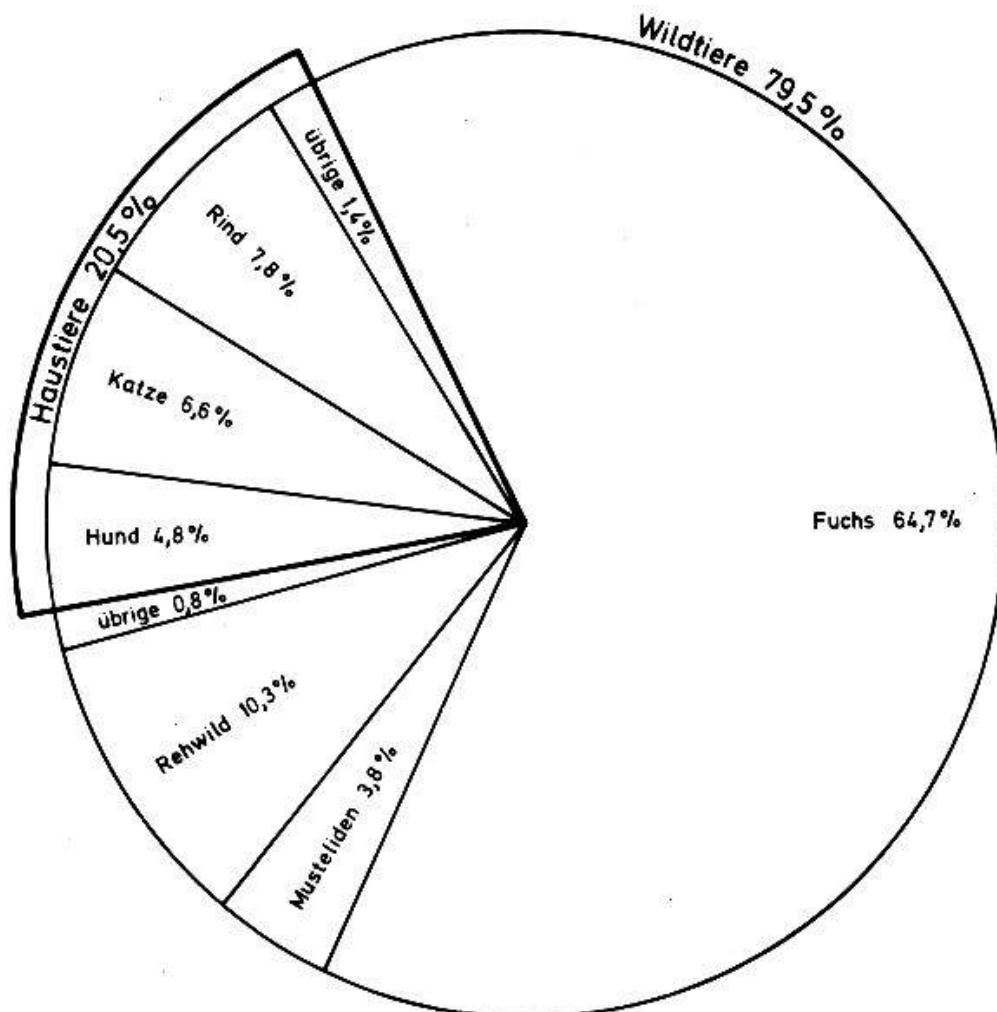


Abb. 3. Anteil von Haus- und Wildtierspezies bei über 56'000 amtlich registrierten Tollwutfällen in der Bundesrepublik zwischen 1954 und 1973.

ging bei Hunden und Katzen 1970 auf drei, 1971 auf einen, und in den folgenden Jahren auf 0 Fälle zurück.

Trotz der hohen Beteiligung des Fuchses am Tollwutgeschehen und trotz der dargelegten engen Verquickung zwischen der Tollwut des Fuchses und der bei anderen Haus- und Wildtierarten ist die Frage nach dem eigentlichen Vektor damit noch nicht endgültig beantwortet. Immerhin besteht die Möglichkeit, dass eine andere Spezies als Virusreservoir dient und in der Lage ist, Epizootien unter Wildtieren in Gang zu setzen und ständig zu unterhalten. Ein von der FAO/WHO initiiertes Forschungsprogramm über Wildtier-tollwut, an dem Virologen, Oekologen und Zoologen aus verschiedenen europäischen Ländern massgeblich beteiligt waren, hat durch kollektive Untersuchungen in den Jahren zwischen 1968 bis 1974 versucht, diesen Fragenkomplex zu beantworten. Insbesondere war die Frage zu klären, ob die in Mitteleuropa herrschende Tollwut allein auf einer Virusübertragung von Fuchs zu Fuchs beruht

