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: 126 (1984)

Artikel: Häufigkeit des Virusnachweises in Kotproben von Schweinen mit Durchfall einschliesslich Steatorrhöe

Autor: Rutishauser, U.-P. / Metzler, A.E. / Corboz, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-590958

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: 02.08.2025

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

Schweiz. Arch. Tierheilk. *126,* 453–466, 1984

Aus dem Institut für Virologie (Direktor: Prof. Dr. R. Wyler)
und dem Institut für Veterinär-Bakteriologie (Direktor: Prof. Dr. H. U. Bertschinger)
der Universität Zürich

Häufigkeit des Virusnachweises in Kotproben von Schweinen mit Durchfall einschliesslich Steatorrhöe[1]

U.-P. Rutishauser, A. E. Metzler, L. Corboz und R. Wyler[2]

1. Einleitung

Magen-Darm-Erkrankungen des Schweines verursachen den Schweinehaltern erhebliche Verluste und stellen Tierärzte weltweit vor Probleme. Nach Untersuchungen in Deutschland ist die Diarrhöe eine der häufigsten Krankheiten beim Schwein, denn in 26 von 100 Fällen, bei denen vom Besitzer ein Tierarzt beigezogen wurde, handelte es sich um Durchfall [31]. Viele Fälle bleiben dabei ätiologisch ungelöst, da die klinischen und pathologisch anatomischen Befunde oft nicht ausreichen, die Ursache zu eruieren. Viren scheinen bei Durchfallerkrankungen des Schweines häufig beteiligt zu sein, denn in Quebec wurden bei Diarrhöen von Saugferkeln in 23% der Fälle enteropathogene Bakterien und in 60% der Fälle Viren nachgewiesen [24]. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in dieser Region die Transmissible Gastroenteritis sehr häufig vorkommt. In Europa müsste man mit folgenden Viren als Erreger von Durchfällen rechnen: den Rotaviren, dem Virus der Transmissiblen Gastroenteritis (TGE), dem Virus der Epizootischen Virusdiarrhöe (EVD) und den Adenoviren. Häufig wurde bei Durchfällen auch die Präsenz von Entero-, Parvo-, Calici- und Astroviren beobachtet, deren ätiologische Rolle aber noch nicht geklärt ist [28].

Bei Ferkeln äussert sich Durchfall oft in Form von weissem, grauem oder gelblichem Kot von pastöser Konsistenz. Meistens erkranken die Tiere nur leicht, bei länger dauernder Krankheit verschlechtert sich der Allgemeinzustand, aber es kommt selten zum Tod. Dieses Phänomen wurde von verschiedenen Autoren unter folgenden Namen beschrieben: «white scours», «three weeks enteritis», «milk scours», «nutritional scours», «non-infective diarrhea», «colibacillosis», «l'entérite colibacillaire de la troisième semaine», «Weisse Ruhr» und «Drei-Wochen-Durchfall». *Mouwen* [25] wies nach, dass es sich bei diesem Phänomen um Steatorrhöe handelt, da im Kot von Ferkeln mit «white scours» signifikant mehr Fett nachzuweisen ist als im Kot von gesunden Tieren. Die weiche Konsistenz und die bleiche Farbe des Kotes bei «white scours» führt er hauptsächlich auf den höheren Fettgehalt im Stuhl zurück. Der Ausdruck «Steatorrhöe» bezeichnet aber nicht eine abgeklärte Krankheit, sondern er beschreibt nur das Symptom

---

[1] Diese Arbeit wurde in der Anfangsphase unterstützt durch das Bundesamt für Veterinärwesen, Bern; Projekt-Nr. 012.80.1

[2] Korrespondenzadresse: Prof. Dr. R. Wyler, Winterthurerstr. 266a, CH-8057 Zürich

des Fettstuhles, da Pathogenese und Ätiologie noch unbekannt sind. Auch Viren wurden als Erreger dieser Verdauungsstörung diskutiert; besonders in den Rotaviren sehen einige Autoren ein mögliches Agens der Steatorrhöe [5, 23].

Mit der vorliegenden Arbeit sollten drei Fragen abgeklärt werden:

1. Erstellung eines Kataloges der Viren, die bei Durchfällen des Schweines elektronenoptisch nachzuweisen sind. Bei dieser Gelegenheit sollte die Empfindlichkeit eines ELISA-Nachweisverfahrens für Rotaviren mit der direkten elektronenmikroskopischen Nachweismethode verglichen werden.
2. Abklärung eines möglichen Zusammenhanges zwischen der Präsenz von Viren im Kot und der Steatorrhöe.
3. Prüfung von eventuellen Interaktionen zwischen Bakterien und Viren bei der Entstehung von Magen-Darm-Infektionen.

Unsere Untersuchungen ergaben, dass bei Schweinen mit Durchfall Rota-, Entero-, Adeno-, Astro- und Parvoviren nachzuweisen waren. Es fanden sich keine Anhaltspunkte für die Virusätiologie der Steatorrhöe und für Zusammenhänge zwischen bakteriellen und viralen Magen-Darm-Infektionen.

2. Material und Methoden

Kotproben

Als Untersuchungsmaterial dienten 187 Kotproben von Schweinen mit Durchfall. Die Probenentnahme erfolgte bei toten Tieren aus dem Dickdarm, bei lebenden Tieren aus dem Rektum oder durch Einsammeln von frisch abgesetztem Kot vom Stallboden. Die Proben wurden möglichst – im akuten Stadium – am ersten Tag des Durchfalls entnommen. Die Zeit der Probeentnahmen erstreckte sich vom 1.2.1982 bis 30.3.1983.

48 Proben aus 45 Beständen stammten vom Sektionsmaterial des Institutes für Veterinärbakteriologie, Zürich. 86 Proben wurden direkt von 21 verschiedenen Schweinezüchtern eingesandt, und 53 Proben wurden durch den Schweinegesundheitsdienst Luzern aus total 31 Beständen entnommen.

Elektronenmikroskopischer Nachweis von Viren im Kot

Da im Darm im Verhältnis zur Grösse des Organs reichlich Epithelzellen vorhanden sind, in denen sich Viren vermehren, und da der Darminhalt mechanisch vom Duodenum in Richtung Rektum transportiert, und so die Ausbreitung einer Infektion begünstigt wird, findet sich eine grosse Zahl Viren im Kot [14]. Verschiedene im Kot vorhandene Viren lassen sich aber nicht oder nur schwer in Zellkulturen vermehren [9, 27], so dass sich das Zellkultursystem für den Nachweis von Viren aus dem Darm nur bedingt eignet. Es wurde daher für unsere Untersuchungen der elektronenmikroskopische Virusnachweis herangezogen, um das ganze zu erwartende Virusspektrum zu erfassen. Wir verwendeten mit Parlodion beschichtete und im Vakuum mit Kohle bedampfte Trägernetze (Grids) aus Kupfer mit 300 Maschen [18]. Als Kontrastmittel diente Phosphorwolframsäure (Merck, Darmstadt), die mit 1-m NaOH auf pH 6,7 eingestellt wurde.

