

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 141 (1999)

**Heft:** 12

**Artikel:** Newcastle-Krankheit : seroepidemiologische Untersuchung einer hochansteckenden Tierseuche beim Geflügel und bei Wildvögeln in der Schweiz

**Autor:** Gohm, D. / Schelling, E. / Audigé, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-592982>

### **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:** 14.01.2026

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

# Newcastle-Krankheit – seroepidemiologische Untersuchung einer hochansteckenden Tierseuche beim Geflügel und bei Wildvögeln in der Schweiz

D. Gohm\*, E. Schelling\*, L. Audigé, B. Thür

## Zusammenfassung

Die Newcastle-Krankheit (ND) ist eine hochkontagiöse virale Geflügelkrankheit vor allem des Hausgeflügels. Die Schweiz gilt momentan als ND-frei. In einer seroepidemiologischen Studie wurden 260 Legehennenherden, 169 Geflügelkleinbestände und 1576 Wildvögel mittels ELISA auf Antikörper gegen ND-Virus (NDV) untersucht. Die Resultate der Serologie aus den Legehennenherden wurden zusätzlich mit Hilfe eines Simulationsmodelles analysiert, um die wahre Herdenseroprevalenz zu schätzen. Vier Legehennenherden wurden als NDV-seropositiv klassifiziert, die wahre ND-Herdenprävalenz lag somit zwischen 1,3% und 1,5%. Fünf Geflügelkleinbestände wiesen NDV-Antikörper auf. NDV-Antikörper wurden bei 10% der untersuchten Wildvögel gefunden, vorwiegend bei Kormoranen, Zwerg- und Haubentauchern, Greifvögeln, Eulen und Mauerseglern. Die Resultate sprechen dafür, dass ND auch in der Schweiz vorkommt. Da bei den untersuchten Herden keine klinischen Symptome aufgetreten waren, handelte es sich offensichtlich um inapparente Verlaufsformen. Der Handel mit Geflügel und Bruteiern war ein Faktor, der die Seropositivität von Hühnern in den Geflügelkleinbeständen erklären könnte, der Kontakt der Tiere mit Wildvögeln wurde als weniger wichtig erachtet.

**Schlüsselwörter:** Newcastle-Krankheit – Schweiz – Geflügel – Wildvögel – Seroepidemiologie

## Newcastle disease – seroepidemiological study of a highly contagious disease in poultry and wild birds in Switzerland

Newcastle disease (ND) is a highly contagious viral disease particularly of domestic poultry. Switzerland is currently declared free from ND. A serosurvey using an ELISA was performed to investigate infections with ND-Virus (NDV) in 260 Swiss laying hen flocks, 169 backyard poultry flocks and 1576 wild birds. For laying hen flocks, a stochastic model was applied to analyse the results from serological testing. Four laying hen flocks were identified as NDV-seropositive, and the true NDV seroprevalence in this population was most likely between 1.3 and 1.5%. NDV antibodies were also detected in five of the 169 backyard poultry flocks. ND-antibody positive birds were found in 10% of all wild birds examined, with the highest proportions among cormorants, grebes, birds of prey, owls, and swifts. The study indicated that positive flocks must have been in contact with NDV strains causing sub-clinical infection, since no clinical signs had been observed. Moreover, trade of poultry or poultry eggs was considered to be an important factor associated with seropositivity in backyard poultry flocks. Contact to wild birds did not seem to be of major importance.

**Key words:** Newcastle disease – Switzerland – poultry – wild birds – seroepidemiology

\* Beide Doktorandinnen haben im Rahmen ihrer Dissertation zu gleichen Teilen zum Projekt beigetragen.

## Einleitung

Die Newcastle-Krankheit (engl. Newcastle Disease [ND]) der Vögel wird durch das ND-Virus (NDV), ein aviäres Paramyxovirus des Serotyps 1, hervorgerufen und gehört zu den hochansteckenden Tierseuchen in der Liste A des Internationalen Tierseuchenamtes (O.I.E., Office International des Epizooties).

Es gibt verschiedene NDV-Stämme, die unterschiedliche klinische Symptome hervorrufen. Die einzelnen Stämme können virologisch, jedoch nicht serologisch unterschieden werden. Basierend auf den klinischen Symptomen und pathologischen Veränderungen bei infizierten Hühnern werden die NDV in fünf Pathotypen eingeteilt (Beard und Hanson, 1981; Tab. 1).

Von über 240 Vogelarten ist bekannt, dass sie durch NDV infiziert werden können (Kaleta und Baldauf, 1988), wobei Hühner äusserst empfänglich sind. Bei Wildvögeln wird über Krankheitsausbrüche hingegen nur selten berichtet.

In den meisten europäischen Ländern kommt ND endemisch vor. Trotz obligatorischer ND-Impfung in diesen Ländern treten immer wieder Impfdurchbrüche und

Seuchenfälle auf. In der Schweiz wurden in den letzten Jahren nur sporadische Ausbrüche verzeichnet (Tab. 2). Nach massiven ND-Ausbrüchen in den Jahren 1946 und 1947 beim Nutzgeflügel in der Schweiz wurden zuerst eine Importsperre für lebendes und totes Hausgeflügel und danach systematische Untersuchungen für bewilligte Importe eingeführt. Bereits ein Jahr nach der Einführung der systematischen Importkontrollen gingen die Seuchenfälle von 377 auf 31 Fälle zurück (Hess, 1958). Heute darf kein Geflügel mit NDV-Antikörpern – mit Ausnahme von maternalen Antikörpern, die im Laufe der Importquarantäne signifikant absinken müssen – in die Schweiz eingeführt werden (Einfuhrbedingungen des Bundesamtes für Veterinärwesen [BVET] 89/128a, 95/53 und 96/53). Die Geflügelbestände in der Schweiz gelten amtlich als ND-frei, d. h. frei von NDV und NDV-Antikörpern. Impfungen gegen ND sind in der Schweiz generell verboten. Ausnahmen bilden Tauben, sie müssen nach einer Weisung des BVET (Bundesamt für Veterinärwesen, 1989) für Wettflüge und Ausstellungen gegen NDV-Infektionen mit einem inaktivierten Impfstoff geschützt werden. Die Ausmerzungen NDV- und NDV-Antikörper-positiver Herden und die Aufrechterhaltung von strengen Importkontrollen sind gegenüber einer flächendeckenden Impfung kostengünstiger (PD Dr. R. Hoop, Institut für Bakteriologie, Universität Zürich, persönliche Mitteilung). In der Schweiz besteht dadurch die Möglichkeit einer serologischen NDV-Überwachung in Geflügelbeständen. Damit entfällt die aufwendige, unsichere und teure Erregerisolation, die bei geimpften Beständen notwendig wäre. Der Import von lebendem Geflügel in die Schweiz bestand 1996 aus neun Millionen Eintagesküken, 37 000 Junghennen und einer Million Bruteier (R. Hauser, Bundesamt für Veterinärwesen, persönliche Mitteilung). Nach der Freigabe aus der Import-Quarantäne wird der serologische Status der Herden nicht mehr systematisch überwacht.