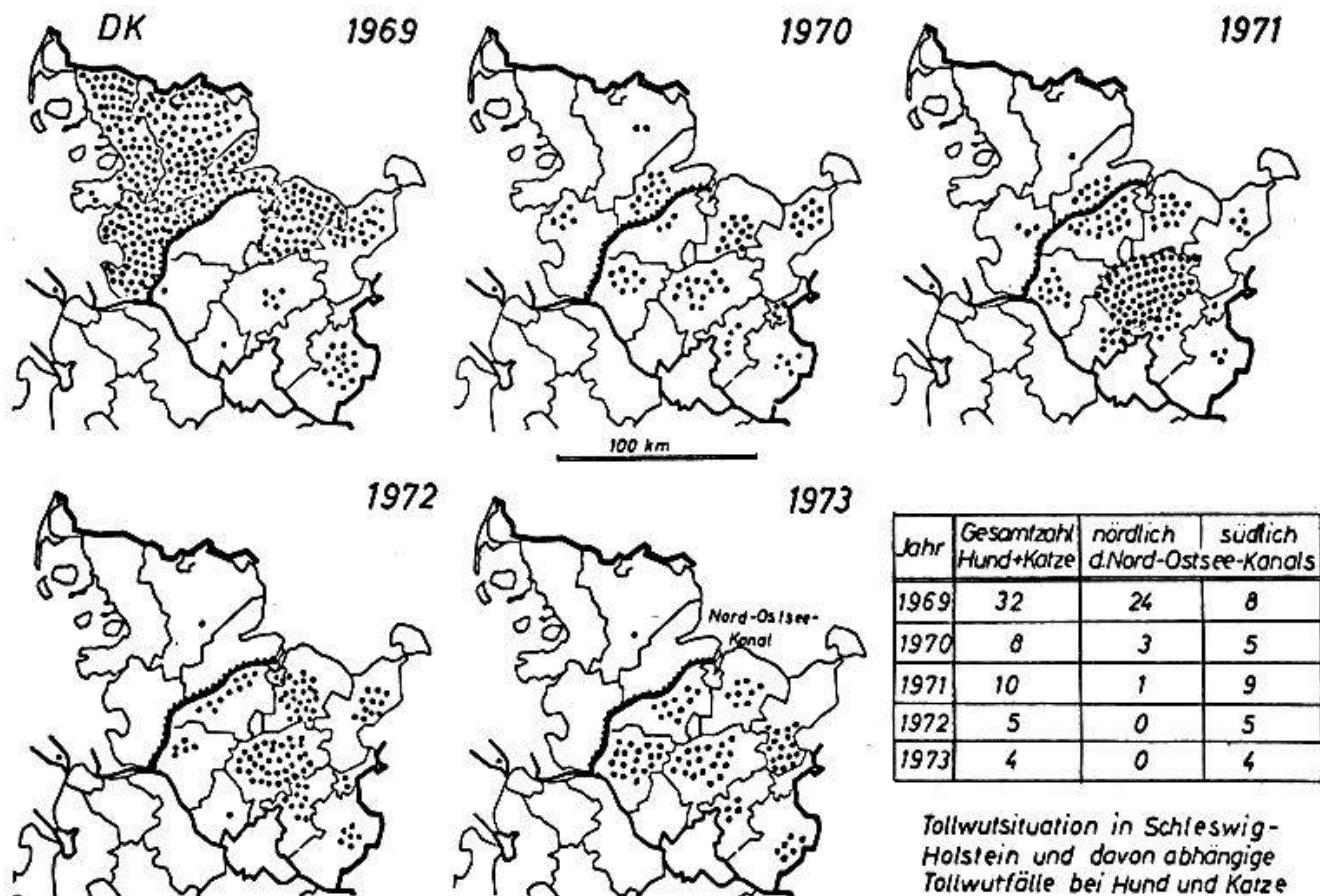


Abb. 4. Einfluss der Fuchsbaubegasung auf die Tollwut bei Hund und Katze in Schleswig-Holstein (nach WEINHOLD, 1975).

oder ob hierbei anderen Tierarten, z.B. anderen Wildkarnivoren oder Kleinnagern eine essentielle Rolle zukommt. Wie STECK (1975) nach Abschluss dieser Untersuchungen festgestellt hat, scheint der Fuchs zum Hauptüberträger der Tollwut prädestiniert zu sein: 1. ist er sehr empfänglich für das Tollwutvirus, 2. vermehrt sich das Tollwutvirus bei über 90 % der infizierten Füchse bis zu hohen Titern in den Speicheldrüsen, 3. scheinen Füchse eine Tollwutinfektion nicht oder nur selten zu überleben.