127 Kotproben wurden für unsere Untersuchungen jeweils mittels allen drei nachfolgend beschriebenen elektronenmikroskopischen Methoden (1, 2 und 3) untersucht, die restlichen 60 Proben nur mittels Methoden 2 und 3.

1. Methode:

Verdünnung des Kots 1:10 mit bidestilliertem Wasser und anschliessende Klarzentrifugation 10 Min. bei 1500 g. Ein Tropfen des Überstandes wurde auf dem Grid leicht angetrocknet, mit 2% Phosphorwolframsäure negativkontrastiert und anschliessend im Elektronenmikroskop (Philips Typ 201) bei 45000facher Vergrösserung auf die Präsenz von Viren untersucht.

2. Methode:

Der Kot wurde 1:10 mit bidestilliertem Wasser verdünnt und dann 10 Min. bei 1500 g klarzentrifugiert. Der Überstand wurde anschliessend 30 Min. bei 5000 g in einer Sorvall® RC-5B Zentrifuge (Du Pont Instruments, Newtown, CT 06470, USA) direkt auf das Trägernetz zentrifugiert. Dazu benutzten wir einen zum HB-4 Rotor speziell hergestellten Teflonadapter mit sechs Bohrungen, in denen die Trägernetze plaziert und mit 100 µl Überstand überschichtet wurden. Nach der Zentrifugation wurde das Trägernetz auf einem Tropfen bidestilliertem Wasser gewaschen, mit 2% Phosphorwolframsäure negativkontrastiert und anschliessend im Elektronenmikroskop untersucht wie bei Methode 1.

3. Methode:

Verdünnung des Kots 1:10 mit bidestilliertem Wasser und Klarzentrifugation 10 Min. bei 1500 g. Der Überstand wurde nochmals in einer Eppendorf Tischzentrifuge (Eppendorf Gerätebau GmbH, Hamburg, BRD) 15 Min. bei 8800 g zentrifugiert. 60 µl des so geklärten Überstandes wurden in der Airfuge® (Beckman International S.A. Genève, Schweiz) mit dem Rotor EM-90 10 Min. bei 100 000 g direkt auf das Trägernetz zentrifugiert. Nach dem Waschen des Trägernetzes auf der Oberfläche eines Tropfens bidestillierten Wassers wurde mit 2% Phosphorwolframsäure negativkontrastiert und anschliessend im Elektronenmikroskop untersucht wie bei Methode 1.

Diagnose der Steatorrhöe

Bei der Klarzentrifugation der 1:10 mit bidestilliertem Wasser verdünnten Kotproben (1500 g/10 Min., siehe elektronenoptische Methoden 1, 2 und 3) bildete sich oft ein Überstand von typischer weissgelber-beiger Farbe und pastöser Konsistenz. Dieser pastöse Überstand wurde mit der Sudan III-Färbung auf Fett untersucht, indem ein Objektträgerausstrich des Überstandes mit dem kombinierten Farbreagens (10 ml Alkohol 96%, 90 ml konz. Essigsäure, 0,2 g Sudan III Pulv. [Fluka AG, Buchs]) versetzt wurde. Nach Erwärmen auf Siedehitze erschienen sowohl die unverseiften und verseiften Fette wie auch die freien Fettsäuren als rote Tropfen [17].

Mit Sudan III angefärbt konnte in allen untersuchten pastösen Überständen reichlich Fett nachgewiesen werden, während nicht angefärbte Partikel wie Detritus, Salze und unverdaute Fasern praktisch fehlten. Entsteht demzufolge nach der oben beschriebenen Klarzentrifugation der Kotprobe ein gelblich-weisser, pastöser Überstand, kann makroskopisch mit grosser Wahrscheinlichkeit die Diagnose Steatorrhöe gestellt werden.

ELISA für den Nachweis von Rotaviren

Verwendet wurde der käufliche Rotazyme™ Test der Firma Abbott (Abbott Laboratories, North Chicago, IL 60064, USA). Der Virusantigennachweis beruht auf dem sogenannten Sandwich-Prinzip. Wir befolgten das in der Rotazyme™-Testanleitung beschriebene Vorgehen, verwendeten als Verdünnungsmittel aber bidestilliertes Wasser. Die Farbreaktion wurde mit dem Photometer gemessen, wobei der Grenzwert als Extinktion der Verdünnungsmittelkontrolle plus 0,050 festgelegt wurde [38].

Untersuchung der Kotproben auf enteropathogene Bakterien

Die Kotproben wurden auf enteropathogene E. coli und auf Salmonellen untersucht. Als enteropathogene E. coli wurden diejenigen E. coli identifiziert, die auf Schafblutagar Hämolyse produzierten und die in der Objektträgeragglutination von einem der folgenden Antiseren agglutiniert wurden: 08: K87 (B), 88 (L)/0138: K81 (B)/0141: K85 a, b (B)/0141: K 85 a, c (B)/0147: K89 (B), 88 (L)/0149: K91 (B), 88 (L)/0157: K88 (L).

Für den Nachweis von Salmonellen wurden direkt Kulturen auf Brillantgrünagar angesetzt (Difco Laboratories, Detroit, 84232 USA).

3. Resultate

Beurteilung der elektronenmikroskopischen Methoden

In den 127 mit allen drei elektronenmikroskopischen Methoden untersuchten Proben wurden in 66 Fällen mit mindestens einer der drei Methoden Viren nachgewiesen. Mit Methode 3 gelang der Virusnachweis in 47 der 66 virushaltigen Proben, mit Methoden 2 und 1 aber nur in 35 der 66, respektive in 15 der 66 Proben mit Viren. Methode 3 erwies sich demnach als am geeignetsten für den direkten elektronenmikroskopischen Nachweis von Viren im Kot.

Art und Häufigkeit der nachgewiesenen Erreger

Je nach Herkunft der Proben variierte die Häufigkeit des Erregernachweises. Bei den Proben aus dem Sektionsmaterial des Institutes für Veterinärbakteriologie Zürich gelang der Virusnachweis in 14 von 48 Proben. Bei den direkten Einsendungen vom Schweinegesundheitsdienst und von den Züchtern, in der Folge Feldproben genannt, war in 66 von 139 Untersuchungsmaterialien Virus nachweisbar. Somit war der Virusnachweis in den Feldproben beinahe um einen Faktor 2 häufiger als in den Proben des Sektionsmaterials. Im Gegensatz dazu war die Häufigkeit des Bakteriennachweises bei den Proben vom Sektionsmaterial grösser (in 25 von 48 Proben) als bei den Feldproben (in 19 von 139 Proben).