Serologisch positive Herden, die teils bei Quarantäneuntersuchungen, teils bei Untersuchungen wegen Bestandesproblemen gefunden wurden, stellen jedoch ein Problem dar. Für die Jahre 1990/91 wurden bei Jung- und Legehennen keine serologisch positiven Fälle beschrieben (Keller-Berger und Hoop, 1993), seit Februar 1993 aber wurden dem BVET elf Herden mit NDV-Antikörpertitern gemeldet (Tab. 3). Als die wichtigste Einschleppungsquelle von NDV in Geflügelbestände gilt zugekauft Geflügel, sowohl Vögel ohne Symptomatik während der Inkubationszeit als auch geimpfte Vögel, die Ausscheider sowohl von apathogenen als auch pathogenen NDV sein können (Westbury et al., 1984; Parede und Young, 1990). NDV kann in Kot bei tiefen Temperaturen über Wochen infektiös bleiben (Awan et al., 1994), somit ist eine mechanische Einschleppung via Eierkartons, Schuhen oder Gerätschaften möglich. Es wurde auch die Einschleppung von NDV in Geflügelbestände durch mit Taubenkot verschmutztes Futter beschrieben (Alexander et al., 1985). Weiter können sich Vögel durch die Verfütterung von ungekochtem NDV-haltigen Geflügelfleisch mit dem Virus infizieren (Heidenreich, 1976; Guittet et al.,

Tab. 1: NDV-Pathotypen nach Beard und Hanson, 1981

Pathotyp	Mortalität	Symptome betreffen
Velogen viszerotrop	hoch	Intestinaltrakt
Velogen neurotrop	hoch	ZNS
Mesogen	mässig*	Respirationstrakt
Lentogen	gering	Respirationstrakt
Apathogen	keine	

\* Herdenmortalität je nach Alter zwischen 5 und 50%, bei Kücken bis 100% (Kaleta, 1992)

Tab. 2: Seuchenausbrüche der ND in der Schweiz von 1994 bis 1998

Jahr	Standort der Herde	Produktionsrichtung	Anzahl Tiere
1994	Meiringen (BE)	Legehennen	6
1995	Safnern (BE)	Legehennen	16 000
1996	Buch (SH)	Legehennen	1 × 30 und 1 × 50

Tab. 3: ND-serologisch positive Fälle in der Schweiz von 1993 bis 1998

Jahr	Standort der Herde	Produktionsrichtung	Herkunftsland	Anzahl Tiere
1993	Solothurn	Eltern Mast	Niederlande	?
1995	Graubünden	Legehennen	Schweiz	5 000
1995	Bern	Eltern Mast	Niederlande	5 000
1995	Wallis	Legehennen	Frankreich	12 300
1995	Solothurn	Eltern Mast	Niederlande	3 400
	Bern			6 000
	Freiburg			6 000
1996	Jura	Legehennen	Deutschland	4 200
1996	Bern	Eltern Mast	Niederlande	2 × 5000
1998	Thurgau	Zierhühner	Schweiz	15

1997). Der Ausbruch in einem Hühnerkleinstbestand in Meiringen 1994 wurde auf die Verfütterung von importiertem, NDV-kontaminiertem Hühnerfleisch zurückgeführt. Wildvögel sind als mögliche Einschleppungsquelle von NDV in Geflügelbestände, besonders für Bestände mit Aussenauslauf, in Betracht zu ziehen. Wiederholt beschriebene Krankheitsausbrüche unter Kormorankolonien in Kanada und in Kalifornien haben aber bis heute die sich in diesen Gegenden befindenden Geflügelbestände nicht in Mitleidenschaft gezogen. Jedoch wurden mehrere ND-Ausbrüche in Nordirland auf Kontakte der betroffenen Geflügelbestände mit Zugwasservögeln zurückgeführt (Alexander et al., 1992; Graham et al., 1996). In der Schweiz sind Wildvögel bis jetzt noch nie in einem grösseren Rahmen serologisch auf ND untersucht worden.

Das Ziel des Projektes war es, den serologischen ND-Status von kommerziellen Legehennen- und Elterntierherden 1996 zu erfassen, die ND-Seroprävalenz in Wildvögeln und Geflügelkleinstbeständen, die Hühnerkleinst- und Rassegeflügelbestände umfassten, zu ermitteln. Mögliche Einschleppungsquellen von NDV in diese Bestände, insbesondere die Wildvögel, wurden evaluiert.

## Tiere, Material und Methoden

### Auswahl der Geflügelbestände

*Kommerzielle Legehennenherden:* Die Untersuchungspopulation bestand aus 1341 in der Viehzählung 1993 registrierten Legehennenherden mit mehr als 150 Hühnern (Eidgenössische Viehzählung, Bundesamt für Statistik). Berücksichtigt wurden die Herden, die von Januar bis November 1996 im Geflügelschlachthof der SEG (Schweizerische Ei- und Geflügelverwertungsgenossenschaft) in Zell (LU) geschlachtet wurden. Das sind zirka 80% der Herden mit 150 bis 8600 Legehennen oder Elterntieren. Das Durchschnittsalter der Tiere bei der Schlachtung betrug 18 Monate.

*Geflügelkleinstbestände:* Es wurden einerseits Hühnerkleinstbestände, hauptsächlich mit Hybridhühnern, andererseits Rassegeflügelbestände, welche Rassehühner, Enten oder Gänse umfassen, in die Studie mit einbezogen. Das Bundesamt für Statistik hat dazu 580 aus den 18 994 in der Viehzählung 1995 registrierten Haltern von Hühnerherden mit 5 bis 50 Tieren zufällig ausgewählt. Halter von Rassegeflügel wurden via die Präsidenten von Rassegeflügelzucht- oder ornithologischen Vereinen angeschrieben. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Es wurde den Beteiligten zugesichert, die Daten vertraulich zu behandeln.

### Proben- und Datenerhebung

*Kommerzielle Legehennenherden:* Je Herdenhalter wurde nur eine Herde erfasst. Dreissig Blutproben pro Herde wurden zwischen Januar und November 1996 ge-

sammelt. Die Blutproben wurden unmittelbar nach dem Entblutungsschnitt im Schlachthof entnommen. Serumproben von insgesamt 260 kommerziellen Legehennen- und Elterntierherden wurden entnommen und serologisch untersucht.