Kollektive Untersuchungen in Dänemark, Deutschland und in der Schweiz (WANDELER und Mitarbeiter, 1974a) haben eindeutig gezeigt, dass Musteliden, d.h. Dachse, Steinmarder, Hermeline und Wiesel im Tollwutgeschehen nur eine sekundäre Rolle spielen und dass ohne gleichzeitig auftretende Fuchstollwut bei diesen Tieren keine Tollwut beobachtet werden kann. Wie die Erfahrungen in der Bundesrepublik gezeigt haben (MOEGLE und Mitarbeiter, 1971), hatte die regionale Dezimierung der Fuchspopulation einen nicht unerheblichen Anstieg des sogen. Niederwildes (Hase, Rebhuhn, Fasan), aber auch der sogen. kleinen Musteliden im Gefolge. Trotz des Anstieges der Mustelidenpopulation gab es keine proportionale Zunahme der Tollwut bei diesen Wildkarnivoren (WACHENDOERFER, 1972).

Nachdem vor mehr als einem Jahrzehnt in mehreren Gegenden Deutschlands Waschbären ausgesetzt wurden, hat sich diese Tierspezies zum Teil in erheblichem Umfang ausgebreitet. Für die Beziehung Waschbär/Tollwut gelten die gleichen Argumente wie bei den Musteliden: ohne Fuchstollwut keine Waschbärtollwut.

Schalenwild (Rehe, Wildschweine etc.) sowie Hase und Kaninchen müssen als blind endende Glieder in der Tollwutkette angesehen werden, da Uebertragungen auf andere Tierarten bisher nicht bekannt geworden sind.

Ueber die Rolle der wildlebenden Kleinnager im Tollwutgeschehen wurden im Rahmen des genannten FAO/WHO Forschungsprogrammes ebenfalls Untersuchungen angestellt (SODJA et al., 1971; SCHNEIDER und SCHOOP, 1972). Hierbei wurde festgestellt, dass bei einigen Kleinnagern der Unterfamilie Murinae und Microtinae, d.h. also bei einer Reihe von Wald- und Feldmäusen latente Infektionen mit dem Tollwutvirus vorkommen können. Von annähernd 3000 untersuchten Kleinnagern konnte in 37 Fällen Virus isoliert werden, ohne dass die betreffenden, lebend gefangenen Tiere Zeichen einer Tollwuterkrankung erkennen liessen. Langjährige Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass es sich bei diesen Isolaten um sogen. apathogene Virusmutanten vom Wildtyp handelt. Gegen eine eventuelle Bedeutung der Nager als Virusreservoir spricht das Fehlen jeglicher Beziehungen zwischen dem Vorkommen der Nagermutanten und dem Seuchengeschehen bei Füchsen und anderen Tieren, insbesondere bei Katzen, sowie die Tatsache, dass derartige Mutanten nur regional auffindbar waren. Schliesslich gibt es keine Gründe anzunehmen, dass die Tollwut der Haustiere ursächlich für das Auftreten der Wildtier tollwut von Bedeutung ist. Tollwutfälle bei Haustieren, insbesondere bei Rindern sind im Gegenteil oft der erste Indikator für das beginnende Geschehen im Wildtierbereich. Umgekehrt erlischt die Haustiertollwut meist sofort, wenn die Fuchstollwut rückläufig ist.

Die Frage, ob verwilderte Hauskatzen, wie sie gegenwärtig in vermehrtem Umfang aufzutreten pflegen, eine selbständige Tollwutepidemie unterhalten können, muss nach den bisherigen Erfahrungen in der Bundesrepublik verneint werden. Bis auf zwei Ausnahmen blieb der Anteil der Katzen am Tollwutgeschehen über viele Jahre hin konstant. Lediglich in den Jahren 1964 und 1965 wurde eine prozentual höhere Beteiligung der Katzen beobachtet. Dies kann dadurch erklärt werden, dass infolge öffentlicher Aufrufe Katzen vermehrt eingesandt wurden und dass die Diagnose der Tollwut damals noch ohne Zuhilfenahme der Immunofluoreszenzmethode erfolgte.

Die geschilderten Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der Fuchs als Hauptträger und als alleiniges Virusreservoir der Tollwut anzusehen ist. Diese schon lange vorherrschende Ansicht ist durch die aufgeführten Untersuchungsergebnisse konkretisiert und bestätigt wor-

den, und es sollten keine Mühen und Mittel gescheut werden, dies der Öffentlichkeit in aller Deutlichkeit zu sagen. Wie die jüngsten Ereignisse in der Bundesrepublik gezeigt haben, hat eine kleine Gruppe von Tierschützern das Aussetzen der staatlichen Bekämpfungsmaßnahmen (planmässiger Abschuss der Füchse sowie weiträumige Begasung von Fuchsbauten) als Vorwand genommen und versucht, die epidemiologische Lage der Tollwut gegenteilig darzustellen, was nicht zuletzt durch die breite Unterstützung der Presse zu einer allgemeinen Verunsicherung in der Öffentlichkeit und insbesondere auch bei der Jägerschaft geführt hat, ohne deren aktive Mithilfe eine Bekämpfung der Wildtier-tollwut schlechthin unmöglich ist.