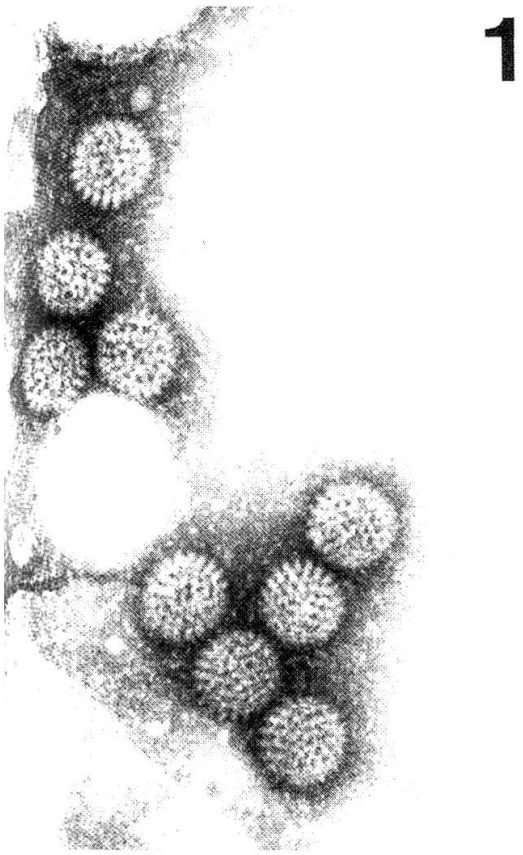
Das Spektrum der nachgewiesenen Viren umfasste 5 Virusfamilien (Tab. 1), wobei nur Rotaviren und Enteroviren in einer grösseren Anzahl der Proben festgestellt wurden. In vereinzelten Fällen war die Präsenz von Astro-, Adeno- und Parvoviren zu beobachten (Abb. 1–4), während der Nachweis von Coronaviren nicht gelang.

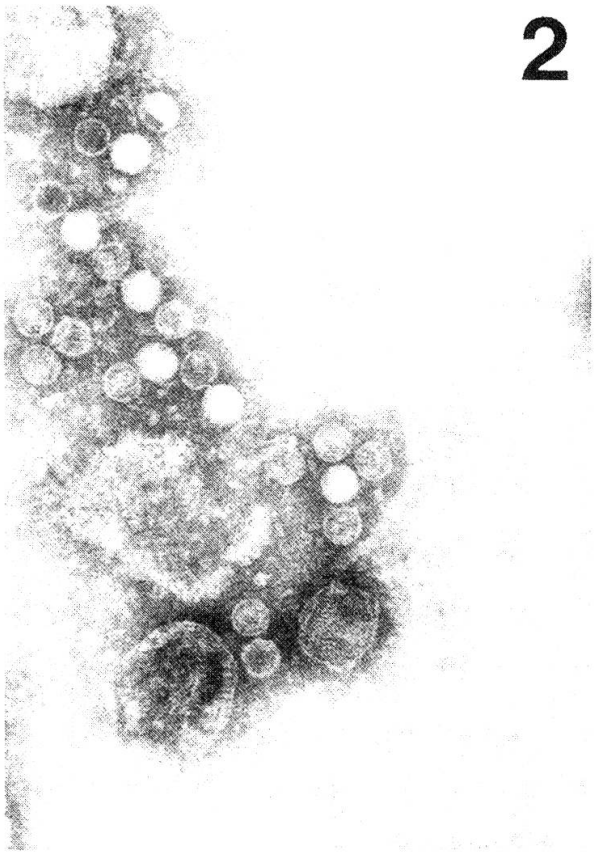
Tabelle 1: Übersicht über die im Kot elektronenoptisch nachgewiesenen Viren (nach Familien geordnet) bei Schweinen mit Diarrhöe

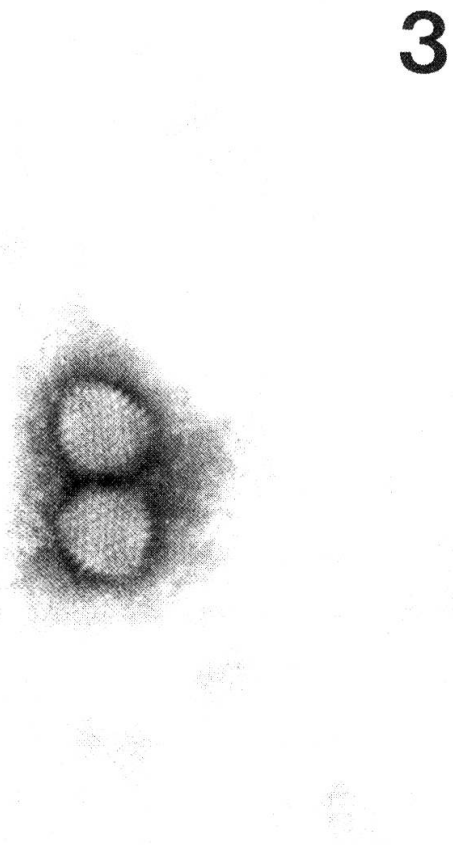
Nachgewiesene Viren	48 Proben aus Sektionsmaterial	139 Feldproben	Total
Enteroviren	11	42	53
Rotaviren	3	30	33
Astroviren	0	3	3
Adenoviren	1	1	2
Parvoviren	0	1	1
Coronaviren	0	0	0
kein Virusnachweis	34	73	107

Es wurden insgesamt 187 Kotproben untersucht. Mehrfachinfektionen waren in den Proben aus dem Sektionsmaterial einmal, in den Feldproben elfmal zu beobachten.

Abb. 1 Rotaviren, 130 000 ×.
Abb. 2 Enteroviren, 130 000 ×. Intakte Viren präsentieren sich als weisse, sechseckige oder runde Korpuskel. Defekte Viren, deren Kapsid ein Leck aufweist, sind mit Kontrastmittel (Phosphorwolframsäure) angefüllt, so dass deren Inhalt schwarz erscheint.
Abb. 3 Adenoviren, 130 000 ×.
Abb. 4 Astroviren, 130 000 ×. Einige Viruspartikel zeigen die für Astroviren typische, sternförmige Oberflächenstruktur (Pfeile).


1


2


3

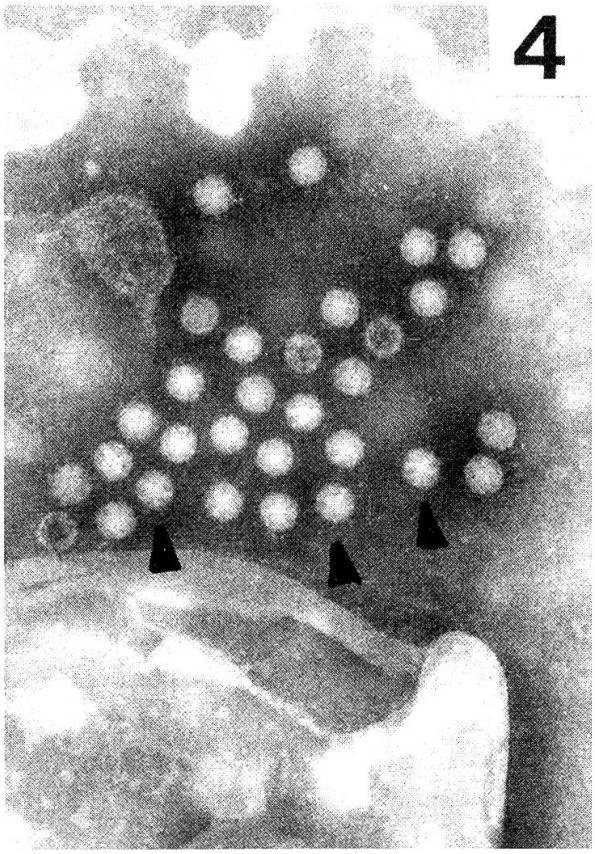

4

Tabelle 2: Häufigkeit des Nachweises von Rota- und Enteroviren in Abhängigkeit vom Alter der Tiere