*Geflügelkleinstbestände:* Ein Fragebogen (auf Anfrage erhältlich) zur Beschreibung sowie zur Identifikation von Risikofaktoren, die zu einer NDV-Seropositivität führen könnten, wurde für die Geflügelbestände ausgearbeitet. Besonders gewichtet wurden Fragen zu Kontakten des Geflügels mit Wildvögeln und zu Managementpraktiken wie Kauf und Fütterung. Die Hühnerkleinstbestände wurden zwischen Oktober 1996 und März 1997 und die Rassegeflügelbestände zwischen Oktober 1997 und Januar 1998 besucht. Blutproben und Kloakentupfer wurden von je fünf Hühnern oder drei Enten und Gänsen entnommen. In einem Drittel der Rassegeflügelbestände wurden Proben von mehr als einer gehaltenen Geflügelart entnommen. Herden mit NDV-seropositiven Vögeln wurden ein zweites Mal innerhalb von fünf Monaten besucht, um von allen gehaltenen Hühnern, respektive von der Hälfte der Enten und Gänse, Blut- und Kotproben zu sammeln. Insgesamt wurden von 107 Hühnerkleinst- und 62 Rassegeflügelbeständen Blutproben und Kloakentupfer gesammelt und auf NDV-Antikörper bzw. NDV untersucht. Managementpraktiken, die mit NDV-seropositiven Herden assoziiert werden konnten, wurden zwischen den Hühnerkleinstbeständen und den Rassegeflügelbeständen verglichen.

*Wildvögel:* Jäger und Wildhüter aus den acht Kantonen mit der höchsten Anzahl von im Jahre 1995 geschossenen Vögeln sowie Tierpräparatoren, die Mitglied der Schweizerischen Präparatoren-Vereinigung sind, sandten sechzehn Monate lang Vogelkadaver zur Untersuchung auf NDV-Antikörper ein. Gesamthaft wurden Proben von 1576 Wildvögeln getestet. Zu allen Vogelkadavern wurden Angaben über die Vogelart, das Datum des Fundes respektive des Abschusses gemacht. Zusätzlich wurde, wo möglich, das Maturitätsstadium sowie die mögliche Todesursache des Vogels von den Tierpräparatoren angegeben. Informationen über das Migrationsverhalten und die Art des Futters wurden für alle Vögel registriert. Für die statistischen Auswertungen der Resultate wurde die Gruppe der Wasservögel und die Gruppe der Wildvögel, mit allen nicht zu den Wasservögeln zählenden Vogelarten, gebildet.

### NDV-Antikörpernachweis

Für serologische Untersuchungen der Wildvögel wurden zerstückelte Lungen und Nieren bei 1900 × g während 10 Minuten zentrifugiert und der Flüssigkeitsüberstand (Organsaft) gewonnen.

In Serum bzw. Organsaft der Wildvögel wurden mittels eines Blocking ELISA (SVANOVIR Newcastle Disease Ab EIA Test Kit, SVANOVA, Uppsala, Schweden) Antikörper gegen NDV nachgewiesen. Mit Ausnahme der Serumverdünnung (1:10 statt 1:2) wurde der ELISA entsprechend



den Vorschriften des Herstellers durchgeführt. Die Sensitivität betrug 98,9% und die Spezifität 99,5% (Gohm et al., 1999). Im Blocking ELISA wurden die Resultate als prozentuale Hemmung, verglichen mit der Positiv-Kontrolle (Prozent-Inhibition PI), ausgedrückt. Proben mit einem PI-Wert  $\geq 40\%$  wurden als positiv, jene mit einem PI-Wert zwischen 30 und 40% als fraglich und jene mit einem PI-Wert  $\leq 30\%$  als negativ beurteilt.

## NDV-Genomnachweis

Zum Nachweis von NDV-Genom in den Kloakentupfern wurden diese nach der Probenentnahme in TRIZOL Reagent (Life Technologies, Maryland, USA) ausgedrückt und die Spüllösung bei  $-20^\circ\text{C}$  bis zur RNA-Extraktion aufbewahrt (Gohm et al., in Druck). Die Reverse Transkription-Polymerasen-Kettenreaktion (RT-PCR) wurde mit der extrahierten RNA durchgeführt, wobei die gewählten Primer in konservierten Abschnitten des NDV-Genoms lagen (Stäuber et al., 1995).

## Berechnung der Stichprobengrößen

Die Stichprobengrößen «Anzahl Herden» und «Anzahl Proben pro Herde» wurden nach Cannon und Roe (1982) festgelegt. Dazu wurde vorausgesetzt: 1. wieviel seropositive Herden/Tiere in einer NDV-infizierten Population mindestens zu erwarten sind, 2. das verlangte Zuverlässigkeitsniveau der Aussage (hier 95%) sowie 3. die Populationsgrösse (Anzahl Herden in der Schweiz/Anzahl Tiere pro Herde).

Der Stichprobenumfang in beiden Studien sollte, bei vorgegebener Prävalenz, mit der geforderten Zuverlässigkeit mindestens eine positive Herde innerhalb der Untersuchungspopulation bzw. ein positives Tier innerhalb einer untersuchten Herde entdecken. Zur Berechnung der Anzahl Herden wurde angenommen, dass 1% der kommerziellen Legehennenherden bzw. 3% der Hühnerkleinstbestände NDV-seropositive Tiere aufweisen. Für die Berechnung der Stichprobengrösse innerhalb einer Herde wurde für kommerzielle Legehennenherden eine NDV-Seroprävalenz von 10% und für die Geflügelkleinstbestände eine Prävalenz von 50% angenommen.

## Statistisches Modell zur Herdenbeurteilung

Um eine Herde objektiv als NDV-infiziert klassifizieren zu können, wurde mittels eines neu entwickelten statistischen Modells (Audigé und Beckett, 1999) der dafür erforderliche Schwellenwert, also die Mindestanzahl im ELISA testpositiver Tiere pro Herde, festgelegt. Folgende Annahmen wurden getroffen: 1. Die Grösse der geschlachteten Herden entspricht der Grösse der Herden, die bei der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Betriebszählung 1996 (Bundesamt für Statistik, 1996) erfasst wurden. 2. Die ausgewählte Stichprobe der ge-

schlachteten Herden war repräsentativ, bezogen auf die Zielpopulation gemäss den Angaben des Bundesamtes für Statistik. 3. Die Prävalenz NDV-positiver Tiere innerhalb einer infizierten Herde beträgt mindestens 10%, maximal 100% und am ehesten 70% (Dr. D.J. Alexander, Europäisches ND-Referenzlabor, Weybridge, UK, persönliche Mitteilung). 4. Der angewendete ELISA hat eine Sensitivität von 98,9% und eine Spezifität von 99,5%.

## Beurteilung der Resultate auf der Landesebene

Die Beurteilung wurde wie durch Gohm et al. (1999) beschrieben durchgeführt. Es wurde berechnet, wie viele testpositive<sup>†</sup> Herden aufgrund falsch positiver Resultate in der Schweiz ermittelt würden, sollte die Schweiz frei von ND sein. Weiter wurde festgestellt, wie viele testpositive Herden gefunden werden müssten, wenn die Schweiz eine Herden-Prävalenz von 1% hätte (Audigé und Beckett, 1999). Zusätzlich wurde die Wahrscheinlichkeitsverteilung der wahren Herden-Seroprävalenz (WP) nach der folgenden Formel (Rogen und Gladen, 1978) ermittelt:

$WP = (HP + \text{Spez} - 1) / (\text{Sens} + \text{Spez} - 1)$ , wobei HP die im Test ermittelte Herden-Seroprävalenz ist und Sens und Spez die Sensitivität und Spezifität des Testsystems auf Herden-Ebene (Doherr und Audigé, 1998). Diese Wahrscheinlichkeitsverteilung wurde über Monte-Carlo-Simulation unter Verwendung der Software @Risk (Palisade Corporation Inc., Newfield, NY, USA) erstellt.