Eine wirksame Eindämmung des Infektionsgeschehens bei der sylvatischen Tollwut ist, wie es WACHENDOERFER (1975) formuliert hat, daher nur zu erwarten, wenn sich die staatliche Bekämpfung auf das eigentliche Virusreservoir, d.h. auf den Fuchs konzentriert. Diese Tatsache hat alle von der Seuche erfassten und von ihr bedrohten Staaten gezwungen, Verfahren zu ergreifen, die es ermöglichen, die Infektketten beim Fuchs zu unterbrechen, um hierdurch den Umlauf des Tollwutvirus in verseuchten Gebieten zu verlangsamen und nach Möglichkeit sogar zu unterbinden. Da die Tollwutfrequenz beim Fuchs von der vorhandenen Fuchsdichte und von der Populationsdynamik abhängig ist, mussten Massnahmen eingesetzt werden, die zu einer drastischen Populationsverdünnung des Fuchses führen. Zur Diskussion standen hier mehrere Möglichkeiten.

Einmal ist es die Tollwut selbst, die bei lokal auftretenden Epidemien die Fuchsdichte in diesen Gebieten auf 50 % oder darunter zu senken vermag.

Mögliche Bekämpfungsmaßnahmen, die aus verschiedenen Gründen wenig erfolgversprechend oder überhaupt abzulehnen sind, wären beispielsweise biologische Massnahmen, die den Einsatz von pathogenen Erregern erfordern, weiterhin Verfahren zur hormonellen Sterilisierung der Füchse sowie der Einsatz von Tellereisen oder die Verwendung von Frassgiften. Eine weitere Möglichkeit besteht in dem ganzjährig verschärft durchgeführten Abschuss von Füchsen. Diese Massnahme ist sicher ein waidgerechtes Verfahren, das insbesondere dort stärkere Beachtung verdient, wo die sogen. Erdbegasung von Fuchsbauten technisch nicht durchführbar ist. Wie die Erfahrungen im In- und Ausland jedoch gezeigt haben, vermag selbst das Aussetzen einer angemessenen Abschussprämie die jährlichen Fuchsabschusszahlen nur unwesentlich zu steigern. Der Abschuss als alleinige Massnahme ist daher nicht in der Lage, eine ausreichende Verdünnung der Fuchspopulation herbeizuführen.

Wesentlich effektiver ist die Tötung der Füchse im Bau. Dieses Verfahren bewirkt, wenn es termingerecht und unter Beachtung entsprechender tierschützerischer Aspekte durchgeführt