	Altersklassen der untersuchten Tiere in Wochen								
	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	Mast und Zucht
Rotavirus enthaltende Proben	4	7	10	6	1	1	0	1	1
Enterovirus enthaltende Proben	10	10	7	5	2	1	1	3	10
Pro Altersklasse untersuchte Proben	28	35	24	24	8	9	3	14	24

Berücksichtigt wurden nur Proben, bei denen die Altersangaben der Tiere vorhanden waren.

Der Nachweis verschiedener Viren in Abhängigkeit vom Alter der Schweine

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, konnten wir Enteroviren bei jüngeren Ferkeln, d.h. im Alter von 0 bis 3 Wochen, und bei Mast- und Zuchtschweinen etwas häufiger nachweisen als bei Ferkeln im Alter von 4–8 Wochen. Die Unterschiede waren aber gering.

Rotaviren hingegen traten gehäuft bei Ferkeln zwischen der zweiten und vierten Lebenswoche, mit einem Gipfel in der Altersklasse 2.–3. Woche, auf. Nach der fünften Woche, sowie bei Mast- und Zuchtschweinen gelang der Nachweis von Rotaviren nur noch selten.

Die zwei Proben mit Adenoviren stammten beide von dreiwöchigen Ferkeln. Die Astroviren fanden sich bei Ferkeln im Alter von 3, 4 und 9 Wochen und das Parvovirus im Kot eines Mastschweines.

Häufigkeit des Virusnachweises in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Tabelle 3 zeigt, dass die Nachweisquote für Enteroviren im Frühling und Sommer am höchsten war. Sie sank im Herbst, und im Winter waren Enteroviren selten zu beobachten. Die saisonalen Unterschiede sind deutlich, konnten wir doch im Frühling dreimal mehr Enteroviren nachweisen als im Winter.

Tabelle 3: Häufigkeit des Nachweises von Rota- und Enteroviren in Abhängigkeit von der Jahreszeit

	Jahreszeiten			
	März–Mai	Juni–Aug.	Sept.–Nov.	Dez.–Feb.
Rotavirus	8	8	7	9
Enterovirus	19	20	6	4
Pro Jahreszeit untersuchte Proben	52	62	26	40

Berücksichtigt wurden alle vom 1. März 1982 bis zum 28. Februar 1983 gesammelten Proben.

Weniger auffällig waren die saisonalen Schwankungen bei den Rotaviren. Im Herbst kamen Rotaviren oft vor. Im Winter und Frühling waren sie selten und im Sommer äusserst selten anzutreffen. Im Herbst stieg die Nachweisquote um das Zweifache verglichen mit derjenigen im Sommer.

Steatorrhöe

In unserem Untersuchungsmaterial fand sich Steatorrhöe nur bei 1–4 Wochen alten Ferkeln. Um festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen Steatorrhöe und einer bestimmten Virusinfektion besteht, wurde deshalb nur diese Altersgruppe berücksichtigt. Tabelle 4 lässt deutlich erkennen, dass weder Rota- noch Enteroviren als Ursache der Steatorrhöe anzusehen sind, denn bei Tieren mit Steatorrhöe war die Infektionsrate mit Rotaviren etwas geringer (15 von 67) als bei den Tieren ohne Steatorrhöe (11 von 41). Auch Enteroviren wurden in Steatorrhöeproben weniger häufig nachgewiesen (16 von 67) als in Nicht-Steatorrhöeproben (17 von 41). Zweimal fanden sich bei Steatorrhöe Adenoviren und einmal Astroviren.

Die Steatorrhöe kann aufgrund der vorliegenden Untersuchungen mit keiner bestimmten Virusinfektion in Zusammenhang gebracht werden.

Tabelle 4: Häufigkeit des Nachweises von Rota- und Enteroviren bei Tieren mit Steatorrhöe bzw. mit Durchfall anderer Art

	Steatorrhöe	andere Durchfälle
Rotavirus	15	11
Enterovirus	16	17
Weder Rota- noch Enterovirus	36	13
Total untersuchte Proben	67	41

ELISA für den Nachweis von Rotaviren im Kot (Rotazyme™) im Vergleich mit der direkten, elektronenoptischen Nachweismethode

Im Rotazyme™-Test wurden 41 Kotproben untersucht. 15 Proben, in denen elektronenoptisch Rotaviren nachgewiesen wurden, waren auch im ELISA positiv. Von 26 im EM Rotavirus-negativen Proben waren im ELISA 19 negativ und 7 positiv. Der Rotazyme™-Test erwies sich für den Nachweis von Rotaviren als brauchbar, und er war empfindlicher als die elektronenmikroskopische Nachweismethode.

Häufigkeit des Nachweises von Bakterien

In Proben aus dem Sektionsmaterial konnten 25mal enteropathogene E. coli nachgewiesen werden, in den Feldproben fanden sich dreimal Salmonellen und 14mal E. coli. Der gleichzeitige Nachweis von Viren und Bakterien glückte bei den Proben aus Sektionsmaterial fünfmal, bei den Feldproben siebenmal.

4. Diskussion

Altersabhängigkeit des Durchfalls bei Schweinen

Da die Auswahl des Untersuchungsmaterials hauptsächlich durch einsendende Tierärzte und Züchter erfolgte, kann angenommen werden, dass die eingesandten Proben (Tabelle 2) während der kritischen Lebensabschnitte mit Durchfallproblemen entnommen wurden. Daraus lässt sich schliessen, dass die Diarrhöe besonders bei Ferkeln, die jünger als 4 Wochen sind, und nach dem Absetzen ein Problem darstellt. In der Zeit vor dem Absetzen, sowie während der Mast und bei der Zucht scheinen Erkrankungen des Digestionstraktes in den Hintergrund zu treten.

Beurteilung der elektronenmikroskopischen Methoden

Für den direkten Virusnachweis scheint die hochtourige Zentrifugation der Viruspartikel auf das Trägernetz eine bedeutende Sensitivitätssteigerung zu bewirken. So wurden mit der Methode 3 deutlich häufiger Viren nachgewiesen als mit den Methoden 1 und 2, bei denen keine oder nur eine niedrigtourige Zentrifugation der Viren auf das Trägernetz erfolgte. Wie schon von *Gelderblom et al.* [16] beschrieben, lassen sich bei der Anwendung der Airfuge die Viruspartikel auf dem Trägernetz um mehr als das Hundertfache anreichern. Diese Anreicherung verkürzt die Sucharbeit mit dem Elektronenmikroskop und erhöht die Empfindlichkeit der Nachweismethode.

