

**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:** Ablösung des Processus anconaeus beim Schwein

**Autor:** Häni, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-588063>

#### 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:** 15.01.2026

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

Schweiz. Arch. Tierheilk. 126, 141–153, 1984

Aus dem Institut für Tierpathologie der Universität Bern  
(Prof. Dr. H. Luginbühl)

## **Ablösung des Processus anconaeus beim Schwein**

von *H. Häni*<sup>1</sup>

### **Einleitung und Literaturübersicht**

Bei einer Studie zum Einfluss der Haltung auf Verbreitung und Schweregrad von Osteochondrosis (OC) bei Mastschweinen (*Häni et al.*, 1983) wurden auf Sagittalschnitten durch proximalen Radius und Ulna relativ häufig Läsionen im Processus anconaeus (PA) nachgewiesen. Diese Beobachtungen gaben Anlass zu weiteren Untersuchungen, über die hier berichtet wird.

Pathologische PA-Veränderungen sind nämlich beim Schwein spärlich beschrieben. Nach röntgenologischen Befunden soll Fragmentierung relativ häufig sein (*Reiland*, 1978). Bei 18 lahmen Ebern im Gewicht von 107–140 kg wiesen *Van Sickel et al.* (1980) radiologisch fünf Fälle nach. Verschiedene Autoren geben aber an, dass im Gelenkknorpel der Incisura semilunaris am Übergang zum PA oft Läsionen feststellbar sind (*Grøndalen*, 1974a; *Reiland*, 1978; *Nakano et al.*, 1981a).

Nach *Kincaid und Lidvall* (1981) tritt OC beim Hund und Schwein an gleichen Prädilektionsstellen auf mit Ausnahme des PA. Diese Autoren untersuchten deshalb seine postnatale Morphogenese röntgenologisch bei 79 und histologisch bei 46 Schweinen im Alter von einem Tag bis 2 Jahren. Bei der Geburt besteht der PA vollständig aus hyalinem Knorpel mit vielen Knorpelkanälen. Entlang der knorpeligen PA-Basis findet sich eine lineare Zone mit enchondraler Ossifikation, die sich in die proximale Wachstumsfuge der Ulna fortsetzt. Von der Basis aus wird das Knorpelmodell des PA pyramidenförmig durch spongiösen metaphysären Knochen ersetzt (75% zwischen 2 und 4½ Monaten). Nach 6 Monaten bleibt an der äusseren Oberfläche nur noch ein Saum von epiphysärem Knorpel, bedeckt mit Gelenkknorpel oder Perichondrium. Ein eigenes Ossifikationszentrum liess sich nicht feststellen. Bei einem 2jährigen Schwein war der PA durch eine Platte aus Bindegewebe und Faserknorpel vom Schaft der Ulna getrennt.

Erst kürzlich teilten *Nakano et al.* (1982) genauere Befunde zur PA-Pathologie beim Schwein mit (anhand von 25 lahmen und 5 normalen 7monatigen Ebern aus einer Mastleistungsprüfanstalt). Bei 8 Tieren lagen Erosionen oder Frakturen im Gelenkknorpel der Incisura semilunaris beidseits vor. Bei 3 davon war der PA beweglich, gleichzeitig bestanden auch Läsionen im Gelenkknorpel des distalen Humerus und Osteophyten am proximalen Radius. Auf Sagittalschnitten wiesen 6 der 8 Tiere eine Knorpelplatte zwischen PA und Schaft der Ulna auf, selten auch mit makrosko-

---

<sup>1</sup> Adresse: Dr. H. Häni, Postfach 2735, CH-3001 Bern

pisch sichtbaren Frakturen. 2 weitere Tiere ohne makroskopische Veränderungen in der Incisura semilunaris hatten ebenfalls eine solche Knorpelplatte.

Beim Hund sind nach *Olsson* (1977) der unvereinigte PA, Fragmentierung des Processus coronoideus medialis und OC dissecans des Condylus medialis humeri verschiedene Manifestationen von OC im Ellenbogengelenk. Der unvereinigte PA kommt vor allem bei Hunden der grossen Rassen vor, insbesondere beim Deutschen Schäfer (*Olsson*, 1977; *Hayes et al.*, 1979; *Grøndalen und Rørvik*, 1980; *Hohn*, 1982). Hunde haben ein eigenes Ossifikationszentrum im PA (*Van Sickel*, 1965; *Harlon*, 1969; *Schroeder*, 1978). Nach *Hohn* (1982) geschieht die normale PA-Entwicklung wie folgt: Bis zum Alter von 11 Wochen besteht er vollständig aus Knorpel, dann erscheinen mehrere kleine zu einem einzelnen sekundären Ossifikationszentrum konfluierende Knochenkerne (11–13 Wochen). Zwischen 12 und 20 Wochen findet sich zwischen PA und Diaphyse der Ulna eine Knorpelplatte, die im Alter von 16–24 Wochen verschlossen wird. In der Knorpelplatte kann es nach Bildung von Spalten und Fissuren zur Ablösung kommen (*Olsson*, 1977; *Hohn*, 1982).