## Resultate

### Geographische Verteilung der Geflügelbestände und Herkunftskantone der Wildvögel

Die Gemeinden, aus denen die untersuchten Geflügelbestände stammen, und die Anzahl der erhaltenen Wildvogelkadaver pro Kanton sind in der Abbildung 1 dargestellt. Die ausgewählten Geflügelkleinstbestände waren repräsentativ bezüglich der kantonalen Verteilung in der Schweiz, ebenso die Legehennen- und Elterntierherden. Die meisten Wildvogelkadaver wurden aus den Kantonen St. Gallen, Thurgau, Aargau und Freiburg eingesandt.

### Kommerzielle Legehennenherden

**Serologie:** Nach der Untersuchung der 7800 Seren mit dem Blocking ELISA wurden 133 als positiv (1,7%), 133 (1,7%) als fraglich und 7534 (96,6%) als negativ beurteilt. Die Verteilung der positiven Resultate innerhalb der Herden zeigte, dass 56 (42%) aus vier Herden stammten. Diese vier Herden hatten zwischen 10 und 22 positive Proben. Von diesen positiven Proben zeigten 87% einen

<sup>†</sup>Testpositive Herden = Herden, die gleichviele oder mehr ELISA-positive Reagenten haben, als der Schwellenwert

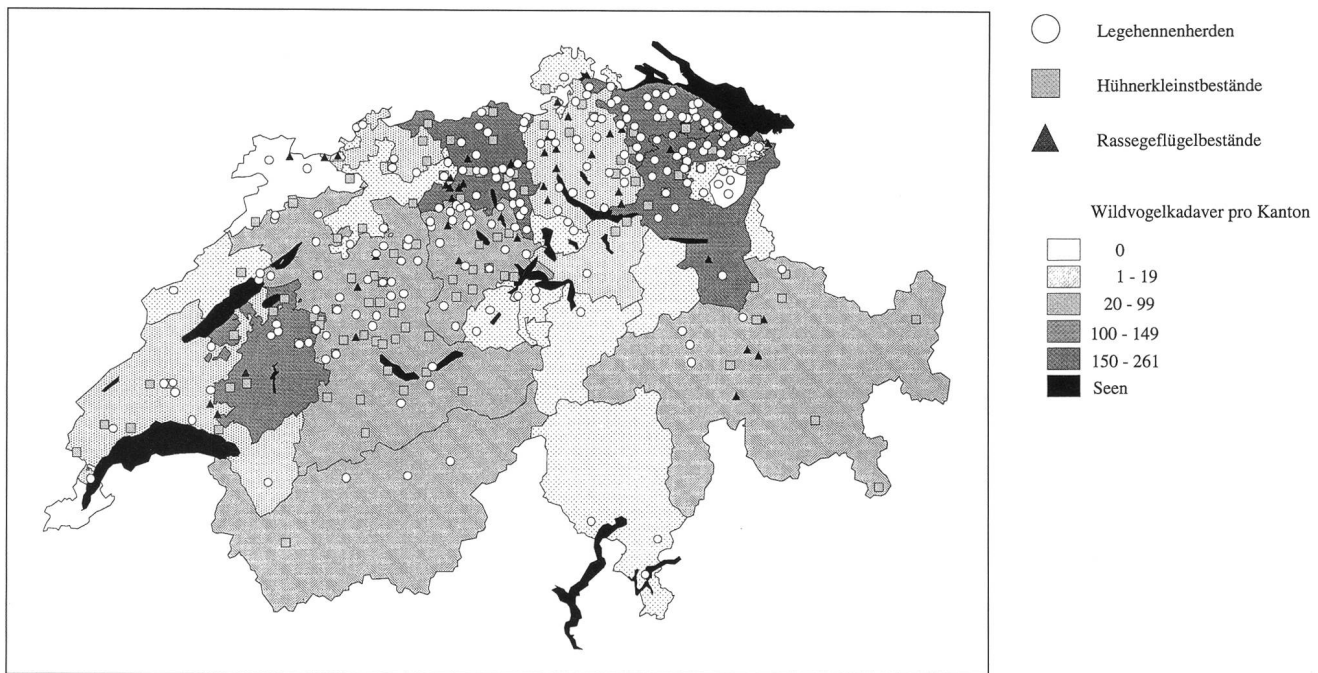


Abb. 1: Verteilung der Gemeinden der untersuchten kommerziellen Legehennenherden, Hühnerkleinstbestände und der Rassegeflügelbestände sowie der Anzahl erhaltener Wildvogelkadaver pro Kanton

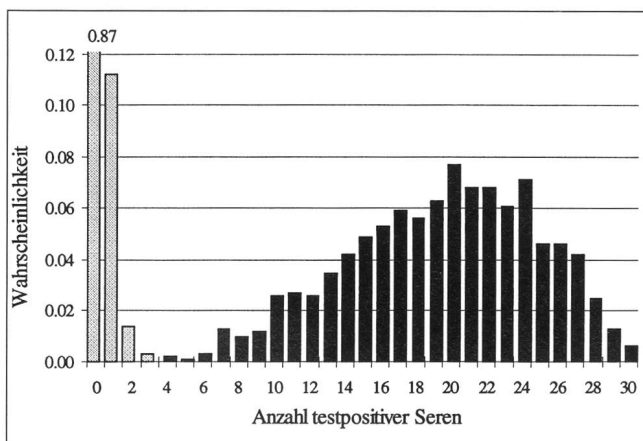


Abb. 2: Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Anzahl testpositiver Seren in nichtinfizierten (helle Balken) und infizierten Herden (dunkle Balken). Quelle der Abbildung: Gohm et al., 1999

PI-Wert von über 50%. Die übrigen 256 Herden wiesen jeweils nicht mehr als drei positive Ergebnisse auf.