Art und Häufigkeit der nachgewiesenen Erreger

Die Tatsache, dass in den untersuchten Proben mehr Viren als Bakterien gefunden wurden (Verhältnis ungefähr 2:1), deckt sich mit Angaben in der Literatur [24]. Erstaunlich war einzig, dass diese Zahlen je nach Herkunft der Proben stark variierten. So fand man in Proben, die aus dem Sektionsmaterial stammten, bedeutend mehr E. coli und weniger Viren als im Untersuchungsmaterial, das direkt vom Tierarzt oder vom Besitzer eingesandt wurde. Für dieses Phänomen gibt es verschiedene Erklärungsmöglichkeiten.

Erstens stammten die 48 Proben aus dem Sektionsgut von 36 verendeten und 12 getöteten Tieren. Mindestens bei den verendeten Tieren wurde die Kotprobe nicht zur Zeit der massivsten Virusausscheidung entnommen (1.–2. Tag nach Beginn des Durchfalls) [5, 22], sondern erst nach dem krankheitsbedingten Tod des Tieres. Zweitens ist auch das Zeitintervall beim Transport der zur Sektion bestimmten Tiere ins Institut zu berücksichtigen. Die Viren in diesen Proben waren somit relativ lange schädigenden Einflüssen (Wärme, Enzyme) ausgesetzt, was mit einem Verlust der typischen Morphologie der Viren einhergehen und den elektronenoptischen Nachweis verunmöglichen kann. Bei den Feldproben, die durchwegs von lebenden Tieren stammten, wurde stets darauf geachtet, dass die Proben möglichst früh nach Beginn des Durchfalls entnommen und sofort aufgearbeitet wurden. Drittens ist mit Ausnahme der TGE und der EVD die Letalität bei Virusinfektionen des Verdauungstraktes eher gering [5]. Es kommt erst unter der Einwirkung eines aggressiveren Erregers oder eines Stressors [6,

22] zum Tode des Tieres, wie dies *Tzipori et al.* zeigten [34]. Bei diesem Versuch starben 9 nur mit Rotaviren infizierte gnotobiotische Ferkel nicht, während von 10 mit Rotaviren und E. coli infizierten Tieren 8 der Doppelinfektion erlagen. Dies deutet darauf hin, dass bei perakuten oder gar zum Tode führenden Durchfällen die bakteriellen Infektionen eine bedeutende Rolle spielen.

Die Rotaviren, deren enteropathogene Eigenschaft beim Schwein erwiesen ist [6], scheinen aufgrund ihres häufigen Vorkommens beim Schweinedurchfall von ausserordentlicher Wichtigkeit zu sein. In ⅕ der Proben konnten wir sie nachweisen, was Befunden in den Nachbarländern entspricht [3, 10]. Speziell bei Ferkeln im Alter von 2–4 Wochen (Tabelle 2) fanden sich gehäuft Rotavirusinfektionen. Vermutlich ist in diesem Alter das Gleichgewicht zwischen Virusexposition und Immunstatus des Ferkels gestört [6], da der Antikörpertiter gegen Rotaviren im Kolostrum der Mutterschweine am 14. Tag post partum normalerweise um das vier- bis sechsfache abfällt [19], womit die Tiere in diesem Alter empfänglicher für eine Rotavirusinfektion werden. Die niedrige Infektionsrate der neugeborenen Ferkel entspricht den Erwartungen, denn *Bohl et al.* [5, 6] zeigten, dass Ferkel im Alter von 0–1 Woche selten an Rotavirusinfektionen erkranken, da sie durch die maternalen Antikörper geschützt sind. Aufgrund der ausserordentlich hohen Durchseuchungsrate mit Rotaviren, die in Deutschland z. B. beinahe 100% beträgt [3], kann man annehmen, dass ein grosser Prozentsatz der Mutterschweine auch bei uns kolostrale Antikörper produziert und somit ihre Ferkel gegen eine Rotavirusinfektion geschützt sind. Infolge fehlender maternaler Antikörper, ungenügender Kolostrumaufnahme oder massiver Virusexposition kann es aber trotzdem zu Infektionen in der ersten Lebenswoche kommen.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass Rotavirusinfektionen in den Herbstmonaten am häufigsten vorkommen, etwas weniger häufig traten sie in den Wintermonaten und im Frühling auf, und am seltensten waren sie im Sommer. Diese saisonale Verteilung der Rotavirusinfektion wurde auch von anderen Autoren beschrieben [32]. Sie kann dahin interpretiert werden, dass eine Infektion mit Rotaviren durch die kühle und feuchte Witterung begünstigt wird, denn einerseits ist im Winter der Wirt einem erhöhten Stress ausgesetzt und andererseits werden Viren während der kalten Jahreszeit in geringerem Masse thermoinaktiviert. Eine Häufung von virusbedingten Durchfallerkrankungen im Winter wurde auch bei Coronavirusinfektionen beobachtet [20, 24].

Der Nachweis porciner *Enteroviren* (PEV) in etwa ⅓ der Proben entspricht den Erwartungen. Enteroviren vermehren sich im Darm und werden massiv ausgeschieden, bevor sie, wenn überhaupt, die eigentlichen Zielorgane erreichen. Ferner sind sie resistent gegenüber physikalischen und chemischen Einflüssen [1, 30]. Diese beiden Faktoren sind der Grund für die ausserordentlich weite Verbreitung der PEV.

Es hat sich gezeigt, dass PEV-Infektionen bei allen Altersgruppen ungefähr gleich häufig vorkommen. Die saisonale Verteilung ergibt ein Maximum des Vorkommens in den Frühlings- und Sommermonaten, jedoch ein Minimum im Winter. Zu gleichen Ergebnissen kam auch eine Arbeitsgruppe in den USA, die Pharynx-Tupferproben von Schlachtschweinen untersuchte [20].

Da nur die Infektion mit den Serotypen 3 und 8 unter experimentellen Bedingungen zu Diarrhöe führt, rechnet man die PEV nicht zu den typischen Durchfallviren.

Meistens verursachen sie beim Schwein auch nur eine subklinische Infektion [30] oder treten als Begleiter anderer Infektionen auf [9].