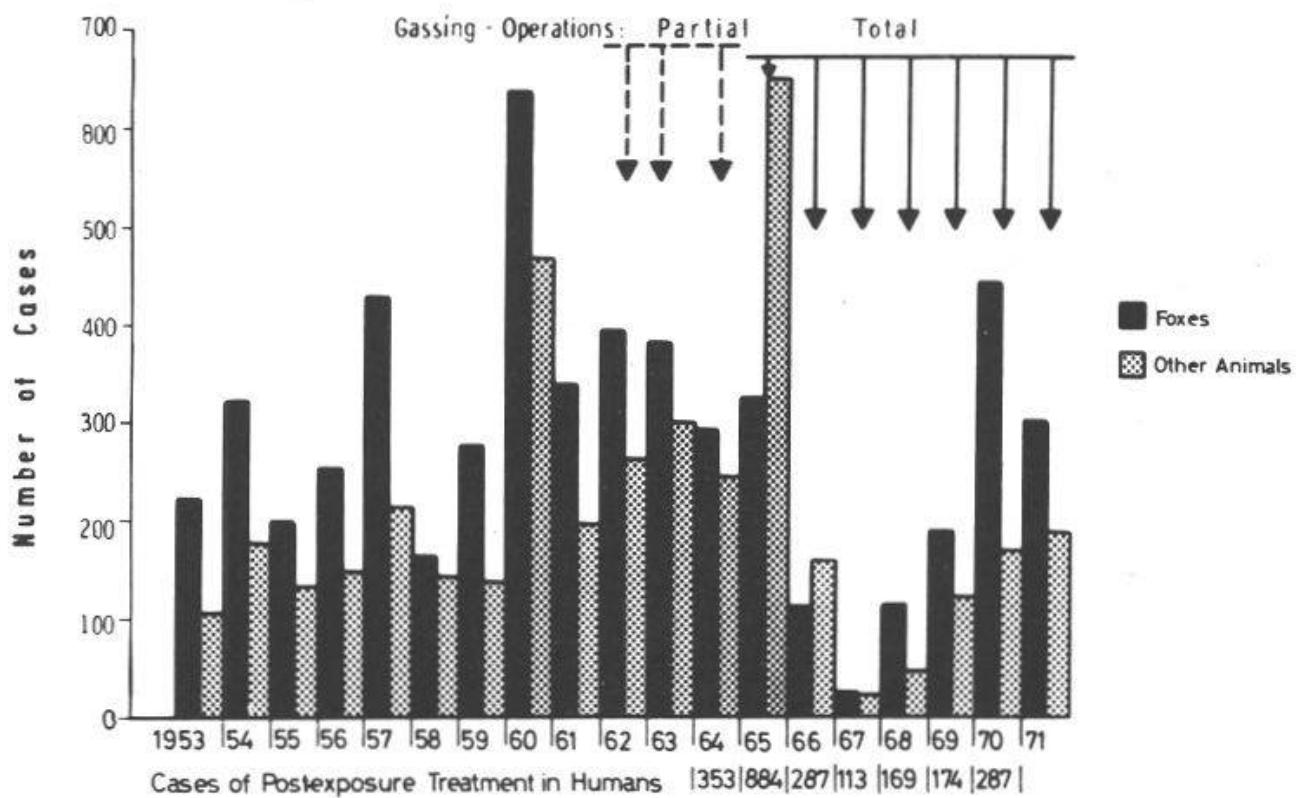


Abb. 5. Einfluss der Fuchsbaubegasung auf die Tollwut im Lande Hessen (nach WANDELER et al., 1974b).

wird, eine signifikante Reduzierung der Fuchspopulation, da vorwiegend Jungfuchse betrofen werden, die annuuell den Hauptteil der Fuchspopulation darstellen.

Die Erfolge bei der Fuchsbaubegasung sind nicht ohne weiteres durch statistische Analysen auf breiter Basis zu belegen, da die durchgeföhrten Aktionen regional starke Unterschiede aufweisen. In der Bundesrepublik Deutschland wurde Mitte der sechziger Jahre erstmals regional mit der Begasung von Fuchsbauten begonnen. Auf Grund der lokalen Erfolge wurde 1970 die Begasung durch ministerielle Verordnung bundesweit angeordnet.

Der Einfluss der Begasungsaktionen auf die Tollwutfrequenz im Lande Hessen ist in der folgenden Abbildung dargestellt (Abb. 5). Partielle Aktionen ab 1962 erbrachten nur Teilerfolge. Erst die intensivierte Begasung ab 1965 zeigte den erwünschten Rückgang in der Zahl der vorkommenden Tollwutfälle. Ein vollständiges Erlöschen der Tollwut konnte nicht beobachtet werden und anscheinend sind mehrere Faktoren für den Wiederanstieg der Tollwutfrequenz bei Füchsen im Jahre 1970 verantwortlich (Zuwanderung aus infizierten Nachbargebieten, menschlicher Ermüdungsfaktor).

Von MOEGLE und Mitarbeitern (1971) wurde erstmals der Versuch unternommen, die Tollwutfrequenz in Beziehung zur Fuchsdichte zu setzen, wobei als Basis für die Dichte die jähr-