**Statistisches Modell:** Die Testergebnisse wurden mit Hilfe des Simulationsmodells interpretiert. Die Wahrscheinlichkeitsverteilungen testpositiver Proben in infizierten und nicht infizierten Herden ergaben, dass bis zu drei testpositive Proben in einer nicht infizierten Herde möglich waren (Abb. 2). Vier und mehr testpositive Proben kamen mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit nur in infizierten Herden vor. Basierend auf dieser Verteilung wurde die Anzahl testpositiver Proben, unter denen eine Herde als nicht infiziert klassifiziert wurde, mit vier festgesetzt (Schwellenwert). Die vier Herden mit 10 bis 22 positiven Proben wurden somit als NDV-infiziert klassi-

fiziert, alle anderen als nicht infiziert. Die Sensitivität und Spezifität des Testsystems auf Herden-Ebene unter der Verwendung des Simulationsmodells waren annähernd 100%. Es wurde berechnet, dass es mit dieser Stichprobe 56,3mal wahrscheinlicher ist, vier positive Herden zu finden, wenn die Schweiz eine NDV-Herdenprävalenz von 1% aufweisen würde, als wenn die Schweiz NDV-frei wäre. Die Wahrscheinlichkeit, bei einer Herdenprävalenz von 1% mindestens eine testpositive Herde zu erkennen, betrug 96%. Aus der beobachteten NDV-Seroprevalenz von 1,5% (vier positive Herden von 260 getesteten) und der Sensitivität und Spezifität auf der Herden-Ebene wurde die wahre NDV-Seroprevalenz in der Schweiz berechnet. Diese liegt am wahrscheinlichsten zwischen 1,3% und 1,5%.

### Geflügelkleinbestände

Serumproben von 535 Hühnern aus Hühnerkleinstbeständen, von 244 Rassehühnern, 59 Enten und 17 Gänsen aus Rassegeflügelbeständen wurden serologisch auf NDV-Antikörper untersucht (Abb. 3).

Zehn Bestände mit mindestens einer Antikörper-positiven Serumprobe wurden ein zweites Mal besucht, um erneut Proben zu erheben, wobei die positiven Proben in fünf der zehn Bestände bestätigt werden konnten. Bei den positiven Tieren handelte es sich um ein Huhn in einem Hühnerkleinstbestand, um ein bis drei Rassehühner in drei Rassegeflügelbeständen sowie um zwei Gänse in einem Rassegeflügelbestand. Die Herdenprävalenzen variierten von 5% bis 29%. Klinische Symptome von NDV wurden vom Betreuer der Herde nicht beobachtet, ebenso konnte kein NDV-Genom nachgewiesen werden.

Tab. 4: Frequenz von Managementpraktiken und Kontakt mit Wildvögeln: Vergleich zwischen den Hühnerkleinstbeständen und den Rassegeflügelbeständen (Angaben von Enten- und Gänsehaltungen wurden nicht berücksichtigt). Die Anzahl der jeweiligen ND-seropositiven Rassegeflügelhaltungen sind in Klammern angegeben

Managementpraktiken, Kontakt mit Wildvögeln	Hühnerkleinstbestände n=107	Rassegeflügelbestände n=54	Signifikanzniveau
<i>Tierhandel (während der letzten beiden Jahre)</i>			
Kauf von Bruteiern im Ausland	1	7 (2)	< 0.01
Kauf von Geflügel im Ausland	0	5 (1)	< 0.01
Geflügelaustausch unter den Haltern	1	20 (3)	< 0.01
<i>Geflügelausstellungen pro Jahr</i>			
Teilnahme an mindestens einer Ausstellung	2	47 (3)	< 0.01
<i>Indirekte Kontakte zwischen Geflügelherden</i>			
Aushilfsweise Betreuung einer fremden Herde	5	15 (2)	< 0.01
<i>Wildvögel</i>			
Beobachtung von Wildvögeln im Hühnerstall	61	30 (1)	nicht signifikant
Greifvögel oder Krähen greifen Geflügel an	54	26 (1)	nicht signifikant

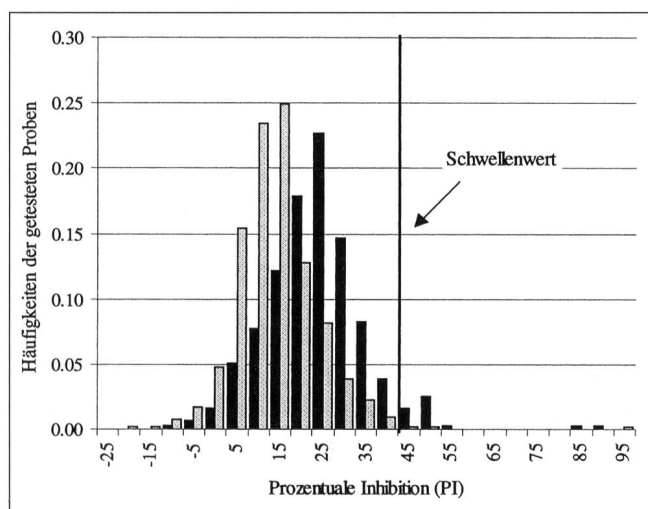


Abb. 3: Verteilung der ELISA-Resultate der Serumproben von Hühnern, gehalten in Hühnerkleinstbeständen (helle Balken), oder von Rassehühnern, Enten und Gänsen, gehalten in Rassegeflügelbeständen (dunkle Balken). Proben mit einer prozentualen Inhibition höher oder gleich 40 (Schwellenwert) wurden als positiv bewertet. Quelle und Abbildung: Schelling et al., 1999

Rassegeflügelbestände hatten eine siebenmal höhere Chance, NDV-seropositive Tiere zu enthalten, als Hühnerkleinstbestände (95%-Konfidenzintervall 1.1–49.7). Die Angaben über Managementpraktiken, die mit dem Auftreten von seropositiven Tieren assoziiert worden sind, sowie die möglichen Kontakte des Geflügels zu Wildvögeln wurden zwischen allen Hühnerkleinstbeständen und Rassegeflügelbeständen verglichen (Tab. 4). Rassegeflügelhalter kauften häufiger als Halter von Hühnerkleinstbeständen Bruteier und Geflügel im Ausland. Ein Viertel der Rassegeflügelhalter hatte während des letzten Jahres Geflügel oder Bruteier aus dem Ausland ohne Importkontrolle eingeführt. Zusätzlich hatten Rassegeflügelherden mehr indirekte Kontakte mit fremden Herden (über Ausstellungen oder Halter, welche fremde Herden betreuten). Auf eine Risikofaktorenana-

lyse innerhalb der zwei Populationen wurde verzichtet, da die Anzahl von positiven Beständen innerhalb der Populationen zu klein war.

Die Auswertung der Fragebögen hat zusätzlich ergeben, dass das Verfüttern von gekochtem oder ungekochtem Geflügelfleisch von keinem Halter eines Geflügelkleinstbestandes praktiziert wurde. Jedoch konnte das Geflügel Zugang zu Speiseresten haben, denn fast die Hälfte der Hühner in den Hühnerkleinstbeständen hatte unkontrollierten Zugang zu einem Komposthaufen. In vier Rassegeflügelhaltungen haben Nachbarn Speisereste in den Geflügelauslauf gegeben. Die Halter beobachteten am häufigsten Spatzen und Krähen in den Ausläufen, 70% der Halter beobachteten Greifvögel in der näheren Umgebung der Hühner. Die Frequenzen der beobachteten Wildvogelarten unterschieden sich bei Hühnerkleinstbeständen und Rassegeflügelbeständen nicht, mit der Ausnahme, dass Wildenten öfters in Entengehegen beobachtet wurden. Im Umkreis von einem Kilometer befand sich bei 88% der Bestände ein Gewässer, welches als potentieller Wässerungsplatz für wilde Wasservögel zu betrachten ist. Die Wasserversorgung für zwei Hühner-, zwei Enten- und einem Gänsebestand stammte direkt aus solchen Gewässern.