Bezüglich der Nachweismethode für Enteroviren muss betont werden, dass die Elektronenmikroskopie nicht das ideale Verfahren darstellt, da elektronenoptisch oft nicht zwischen Enteroviren und stiellosen, kleinen Phagen unterschieden werden kann [4]. Zur Differenzierung wurden 20 Kotproben, in denen elektronenmikroskopisch Enteroviren nachweisbar waren, auf PD-5 Zellkulturen gebracht. Obwohl die Kotproben teilweise noch Astro- und Rotaviren enthielten, war die Annahme gestattet, dass nur Enteroviren einen zytopathischen Effekt verursachen würden, da Astroviren in Schweinezellkulturen nicht vermehrt werden konnten [9] und Rotaviren nur mit Pankreatin- oder Trypsinzusatz in Zellkulturen zur Vermehrung zu bringen sind [6, 33]. In 14 der 20 Fälle konnte ein zytopathogenes Agens beobachtet werden. In den 6 restlichen Fällen könnte es sich bei den Viruspartikeln um kleine, stiellose Phagen gehandelt haben oder um Enteroviren, die ihre Infektiosität infolge Lagerung, mehrmaligem Gefrieren und Auftauen verloren haben. In Anbetracht der geringen Bedeutung von Enteroviren bei Diarrhöe sind wir dieser Frage nicht weiter nachgegangen.

Die Zahl der Fälle, in denen *Adenoviren* nachzuweisen waren, blieb gering (2 von 187 Proben). Beide Proben stammten von 3 Wochen alten Ferkeln, wie das auch von *Coussement et al.* beschrieben wurde [11]. Aufgrund ihrer geringen Pathogenität [8] trifft man Adenoviren im Darm oft in Kombination mit anderen Viren an, wie Rota-, Entero- und Parvoviren [13]. Auch in unserem Untersuchungsgut war das Adenovirus einmal mit einer Rotavirusinfektion vergesellschaftet. Beim zweiten Fall waren im Bestand gleichzeitig bei anderen Tieren Rotaviren nachzuweisen. Zusammenfassend ist die Aussage erlaubt, dass Adenoviren mit grosser Wahrscheinlichkeit als Durchfallerreger beim Schwein unbedeutend sind.

Erstaunlich ist das Vorkommen von *Astroviren,* denn sie wurden beim Schwein erst einmal beschrieben [9]. Dieses Virus erzeugt selten Durchfall, denn meistens verläuft die Infektion asymptomatisch und geht nur in vereinzelten Fällen mit leichtgradiger Diarrhöe einher [4]. Die drei Fälle, bei denen Astroviren nachzuweisen waren, zeigten klinisch ein heterogenes Bild: Das Alter der Ferkel variierte zwischen 4 und 8 Wochen, die Beschaffenheit des Kotes reichte von wässerig, olivfarben bis cremig, beige, und in zwei der drei Fälle konnten im selben Bestand gleichzeitig Rotaviren nachgewiesen werden. Bei der Interpretation dieses Befundes müssen wir uns auf die Feststellung beschränken, dass Astroviren beim Schwein in der Schweiz nachgewiesen wurden, dass deren Rolle bei Durchfallerkrankungen jedoch nach dem Stand des heutigen Wissens noch unklar bleibt.

In unserem Untersuchungsmaterial konnten elektronenmikroskopisch keine *Coronaviren* gefunden werden. Auch mit zusätzlichen, immunelektronenmikroskopischen Untersuchungen (Publikation in Vorbereitung) waren keine Coronaviren nachzuweisen. Eine erstaunliche Situation, wenn man die Seuchenlage in unseren Nachbarländern in Betracht zieht. Unser Ergebnis bestätigt die Untersuchung von *Zindel,* der unter 3650 Schweineseren keines mit Antikörpern gegen TGE-Virus fand [37]. Auch von der EVD scheinen die untersuchten Bestände wie in den USA, Australien, Nordirland, Ungarn und Schweden bis anhin verschont [12], obwohl bei Schweinen aus einem Bestand

in der Schweiz durch Prof. Pensaert, Gent, Antikörper gegen EVDV nachgewiesen wurden. Dieser Befund müsste jedoch noch bestätigt werden, doch dazu fehlen uns vorläufig die diagnostischen Mittel.

Die Gründe, warum unser Land bisher von TGE und EVD verschont blieb, sind nicht bekannt. Sicher spielt die Labilität der Coronaviren gegenüber physikalischen und chemischen Einflüssen eine Rolle. Aber auch die Tatsache, dass es zur Übertragung einer EVD-Infektion einen engen Kontakt der Tiere braucht, könnte von Bedeutung sein [29]. Das Übergreifen der TGE- und EVD-Virusinfektion auf unser Land liegt durchaus im Bereiche des Möglichen. Die Gefahr einer Viruseinschleppung ist hauptsächlich darin zu sehen, dass chronisch mit TGE- oder EVD-Virus infizierte Schweine als nicht kranke Träger in unser Land gelangen. Es ist nämlich beschrieben, dass solche Träger z.B. das TGE-Virus über 100 Tage lang ausscheiden können [35].

Vergleich Rotavirus-Antigennachweis mittels ELISA und direkte Elektronenmikroskopie

Aufgrund des gemeinsamen Antigens bei menschlichen und porcinen Rotaviren [36] war anzunehmen, dass der ELISA-Test auch beim Schwein zum Nachweis einer Rotavirusinfektion Verwendung finden kann [3]. So wie andere ELISA-Verfahren zum Nachweis von Rotaviren im Kot [21, 26], ist auch der Rotazyme™-Test sensibler als die direkte Elektronenmikroskopie. Die Zuverlässigkeit des ELISA für den Rotavirusnachweis könnte aber in Frage gestellt werden, da kürzlich über mehrere porcine Rotaviren berichtet wurde, die keine Kreuzneutralisation untereinander aufwiesen [2, 7, 15]. Damit besteht die Möglichkeit, dass andere Rotavirus-Serotypen beim Schwein mit dem vorliegenden ELISA nicht erkannt werden.

Untersuchungen zur viralen Ätiologie der Steatorrhöe

In unseren Untersuchungen liessen sich bei Steatorrhöeproben weniger häufig Rotavirusinfektionen nachweisen als bei Nicht-Steatorrhöeproben. Es gibt also keine Anhaltspunkte dafür, das Rotavirus als ursächliches Agens für Steatorrhöe zu bezeichnen. Dafür spricht die Tatsache, dass nach experimentellen Infektionen von gnotobiotischen oder kolostrumfrei aufgezogenen Ferkeln mit Rotaviren keine Steatorrhöe, sondern wässeriger Durchfall erzeugt wurde [3, 6].

Enteroviren waren in Steatorrhöe-Proben ebenfalls weniger oft nachweisbar als in übrigen Durchfallproben. Somit kann auch dieses Virus nicht als ursächliches Agens der Steatorrhöe angesehen werden.

Die Rolle der Adenoviren ist aufgrund von zwei Proben nicht abzuschätzen, wobei in einer der zwei Proben zusätzlich noch Rota- und Enteroviren vorhanden waren.

Es konnte somit bei unseren Untersuchungen kein Virus ätiologisch mit der Entstehung der Steatorrhöe in Zusammenhang gebracht werden.