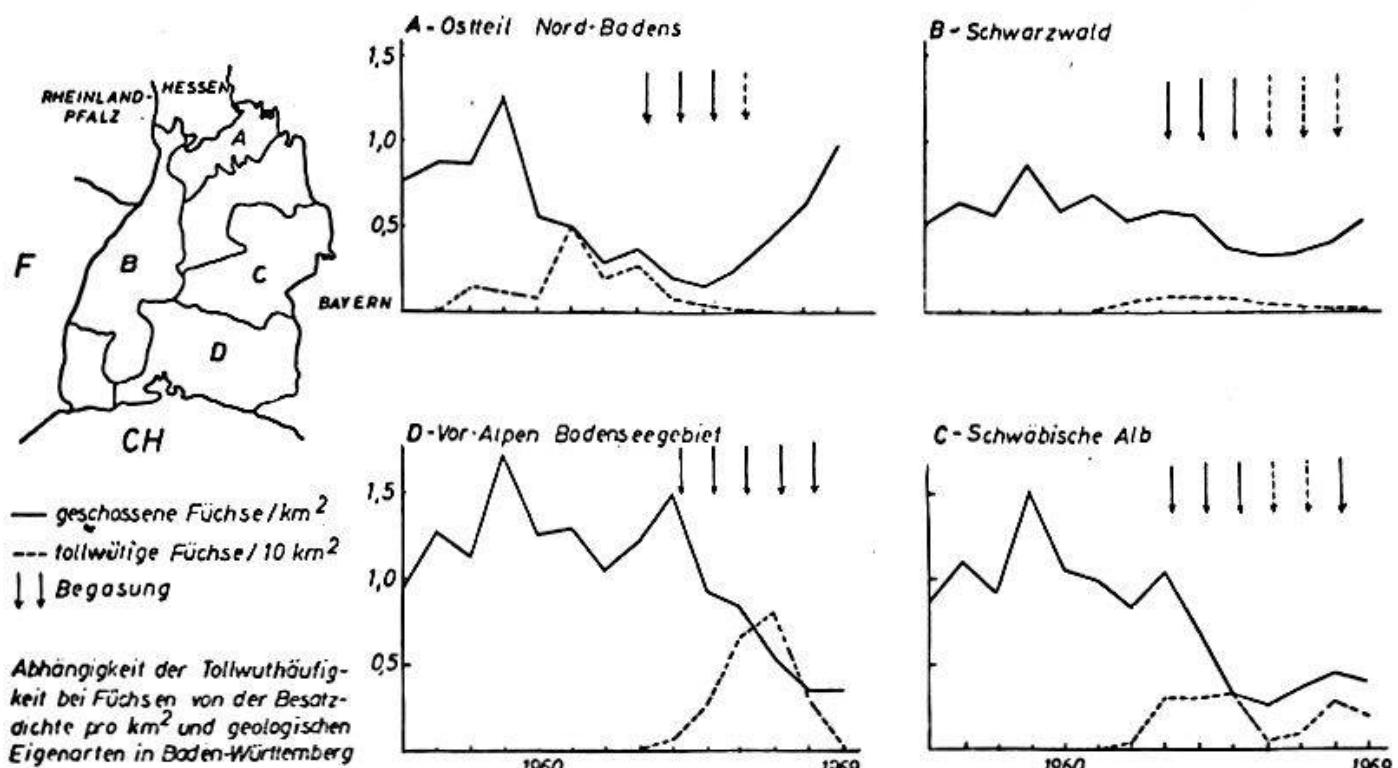


Abb. 6. Wechselbeziehungen zwischen Fuchsdichte (—), Tollwutfrequenz (---) und Fuchsbaubegasungen (↓) in Baden-Württemberg (nach MOEGLE et al., 1971).

liche Jagdstrecke an Füchsen gewertet wurde (Abb. 6). Untersuchungen über die Populationsdichte und die Nachwuchsraten haben gezeigt, dass die jährlichen Abschusszahlen bei intensiver Bejagung einen guten Indikator der Fuchsdichte ergeben. Wir sehen aus der Abbildung, dass die Fuchsdichte durch die aufgetretene Tollwut per se sehr stark reduziert wurde. Dies ist aus den Teilabbildungen A, B und D ersichtlich. Wurden zusätzlich Begasungsaktionen durchgeführt (durch Pfeile angedeutet), sank die Fuchsdichte unter einen Wert von 0,5 Füchse pro km<sup>2</sup>, und in den drei genannten Gebieten kam die Tollwut vollständig zum Erlöschen. Im Teilgebiet C, im Bereich der Schwäbischen Alb, ist zwar durch die Tollwut und durch Begasungsmassnahmen eine befriedigende Reduktion der Fuchspopulation eingetreten, trotzdem hielt sich die Tollwut in diesem Gebiet in umschriebenen Herden, besonders am steilen Westabfall der Schwäbischen Alb, in denen der Fuchs vielfach keine Erdbäume bewohnt, sondern kleine Höhlen und Felsen, die wegen der Durchlässigkeit des Gesteins nicht wirksam begast werden können. Ähnlich befriedigende Ergebnisse wurden aus Bayern (OSTHOFF und GROETSCH, 1972) sowie aus der DDR (LOEPELMANN, 1968) gemeldet, sofern die Begasung mit der nötigen Konsequenz, ausreichender Methodik und genügender Aufklärung durchgeführt wurde.

Zufriedenstellende Begasungserfolge sind auch in den Nachbarländern Belgien, Luxemburg und insbesondere in der Schweiz erzielt worden. In der Schweiz konnte durch Begasungsmaßnahmen beiderseits des Aare-Flusses die Tollwutinvasion des westlichen Teils des Kantons Aargau für lange Jahre effektiv verhindert werden (WANDELER et al., 1974b). Das Beispiel Dänemark beweist wohl am eindruckvollsten, wie durch intensive Bekämpfungsmaßnahmen, insbesondere Begasung, ein Land sich vollständig von der Tollwut befreien konnte. Nach dem ersten Ausbruch in Südjütland im Jahre 1964 wurden in einer 10 km breiten Zone entlang der deutsch-dänischen Grenze alle zur Meldung gekommenen Fuchsbauten begast, wobei eine Entschädigung von 100 dänischen Kronen pro gemeldeten Fuchsbau gezahlt wurde. Bis zum Jahre 1965 wurde die begaste Zone auf eine Breite von etwa 50 km ausgedehnt. Die Reduktion der Fuchspopulation betrug in diesem Gebiet 80 %. In einem weiter nördlich gelegenen 30 km breiten Streifen wurde die Fuchspopulation lediglich durch Abschuss verdünnt, der Erfolg lag bei maximal 25 % Reduktion. Der Abschuss von Füchsen wurde wegen Ineffizienz und zu hoher Kosten eingestellt. Der zweite 1968 erfolgte Einbruch nach Dänemark zeitigte kaum Tollwutfälle in den südlicheren Gebieten, in denen die Fuchsdichte durch Begasungen drastisch reduziert worden war. Die Epidemie setzte sich jedoch in einem weiter nördlich gelegenen Gebiet fest und erst durch kombinierte Begasung und Bejagung bis etwa 120 km nördlich der deutsch-dänischen Grenze konnte die Tollwut in den beiden darauffolgenden Jahren schliesslich getilgt werden (WANDELER et al., 1974b).