## Wildvögel

Insgesamt waren 161 Organflüssigkeiten von 1576 untersuchten Wildvögeln NDV-Antikörper-positiv (Abb. 4). Hinsichtlich der regionalen Herkunft der positiven Vögel wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt. Anteile von mehr als 15% seropositiver Tiere innerhalb einer Vogelart wurden bei elf Vogelarten gefunden, namentlich sind dies Kormorane (55 seropositive/291 untersuchte), Taucher (23/33), Sperber (20/34), Waldkäuze (17/20), Mauersegler (6/7), Uhu (5/5), Schleiereulen (3/9), Kuckuck (2/2) und Milane (2/3). Positive Vögel dieser Vogelarten repräsentieren 83% aller positiven Wildvögel. Niedrige Anteile positiver Vögel wurden in sechs weiteren Vogelarten und keine positiven Vögel in 98 Vogelarten gefunden, so unter anderem

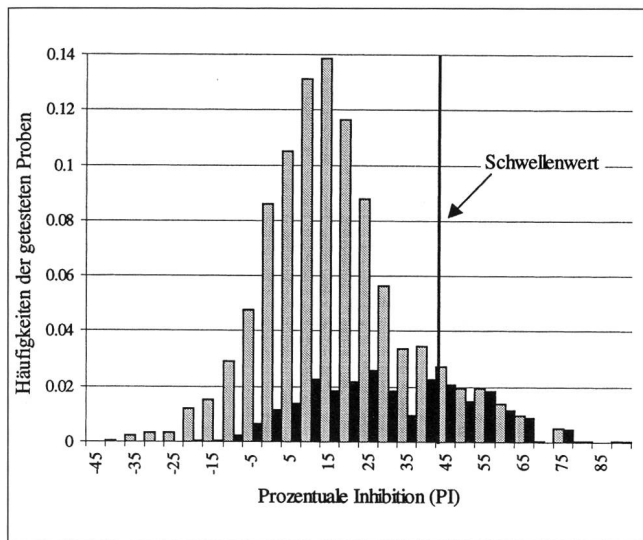


Abb. 4: Verteilung der ELISA-Resultate von Proben der untersuchten Wildvögel (helle Balken). Verteilung der ELISA-Resultate der 11 Vogelarten mit Anteilen von mehr als 15% NDV-Antikörper-positiver Vögel (dunkle Balken). Proben mit einer prozentualen Inhibition höher oder gleich 40 (Schwellenwert) wurden als positiv bewertet. Quelle der Abbildung: Schelling et al., 1999

bei Spatzen, Krähen und Tauben, die öfters in der Nähe von Geflügelausläufen beobachtet wurden. Greifvögel und Eulen, bei denen sich ein hoher Anteil anderer Vögel in der Beute befand, hatten ein signifikant höheres Risiko zur Serokonversion als solche, bei denen andere Vögel nur ausnahmsweise Beute darstellten. Weder das Migrationsverhalten noch das Alter der Vögel konnte mit dem Anteil von NDV-Antikörperpositivität assoziiert werden.

## Diskussion

Die Untersuchungen in den verschiedenen Geflügelbeständen wurden durchgeführt, um verlässliche Daten über die NDV-Seroprävalenz als Grundlage zu einer Überprüfung der ND-Bekämpfungsstrategie und Risikoanalyse in der Schweiz zu erhalten.

Legehennen und Elterntiere wurden als Zielpopulation ausgewählt, weil sie wegen ihrer längeren Lebensdauer ein höheres NDV-Infektionsrisiko haben und eine höhere Chance, NDV-Antikörper zu bilden. Geflügelkleinbestände mit Auslaufhaltung wurden gewählt, weil sie durch die Haltungsform am ehesten Kontakt mit Wildvögeln hatten.

Die Dauer der Nachweisbarkeit von NDV-Antikörpern in einer NDV-infizierten Herde ist nicht genau bekannt. Es muss daher in Betracht gezogen werden, dass es vormalig NDV-infizierte Herden gegeben hat, die zum Zeitpunkt der Blutentnahme jedoch wieder NDV-Antikörper-negativ gewesen sind. Das ist besonders für NDV-Infektionen mit gering virulenten Stämmen möglich, da diese Stämme eine schwächere Antikörperantwort hervorrufen (Kaleta, 1992).

Es wurden je zwei Legehennen- und Elterntierherden serologisch als NDV-infiziert klassifiziert. Eine Virusisolierung konnte nicht durchgeführt werden, da nur Serumproben vorhanden waren und diese ungeeignet für einen Virusnachweis mittels RT-PCR sind (Daten auf Anfrage). Es war daher unmöglich nachzuweisen, ob die Antikörpertiter durch eine Infektion mit NDV-Feldstämmen oder, trotz Impfverbot, durch Impfviren verursacht wurden. Eine Infektion mit Impfviren ist in der Schweiz bei folgenden Situationen denkbar: 1. bei einer illegalen Impfung, 2. beim Import von geimpften Tieren, die in der Importquarantäne nicht entdeckt wurden, 3. bei der Verwendung von NDV-kontaminierten oder falsch deklarierten Impfstoffen, solche wurden auch schon in der Schweiz entdeckt (Dr. L. Bruckner, Institut für Viruskrankheiten und Immunprophylaxe, Mittelhäusern, persönliche Mitteilung), 4. durch Verfütterung von nicht korrekt erhitzten, mit NDV kontaminierten Fleischabfällen (Guittet et al., 1997) und 5. durch Zirkulation von Impfviren in der Wildvogelpopulation und Kontakt des Hausgeflügels mit den Wildvögeln. In ND-freien Ländern mit Impfverbot, wie Irland und Australien, wurde der Nachweis von apathogenen NDV-Stämmen, die in der Wildvogelpopulation zirkulierten, beschrieben (Bankowski, 1961; McFerran und Gordon, 1968; Graham et al., 1996). Bei der Untersuchung von Geflügelkleinbeständen wurde eine geringe Anzahl NDV-seropositiver Tiere gefunden, jedoch wurden in den Beständen keine ND-typischen klinischen Anzeichen festgestellt. Das NDV schien sich innerhalb der Bestände nur beschränkt oder überhaupt nicht ausgebreitet zu haben, da nur niedrige Herdenseroprävalenzen gefunden worden sind. Dies lässt den Schluss zu, dass in diesen Beständen Infektionen mit NDV-Stämmen geringer Pathogenität stattfanden oder seropositive Tiere zugekauft wurden.

Viele Halter haben Geflügel oder Bruteier zugekauft oder importiert. Bruteier stellen für eine NDV-Einschleppung in einen Bestand insofern eine Gefahr dar, als die Eierschachteln oder die Eierschalen mit virushaltigem Kot kontaminiert sein können (Lancaster und Alexander, 1975).