Doppelinfektion mit Viren und Bakterien

Sowohl in den Sektionsmaterial- wie auch in den Feldproben scheint die gleichzeitige Doppelinfektion mit Viren und Bakterien beim Durchfall des Schweines keine

grosse Rolle zu spielen, obwohl in den Proben aus Sektionsmaterial die gleichzeitige Isolierung beider Erregerarten häufiger gelang als bei den Feldproben.

5. Zusammenfassung

Um die Häufigkeit des Virusnachweises bei Durchfällen des Schweines in der Schweiz abzuklären, wurden 187 Durchfallproben elektronenmikroskopisch untersucht. Die Kotproben stammten von Schweinen aller Alterskategorien aus 97 Beständen.

Der Nachweis von Viren gelang häufiger als derjenige von Salmonellen und von enteropathogenen E. coli. Das Spektrum der nachgewiesenen Viren beschränkte sich auf die häufig beobachteten Entero- und Rotaviren, sowie auf die nur in vereinzelten Fällen nachweisbaren Astro-, Adeno- und Parvoviren, während der Nachweis von Coronaviren nicht gelang.

Enteroviren wurden oft im Frühling und selten im Winter, Rotaviren am häufigsten im Herbst und selten im Sommer nachgewiesen.

Enteroviren kamen bei Tieren aller Alterskategorien ungefähr gleich häufig vor. Rotaviren hingegen fanden sich besonders bei Ferkeln in der zweiten bis vierten Lebenswoche.

Entero- und Rotaviren sind nicht als ursächliches Agens für die Steatorrhöe anzusehen.

Der Rotavirusnachweis mittels dem ELISA-Test Rotazyme™ ist aufgrund unserer Untersuchungen empfindlicher als der elektronenmikroskopische Nachweis.

Résumé

La fréquence de la mise en évidence de virus chez les porcs atteints de diarrhée en Suisse a été établie au microscope électronique par examens de 187 échantillons de fèces de porcs de tout âge et provenant de 97 exploitations.

On décela des virus plus fréquemment que des salmonelles et des ETEC. Il s'agissait surtout d'entéro- et de rotavirus ainsi que dans quelques cas isolés d'astro-, d'adéno- et de parvovirus. En revanche, on n'observa jamais de coronavirus.

Les entérovirus furent mis en évidence chez les porcs de chaque catégorie d'âge surtout au printemps et rarement en hiver, tandis que les rotavirus le furent principalement en automne et rarement en été, et surtout chez les porcs âgés de deux à quatre semaines.

Les entéro- et les rotavirus ne peuvent pas être considérés comme les agents étiologiques de la stéatorrhée.

Pour déceler les rotavirus dans les fèces, le test «Rotazyme™» (ELISA), d'après nos résultats, est une méthode plus sensible que la microscopie électronique.

Riassunto

Per chiarire l'importanza della scoperta di virus nelle diarree dei maiali in Svizzera, sono stati esaminati al microscopio elettronico 187 campioni di diarrea.

I campioni di feci provenivano da maiali di tutte le età e da 97 aziende diverse. L'identificazione di virus è riuscita più frequentemente che non quella di salmonelle ed E. coli enteropatogeni. Lo spettro dei virus identificati si è limitato ai frequentemente osservati Entero- e Rotavirus, così come agli Astro-, Adeno- e Parvovirus identificati solo in casi sporadici. Non sono stati trovati Coronavirus.

Gli Enterovirus sono stati osservati spesso in primavera e raramente in inverno, i Rotavirus più spesso in autunno e meno in estate.

Gli Enterovirus sono presenti in modo più o meno uniforme negli animali di tutte le categorie di età; i Rotavirus, invece, appaiono più spesso nei suinetti fra la seconda e la quarta settimana di vita.

Entero- e Rotavirus non sono da considerare agenti causali della steatorrea.

L'identificazione di Rotavirus con l'ELISA-Test Rotazyme™ si è rivelata, secondo le nostre esperienze più sensibile che non l'osservazione con il microscopio elettronico.

Summary

To determine the prevalence of viruses in the feces of pigs of all age groups suffering from diarrhea in Switzerland, 187 fecal samples (from 97 piggeries) were examined by direct electron microscopy. Viruses were found more frequently than salmonella and enteropathogenic *E. coli*. Rotaviruses and enteroviruses were detected most frequently. Only in rare cases astro-, adeno- or parvoviruses could be observed and coronaviruses could not be found. Whereas enteroviruses were prevalent in spring and were evenly observed in fecal samples of pigs belonging to different age groups, rotaviruses occurred more frequently in piglets aged two to four weeks and were made out predominantly in autumn.

Neither enterovirus- nor rotavirusinfections seemed to cause steatorrhea.

In our hands an ELISA (Rotazyme™) was a more sensitive method to track rotaviruses than was direct electron microscopy.

Literaturverzeichnis

[1] *Alexander T. J., Betts A. O.:* Further studies on porcine enteroviruses isolated at Cambridge. Res. vet. Sci. *8,* 321 (1967). – [2] *Askaa J. and Bloch B.:* Isolation and electronmicroscopical examination of a porcine rotavirus-like virus. In: Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, Mexico 1982, 9. – [3] *Bachmann P. A., Hess R. G. und Hänichen T.:* Isolierung und Identifizierung von Rotaviren als Durchfallerreger bei Ferkeln und deren Verbreitung beim Schwein in der Bundesrepublik Deutschland. Tierärztl. Umschau *34,* 825–828 (1979). – [4] *Bishop R. F.:* Other small virus-like particles in humans. In: Tyrell D. A. J. and Kapikian A. Z. (eds.), Virus Infections of the Gastrointestinal Tract, 195–209. New York: Marcel Dekker Inc. 1982. – [5] *Bohl E. H., Kohler E. M., Saif L. J., Cross R. F., Agnes A. G., Theil K. W.:* Rotavirus as a cause of diarrhea in pigs. JAVMA *172,* 458–463 (1978). – [6] *Bohl E. H.:* Rotaviral diarrhea in pigs: Brief review. JAVMA *174,* 613–615 (1979). – [7] *Bohl E. H., Saif L. J., Theil K. W., Agnes A. G. and Cross R. F.:* Porcine pararotavirus: Detection, differentiation from rotavirus, and pathogenesis in gnotobiotic pigs. J. clin. Microbiol. *15,* 312–319 (1982). – [8] *Brack M., Bernhardt D., Liess B., Bähr H., Rohde G. und Amtsberg G.:* Untersuchungen über pathogene Eigenschaften von Adenovirusstämmen des Schweines. Zbl. Vet. Med. B, *16,* 671–688 (1969). – [9] *Bridger J. C.:* Detection by electron microscopy of caliciviruses, astroviruses and rotavirus-like particles in the faeces of piglets with diarrhea. Vet. Rec. *107,* 532–533 (1980). – [10] *Corthier G., Vannier P., Gosselin F., Tillon J. P.:* Rotavirus in France: Serological surveys, virus isolation and experimental infection. In: Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, Copenhagen 1980, 127. – [11] *Coussement W., Ducatelle R., Charlier G., Hoorens J.:* Adenovirus enteritis in pigs. Am. J. vet. Res. *42,* 1905–1911 (1981). – [12] *Debouck P., Callebaut P., Pensaert M.:* Prevalence of the porcine epidemic diarrhea (PED) virus. In: Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, Mexico 1982, 53. – [13] *Eugster A. K. and Sneed L.:* Viral intestinal infections of animals and man. Comp. Immun. Microbiol. infect. Dis. *2,* 417–435 (1980). – [14] *Flewett T. H.:* Electronmicroscopy in the diagnosis of infectious diarrhea. JAVMA *173,* 538–543 (1978). – [15] *Fukusho A. and Shimizu Y.:* Isolation of cytopathic porcine rotaviruses in cell cultures and their serotyping by serum neutralization tests. In: Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, Mexico 1982, 10. – [16] *Gelderblom H., Reupke H. und Warring R.:* Über den Einsatz der Airfuge in der elektronenmikroskopischen Virusdiagnostik. Fzschr. f. Lab. *1,* 17–19 (1978). – [17] *Hallmann L.:* Klinische Chemie und Mikroskopie, 11. Aufl., 116–119. Stuttgart: Georg Thieme Verlag 1980. – [18] *Hayat M. A.:* Principles and Techniques of Electron Microscopy, Vol. I. New York: Van Nostrand Reinhold Company 1970. – [19] *Hess R. G. and Bachmann P. A.:* Rotavirus antibodies in sera and lacteal secretions of naturally infected swine. In: Proceedings of the International Pig Veterinary Society Congress, Copenhagen 1980, 129. – [20] *Kemeny L. J.:* Isolation of transmissible gastroenteritis virus, pseudorabies virus, and porcine enterovirus from pharyngeal swabs taken from market-weight swine. Am. J. vet. Res. *42,* 1987–1989 (1981). – [21] *Kjeldsberg E. and Mortensson-Egnund K.:* Comparison of solidphase immune electron microscopy, direct electron microscopy and enzyme-linked immunosorbent assay for detection of rotavirus in faecal samples. J. virol. Methods *4,* 45–53 (1982). – [22] *Lecce J. G. and King M. W.:* Role of rotavirus (reo-like) in weanling diarrhea of pigs. J. clin. Microbiol. *8,* 454–458