Die an dem WHO/FAO koordinierten Wildtierforschungsprogramm beteiligten Wissenschaftler haben sich nach Abschluss ihrer Untersuchungen übereinstimmend dahingehend geäusserst, dass sich die Dezimierung der Fuchse in Mitteleuropa als wertvoll für die Kontrolle der Wildtollwut erwiesen hat. Das Töten der Fuchse im Bau stellt die geeignete Einzelmaßnahme zur Reduzierung der Fuchsdichte dar, ohne das ökologische Gleichgewicht zu stören, das durch die Überpopulation des Fuchses infolge Fehlens natürlicher Feinde ohnehin verändert ist. Im Gegensatz zum Dachs ist eine totale Ausrottung der Fuchse selbst bei intensivster Durchführung von Erdbaubegasungen nicht zu befürchten. Eine Dezimierung anderer Wildkarnivoren ist in der gegenwärtigen Situation in Mitteleuropa zur Tollwutkontrolle ungeeignet und daher auch nicht gerechtfertigt.

In der Bundesrepublik Deutschland mussten 1974 auf Gerichtsbeschluss die staatlich angeordneten Fuchsbaubegasungsaktionen aus formaljuristischen Gründen eingestellt werden. Inzwischen ist auf Empfehlung des Bundesgesundheitsrates das Tierseuchengesetz dahingehend abgeändert worden, dass mit Hilfe einer neuen Tollwutverordnung die notwendige Reduzierung der Fuchspopulation bundesweit auf legaler Basis durchgeführt werden kann. Die neue

Verordnung besagt, dass die Tollwut unter Füchsen durch vermehrten Abschuss oder Fangen der Füchse zu bekämpfen sei. Ist die erforderliche Verringerung der Fuchspopulation dadurch nicht zu erreichen, können andere Massnahmen, z.B. das Töten der Füchse im Bau, angeordnet werden, wovon allerdings von Dachsen befahrene Baue auszunehmen sind. Ich persönlich halte es jedoch im Augenblick nicht für zweckmässig, dass Fuchsbaubegasungen in Deutschland in grösserem Massstab durchgeführt werden. Ich bin der Auffassung, dass erst einmal die allgemeine Verunsicherung der Oeffentlichkeit und auch der Jägerschaft, wie ich schon ausgeführt habe, beseitigt werden muss, damit es in Zukunft möglich ist, gezielte und effektive Massnahmen zur Reduktion der Fuchspopulation im Einvernehmen aller daran beteiligter Kräfte durchführen zu können.

In diesem Zusammenhang sei mir noch eine letzte Bemerkung zur Immunisierung von Füchsen gestattet. In der Oeffentlichkeit wird immer wieder die Frage gestellt, ob nicht anstelle des Tötens der Füchse eine generelle Impfung der Fuchspopulation sinnvoller sei. Möglicherweise wäre die Impfung von Füchsen in Kombination mit anderen Verfahren durchaus eine optimale Massnahme zur Bekämpfung der Tollwut bei dieser Tierspezies. So ist z.B. vorgeschlagen worden (KRAFT, 1975), im Frühjahr die im Bau befindlichen jungen Fuchswelpen auszugraben oder einzufangen, zu immunisieren und sie dann wieder freizulassen. Die Methode soll angeblich nicht aufwendiger sein als eine exakt durchgeführte Begasung. Der Erfolg derartiger lokaler Massnahmen bleibt abzuwarten, sofern ihre Durchführung überhaupt ernsthaft erwartet wird.

Eine andere, auf den ersten Blick recht attraktiv erscheinende Methode wäre die der oralen Immunisierung. Der anfängliche Optimismus, der durch die ausgezeichneten experimentellen Ergebnisse hervorgerufen wurde, ist zwischenzeitlich durch die Praxisanforderungen an eine solche Methode etwas gedämpft worden. Alle bisher geprüften für die orale Immunisierung erforderlichen Lebendvirusstämme sind zwar für den Fuchs verträglich, sind aber noch pathogen für verschiedene wildlebende Tierarten.