Hinsichtlich der Exposition gegenüber Wildvögeln muss von der Annahme ausgegangen werden, dass die Hühnerkleinst- und Rassegeflügelbestände dem gleichen Risiko ausgesetzt waren, da beide in für Wildvögel zugänglichen Aussengehegen gehalten wurden.

Antikörper gegen NDV in Organflüssigkeiten von Vögeln sind mittels Hämagglutinationshemmtest bereits 1952 nachgewiesen worden (Mitscherlich und Gürtürk, 1952). Es ergab sich eine ähnliche Spezifität wie beim Serum, aber eine geringere Sensitivität. Diese Beobachtung konnten wir mit Versuchen an experimentell infizierten Hühnern bestätigen (Thür et al., unveröffentlicht). Die Zahl der seropositiven Wildvögel ist eher eine Unterschätzung, da auch der eingesetzte ELISA bei Verwendung von Organflüssigkeit eine reduzierte Sensitivität hatte. Die Greifvögel wiesen einen hohen Anteil von NDV-Antikörper-positiven Reagenten auf, was unter Umständen auf ihr Fressverhalten und die wiederholte ora-



le Boosterung zurückzuführen ist. Die möglichen direkten Kontakte mit dem Geflügel, sind aber zeitlich kurz und scheinen keine grosse Gefahr für eine mögliche Übertragung von NDV darzustellen. In Übereinstimmung mit früheren Studien wurden in mehr als 10% der untersuchten Wasservögel NDV-Antikörper gefunden (Palmer und Trainer, 1970; Ziedler und Hlinak, 1993). Während von der Isolation avirulenter NDV in Wasservögeln regelmässig berichtet worden ist, ist die Isolation von velogenen NDV die Ausnahme. In Irland wurden bei ND-Ausbrüchen beim Hausgeflügel NDV-Stämme isoliert, die antigenetisch nahe verwandt mit avirulenten Stämmen, isoliert aus Wassergeflügel, waren. Es gibt Hinweise, dass diese avirulenten NDV mutieren konnten und dann virulent für Hühner wurden (Alexander et al., 1992; Collins et al., 1998). Wassergeflügel muss daher auch als Reservoir für Hühner-pathogene Stämme gelten. Jedoch muss die Einschleppung von NDV in Geflü-

gelbestände durch Wassergeflügel als ein eher seltenes Ereignis eingeschätzt werden.

Es scheint, dass der Kauf von Geflügel und Bruteiern im Ausland, eher als der direkte oder indirekte Kontakt zu Wildvögeln, der wichtigste Faktor war, um den erhöhten Anteil von NDV-seropositiven Tieren in Rassegeflügelbeständen zu erklären.

## Dank

Für ihre wertvolle Mithilfe möchten wir Frau Dr. R. Morgenstern von der Geflügeluntersuchungsstelle, Institut für Tierpathologie der Universität Bern, und Herrn PD Dr. R. Hoop, Institut für Veterinärbakteriologie der Universität Zürich, und deren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern danken. Bedanken möchten wir uns auch für die kooperative Zusammenarbeit mit der SEG, insbesondere

### **La maladie de Newcastle, une maladie hautement contagieuse: enquête séroépidémiologique chez les volailles et les oiseaux sauvages en Suisse**

La maladie de Newcastle (ND) est une maladie virale hautement contagieuse, en particulier pour les volailles domestiques. La Suisse est actuellement déclarée indemne de ND. Une enquête sérologique par ELISA a été conduite dans 260 élevages de poules pondeuses, 169 élevages de basse-cour et 1576 oiseaux sauvages. Un modèle de simulation stochastique a été utilisé pour l'interprétation des résultats sérologiques des poules pondeuses, et l'estimation de la prévalence réelle d'infection. Quatre élevages de poules pondeuses ont été identifiés positifs à la ND, la prévalence réelle d'infection se situant entre 1,3 et 1,5%. Des anticorps contre le virus de la ND ont été identifiés dans cinq des 169 élevages de basse-cour. Dix pour-cent des oiseaux sauvages étaient positifs à la ND, avec des prévalences les plus élevées chez les cormorans, les grèbes, les oiseaux de proie, les rapaces nocturnes et les martinets. Les résultats démontrent que la maladie de Newcastle apparaît aussi en Suisse. Aucun signes cliniques de la maladie n'ont été observés, par conséquent, il est probable que les élevages positifs ont été en contact avec des souches virales de le virus ND pouvant causer des infections sub-cliniques. Le commerce des volailles et de leurs œufs est considéré comme un facteur important pouvant expliquer la séropositivité des élevages de basse-cour. Le contact de ces élevages avec des oiseaux sauvages n'est pas considéré comme un facteur d'influence de première importance.

### **La malattia di Newcastle, una malattia altamente contagiosa: inchiesta seroepidemiologica da i volatili e gli uccelli selvaggi in Svizzera**

La malattia di Newcastle (ND) è una malattia virale altamente contagiosa, in particolare per i volatili domestici. La Svizzera è attualmente dichiarata indenne di ND. Una inchiesta serologica con l'ELISA è stata condotta in 260 allevamenti di galline riproduttive, 169 allevamenti di volatili di fattoria e 1576 uccelli selvaggi. Un modello di simulazione stochastico è stato utilizzato per l'interpretazione dei risultati serologici delle galline riproduttive, e l'estimazione della prevalenza reale d'infezione. Quattro allevamenti di galline riproduttive sono state identificate positive alla ND, la prevalenza reale d'infezione si situa entro 1,3% e 1,5%. Degli anticorpi contro il virus ND sono stati identificati in cinque dei 169 allevamenti di volatili di fattoria. Dieci per cento degli uccelli selvaggi erano positivi alla ND, con delle prevalenze più elevate per i cormorani, i svassi, i rapaci, i civette et i rondoni risultati dimostrano che la malattia di Newcastle (ND) apparisce anche in Svizzera. Nessuni segni clinici della malattia sono stati osservati, dunque è probabile che gli allevamenti positivi siano stati in contatto con il virus ND potendo causare delle infezioni sub-cliniche. Il commercio dei volatili e delle loro uova è considerato come un fattore importante potendo spiegare la seropositività degli allevamenti di volatili di fattoria. Il contatto tra questi allevamenti e gli uccelli selvaggi non è considerato come un fattore d'influenza di prima importanza.

Herrn C. Schatzmann für seine tatkräftige Unterstützung. Weiter danken wir der Vogelwarte Sempach, dem Schweizerischen Rassegeflügelzuchtverband (SGRV), den Tierpräparatoren, Jägern, Wildhütern sowie Haltern von Geflügelkleinbeständen, die zu dieser Studie beige-tragen haben, für ihr Interesse und ihre Unterstützung. Wir danken auch Frau A. Nogard für die Mithilfe bei den serologischen Untersuchungen. Bei Dr. M. Hofmann bedanken wir uns für die wertvollen Ratschläge im Labor. Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken wir Dr. C. Griot und Dr. M. Doherr. Das Projekt wurde durch das Bundesamt für Veterinärwesen finanziert.