(1978). – [23] *Mair E. M., Luton T. P. and Mortimer J. Y.:* Virus diarrhea associated with pale fatty faeces. J. Hyg. Camb. *87,* 313–319 (1981). – [24] *Morin M., Turgeon D., Jolette J., Robinson Y., Phaneuf J. B., Sauvageau R., Beauregard M., Teuscher E., Higgins R. and Larivière S.:* Neonatal diarrhea of pigs in Quebec. Infectious causes of significant outbreaks. Can. J. comp. Med. *47,* 11–17 (1983). – [25] *Mouwen J. M. V. M.:* White scours in piglets at three weeks of age. Proefschrift ter Verkrijging van de Graad van Doctor in de Diergeneeskunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht. Rotterdam: Bronder-Offset N. V. 1972. – [26] *Obert G., Glöckler R., Burckard J., Van Regenmortel M. H. V.:* Comparison of immunosorbent electron microscopy, enzyme immunoassay and counter immunoelectrophoresis for detection of human rotavirus in stools. J. virol. Methods *3,* 99–107 (1981). – [27] *Pensaert M. B. and Debouck P.:* A new coronavirus-like particle associated with diarrhea in swine. Arch. Virol. *58,* 243–247 (1978). – [28] *Rutishauser U-P. und Wyler R.:* Kurze Literaturübersicht über die im Digestionstrakt des Schweines nachgewiesenen Viren. Schweiz. Arch. Tierheilk. *126,* 447–452 (1984). – [29] *Prager D. und Witte K. H.:* Die Häufigkeit von Transmissible Gastroenteritis (TGE)- und Epizootische Virusdiarrhöe (EVD)-Virusinfektionen als Ursachen seuchenhafter Durchfälle in westfälischen Schweinezucht- und Mastbeständen. Tierärztl. Umschau *38,* 155–158 (1983). – [30] *Schulze P.:* Virusbedingte Krankheiten. In: Seidel H. (ed.), Schweinekrankheiten, 2. Aufl., 725–778. Jena: Gustav Fischer Verlag 1977. – [31] *Schulze W. und Plonait H.:* Untersuchungen über die Häufigkeit tierärztlicher Behandlungen von Schweinen in Nordwestdeutschland und deren wirtschaftliche Bedeutung. Tierärztliche Umschau *25,* 470–478 (1970). – [32] *Spratt H. C., Marks M. J.:* New concepts in viral gastroenteritis. Infection *8,* 45–53 (1980). – [33] *Theil K. W., Bohl E. H., Agnes A. G.:* Cell culture propagation of porcine rotavirus (reovirus-like agent). Am. J. vet. Res. *38,* 1765–1768 (1977). – [34] *Tzipori S., Chandler D., Makin T. and Smith M.:* Escherichia coli and rotavirus infections in four-week-old gnotobiotic piglets fed milk or dry food. Austral. vet. J. *56,* 279–284 (1980). – [35] *Underdahl N. R., Mebus C. A., and Torres-Medina A.:* Recovery of transmissible gastroenteritis virus from chronically infected experimental pigs. Am. J. vet. Res. *36,* 1473–1476 (1975). – [36] *Woode G. N., Bridger J. C., Jones J. M., Flewett T. H., Bryden A. S., Davies H. A. and White G. B. B.:* Morphological and antigenetic relationships between viruses (rotaviruses) from acute gastroenteritis of children, calves, piglets, mice and foals. Infect. Immun. *14,* 804–810 (1976). – [37] *Zindel F.:* Serologische Untersuchungen über das Vorkommen und die Verbreitung bedingt pathogener Schweineviren in der Schweiz. Inaugural-Dissertation der Vet. Med. Fakultät der Universität Zürich 1980. – [38] Gebrauchsanleitung Rotazyme™. Abbott Diagnostics Division (unpubl.).

Verdankungen

Herzlich danken möchten wir all jenen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben: Prof. Dr. H. U. Bertschinger für die Beratung sowie Dr. E. Bürgi und P. Wegmann für die Mitarbeit bei den bakteriologischen Untersuchungen. Dr. F. Zindel für die Vorbereitungsarbeit und für die fachtechnische Unterstützung. Dr. U. Kihm und Herrn W. Fraefel, Basel, für die zur Verfügung gestellten Materialien. Dr. W. Koch sowie den Tierärzten und Schweinezüchtern für die Einsendung des Untersuchungsmaterials. PD Dr. A. L. Prabucki für die Untersuchungen von Steatorrhöeproben. Dr. P. Wild und Dr. K. Bienz für die Beratung auf dem Gebiete der Elektronenmikroskopie. Frl. Eva Loepfe für die technische Mitarbeit und Frl. Ch. Gerber für die Reinschrift des Manuskriptes.

Manuskripteingang: 30. November 1983