Weiterhin stellen Fragen der Köderapplikation, der Stabilisierung des Impfvirus usw. die Forschung vor eine Reihe von Problemen, die aber durchaus lösbar wären.

Wesentlich gravierender ist die Frage nach dem zu erwartenden Erfolg. Nach meiner Meinung kann eine Immunität bei Füchsen, gleichgültig ob sie nun durch eine stattgehabte Infektion oder durch Impfung bewirkt wird, keine entscheidende Rolle in der Epidemiologie der Tollwut spielen. Sowohl die hohe Reproduktionsrate (durchschnittlich 4,7 Jungwelpen pro Jahr), wie der hohe Anteil an Jungfüchsen (60 % der gesamten Fuchspopulation) bewirken, dass in jedem Jahr der grösste Teil der Fuchspopulation dem Tollwutvirus gegenüber als vollempfänglich angesehen werden muss.

Um einen einmaligen sichtbaren Erfolg zu erzielen, müssten daher mindestens 70 % der Fuchs-population durch die Impfung erreicht werden. Für einen Dauererfolg müsste diese Massnahme bis zum Verschwinden der Tollwut alljährlich wiederholt werden, ein Ansinnen, das angesichts der riesigen verseuchten Flächen in Mitteleuropa nur auf kleinere Bezirke anwendbar erscheint. Sollte die orale Immunisierungsmethode Praxisreife erlangen, könnte man erwägen, durch eine Art "Cordon"-Impfung das Vordringen der Tollwut aus infizierten in bisher freie Gebiete zu verhindern, wobei natürliche "Barrieren" wie grosse Flüsse, Wasserstrassen und Gebirgsketten in die Flächenplanung einbezogen werden sollten.

1. von Braunschweig, A. (1976): Die Tollwut - ein Jagdproblem? Vortrag gehalten auf der Tagung "Die silvatische Tollwut - ein Tierseuchenproblem", Hannover, 28./29. Oktober 1976.
2. Kraft, H. (1975): Massnahmen zur Bekämpfung der Tiertollwut. *Bundesgesundheitsblatt* 18, 289-290.
3. Loepelmann, H. (1968): Untersuchungen im Kreis Wolgast über die Effektivität der Fuchsbaubegasung im Rahmen der Tollwutbekämpfung. *Mh. Vet. Med.* 23, 81-86.
4. Moegle, H., F. Knorpp, und K. Bögel (1971): Einfluss der Begasung der Fuchsbaue auf die Fuchsdichte und die Wildtollwut in Baden-Württemberg. *Berl. Münch. tierärztl. Wschr.* 22, 437-441.
5. Osthoff, F. und W. Grötsch (1972): Zur Tollwutlage in Bayern nach Fuchsbaubegasung neben vermehrtem Abschuss von Füchsen. *Tierärztl. Umsch.* 27, 274-276.
6. Schneider, L.G. und U. Schoop (1972): Rabies-like viruses. *Symp. Series Immunobiol. Stand.* 21, 67-79 (1974).
7. Sodja, I., D. Lim, and O. Matouch (1971): Isolation of rabies virus from small wild rodents. *J. Hyg. Epidem. (Praha)* 15, 271-277.
8. Steck, F. (1975): Epidemiologische Beziehungen zwischen der Wildtier- und Haustiertollwut in Mitteleuropa und deren Konsequenzen für die Bekämpfung. *Bundesgesundheitsblatt* 19, 305-309.
9. Wachendorfer, G. (1972): Die Tollwutsituation in Hessen seit 1953. Third Informal Discussions on the WHO/FAO co-ordinated Research Programme on Wildlife Rabies in Europe. Nancy, 3.-5. Juli 1972.
10. Wachendorfer, G. (1975): Grundsätzliches zur Epidemiologie und Bekämpfung der silvatischen Tollwut in der Bundesrepublik Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt* 18, 285-289.
11. Wandeler, A., G. Wachendorfer, U. Förster, H. Krekel, W. Schale, J. Müller, and F. Steck (1974a): Rabies in wild carnivores in Central Europe. I. Epidemiological studies. *Zbl. Vet. Med. B* 21, 735-756.
12. Wandeler, A., J. Müller, G. Wachendorfer, W. Schale, U. Förster, and F. Steck (1974b): Rabies in wild carnivores in Central Europe. III. Ecology and biology of the fox in relation to control operations. *Zbl. Vet. Med. B* 21, 765-773.
13. Weinhold, E. (1975): Die Abhängigkeit der Haustier- von der Wildtier- (silvatischen) Tollwut. *Bundesgesundheitsblatt* 18, 270-274.

Adresse des Autors: Prof. Dr. L. G. Schneider, Bundesanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Waldhäuser Höhe, Paul-Ehrlich-Str. 28, Postfach 1149, D-7400 Tübingen (BRD)