## Literatur

- Alexander D.J., Campbell G., Manwell R.J., Collins M.S., Parsons G., McNulty M.S. (1992): Characterisation of an antigenically unusual virus responsible for two outbreaks of Newcastle disease in the Republic of Ireland in 1990. *Vet Rec* 130, 65–68.
- Alexander D.J., Wilson G.W.C., Russell P.H., Lister S.A., Parsons G. (1985): Newcastle disease outbreaks in fowl in Great Britain during 1984. *Vet Rec* 117, 429–434.
- Audigé L., Beckett S. (1999): A quantitative assessment of the validity of animal-health surveys using stochastic modelling. *Prev Vet Med* 38, 259–276.
- Avan M.A., Otte M.J., James A.D. (1994): The epidemiology of Newcastle disease in rural poultry: a review. *Avian Pathol* 23, 405–423.
- Bankowski R.A. (1961): A study of asymptomatic Newcastle disease in a breeding flock. *Res Vet Sci* 2, 193–204.
- Beard C.W., Hanson R.P. (1981): Newcastle Disease. In: Hofstad M.S. (ed.): *Diseases of Poultry*. Iowa State University Press, Ames, 457–470.
- Bundesamt für Veterinärwesen (1998): Weisung über die Bekämpfung der Paramyxovirose der Tauben.
- Bundesamt für Statistik (1993): Lege- und Zuchthennen nach Bestandgrößenklassen 1993. In: *Eidgenössische Viehzählung 1993*, 62–63.
- Bundesamt für Statistik (1996): Landwirtschaftliche Betriebszählung 1996. In: *Landwirtschaft und Gartenbau, Einblicke in die Schweizer Landwirtschaft*, 87.
- Cannon R.M., Roe R.T. (1982): *Livestock disease surveys: A field manual for veterinarians*. Australian bureau of animal health, Canberra, 24.
- Collins M.S., Franklin S., Strong I., Meulemans G., Alexander D.J. (1998): Antigenic and phylogenetic studies on an avirulent Newcastle disease virus using anti-fusion protein monoclonal antibodies and partial sequencing of the fusion protein gene. *Avian Pathol* 27, 90–96.
- Doherr M., Audigé L. (1998): Estimating the true prevalence from serological survey results using stochastic modelling. In: *Proceedings of the 79th annual meeting of the conference of research workers in animal diseases*, November 8–10, 1998, Abstract 32.
- Graham D.A., Connor T.J., McCullough S.J., McKillop E.R., Alexander D.J., Manwell R.J., Renstroem L.H.M. (1996): Isolation and characterisation of an avian paramyxovirus type 1 from turkeys in Northern Ireland. *Vet Rec* 138, 416–417.
- Gohm D., Thür B., Audigé L., Hofmann M.A. (1999): A survey of Newcastle disease in Swiss laying-hen flocks using serological testing and simulation modelling. *Prev Vet Med* 38, 277–288.
- Gohm D., Thür B., Hofmann M.A. (2000): Detection of Newcastle disease virus in organs and faeces of experimentally infected chickens using RT-PCR. *Avian Pathol*, im Druck.
- Guittet M., Le Coq H., Picault J.-P. (1997): Risques de transmission de la maladie de Newcastle par des produits avicoles contaminés. *Rev sci tech Off int Epi* 16, 79–82.
- Heidenreich M. (1976): Die Empfänglichkeit des Mäusebussards (*Buteo buteo*) für das Newcastle Disease Virus. Ein Beitrag zur Epizootologie der Newcastle Disease sowie zur Immunprophylaxe bei Greifvögeln. Inaugural-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Hess E. (1958): Prophylaxe und Bekämpfung der Newcastle Disease in der Schweiz. *Tierärztl Umsch* 10, 314–322.
- Kaleta E.F. (1992): Paramyxovirusinfektionen. In: Heider G., Monreal G. (ed.): *Krankheiten des Wirtschaftsgeflügels*, Band 1. Gustav Fischer Verlag, Jena, 587–624.
- Kaleta E.F., Baldauf C. (1988): Newcastle disease in free-living and pet birds. In: Alexander, D.J. (ed.): *Newcastle Disease*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 197–240.
- Keller-Berger B., Hoop R.K. (1993): Serologische Überwachung von Junghennen und Legehennen in der Schweiz: Resultate der Jahre 1990 und 1991. *Schweiz Arch Tierheilk* 135, 279–284.
- Lancaster J.E., Alexander D.J. (1975): Newcastle disease virus and spread, a review of some of the literature. Monographie no. 11, Canada Department of Agriculture, 62–63.
- McFerran J.B., Gordon W.A.M. (1968): An outbreak of subclinical Newcastle disease in N. Ireland. *Vet Rec*, 589–592.
- Mitscherlich E., Gürtürk S. (1952): Die serologische Untersuchung von Organextrakten gestorbener Hühner auf klassische und atypische Geflügelpest (Newcastle-Krankheit). *Deut Tierärztl Wochenschr* 47/48, 371–372.
- Palmer S.E., Trainer D.O. (1970): Serologic evidence of Newcastle disease virus in Canada geese. *Avian Dis* 14, 494–502.
- Parede L., Young P.L. (1990): The pathogenesis of velogenic Newcastle disease virus infection of chickens of different ages and different levels of immunity. *Avian Dis* 34, 803–808.
- Rogan W.J., Gladen B. (1978): Estimating prevalence from the results of a screening test. *Am J Epidemiol* 107, 71–76.
- Schelling E., Thür B., Griot C., Audigé L. (1999): Epidemiological study of Newcastle disease in backyard poultry and wild bird populations in Switzerland. *Avian Pathol*, 28, 263–272.
- Stäuber N., Brechtbühl K., Bruckner L., Hofmann M.A. (1995): Detection of Newcastle disease virus in poultry vaccines using the polymerase chain reaction and direct sequencing of amplified cDNA. *Vaccine* 13, 360–364.
- Office International des Epizooties (1996): In: *Manual of standards for diagnostic tests and vaccines. Newcastle Disease*, 164–165.
- Westbury H.A., Parsons G., Allan W.H. (1984): Duration of excretion of virulent Newcastle disease virus following challenge of chickens with different titres of serum antibody to the virus. *Aust Vet J* 61, 44–46.
- Ziedler K., Hlinak A. (1993): Nachweis von Antikörpern gegen das Virus der Newcastle Disease bei Wildvögeln. *Berl Mun Tierärztl Wochenschr* 106, 302–305.

Korrespondenzadresse: Dr. B. Thür, Institut für Viruskrankheiten und Immunprophylaxe, Sensemattstrasse 293, CH-3147 Mittelhäusern

Manuskripteingang: 1. April 1999

In vorliegender Form angenommen: 7. Juni 1999