### Material und Methoden

Zur Untersuchung des linken Ellenbogengelenks dienten 248 Schlachtschweine aus zwei Tiergruppen: 116 Edelschweine (Material I) aus einer Studie zum Einfluss der Haltung auf Verbreitung und Schweregrad von OC bei Mastschweinen (*Häni et al.*, 1983) sowie 132 veredelte Landschweine (Material II) aus der Vollgeschwisterprüfung der Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt in Sempach<sup>2</sup>.

Pathologisch-anatomische, histologische und röntgenologische Untersuchungsmethoden sowie Definition des «lesion-score» sind bereits beschrieben (*Häni et al.*, 1983). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem t-Test nach Student, dem Rangsummentest nach Wilcoxon und dem Chi-Quadrat-Test.

Zudem wurde die PA-Entwicklung bei 65 normal entwickelten Tieren (♀, ♂, ♂) verschiedener Alters aus dem Sektionsgut studiert. Es handelte sich meist um Edelschweine oder deren Kreuzungsprodukte, nämlich ein vollentwickeltes ungeborenes und ein 3 Tage altes Ferkel, 14 Tiere zwischen 1 und 5 Wochen, 6 zwischen 5 und 10 Wochen, 16 Mastschweine im Gewicht von 25–50 kg und 22 zwischen 50 und 100 kg sowie 4 Mutterschweine und ein Eber im Alter von 1–2 Jahren. Von Sagittalschnitten durch linken proximalen Radius und Ulna wurden Röntgenstrukturaufnahmen<sup>3</sup> und histologische Schnitte angefertigt (Methodik s. *Häni et al.*, 1983). Zusätzlich gelangten noch 2 Kümmerner mit Bewegungsstörungen (♂, 4 Mte., 45 kg und ♀, 6 Mte., 63 kg) zur Untersuchung.

### Resultate

#### a) Pathologische Befunde bei 248 Schlachtschweinen

Fragmentierung des PA wurde bei 14 Edelschweinen (Mat. I) und 4 veredelten Landschweinen (Mat. II) beobachtet. Makroskopisch fielen im Gelenkknorpel der

<sup>2</sup> Für Überlassung des Materials und Zusammenarbeit sei Herrn Dr. D. Schwörer, Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt, 6204 Sempach, besonders gedankt.

<sup>3</sup> Für die Anfertigung der Röntgenstrukturaufnahmen danke ich Herrn PD Dr. G. Ueltschi, Klinik für Nutztiere und Pferde.

Incisura semilunaris an der PA-Basis Unregelmässigkeiten auf, nämlich querverlaufende rinnenförmige Einziehungen oder tiefe Knorpeldefekte sowie mehr herdförmige kleinere Gruben (Abb. 1, 2). Der PA liess sich mit wenig Kraft bewegen, eine vollständige Kontinuitätstrennung war aber in keinem Fall feststellbar. Auf Sagittalschnitten erschien der PA durch eine mehr oder weniger breite weissliche Knorpelplatte vom Schaft der Ulna getrennt. Im oberen Anteil war diese Knorpelplatte meist etwas breiter. Parallel dazu fanden sich schon makroskopisch längere Spalten. In einzelnen Fällen war eine breite Knorpelplatte nur im obersten Viertel erkennbar, im restlichen Teil fand sich eine breite mit lockerem Bindegewebe ausgefüllte Spalte (Abb. 3). Die beschriebenen Veränderungen wurden in der Arbeit von Häni *et al.* (1983) mit Score 3 (= Fragmentierung) bewertet.

Bei 7 Edelschweinen (Mat. I) und 3 veredelten Landschweinen (Mat. II) fanden sich Veränderungen nur auf dem Sagittalschnitt. Im oberen Teil des PA war eine meist spitz auslaufende pyramidenförmige Knorpelplatte erkennbar. Der PA schien mit dem Schaft der Ulna fest verbunden, der Gelenkknorpel in der Incisura semilunaris unverändert. Bei weiteren 44 Edelschweinen (Mat. I) und 23 veredelten Landschweinen (Mat. II) war zwar keine Knorpelfuge zu erkennen, der Knorpel über dem PA erschien aber mehr oder weniger deutlich verdickt. Bei allen 77 Tieren wurden die Veränderungen mit Score 2 bewertet (Häni *et al.*, 1983). Keine PA-Veränderungen (Score 1) hatten somit 153 Tiere (Mat. I: 51; Mat. II: 102).

Bei der makroskopischen Beurteilung der Gelenkflächen von Radius und Ulna proximal fielen mannigfaltige Veränderungen auf, die mit Score 1–4 bewertet wurden (Häni *et al.*, 1983). Schwere Läsionen (Score 3 + 4) waren charakterisiert durch verbreiterte und vertiefte Synovialgruben (Ulna, Radius lateral), Abflachung der Gelenkfläche des Radius mit Knorpelatrophie und selten Schliffrinnen, Abflachung der Incisura semilunaris (fehlender Kamm), PA-Verschiebung nach lateral, perl schnurartige periartikuläre Osteophyten lateral an der Incisura semilunaris sowie Synovialitis (Abb. 2). Schwere Veränderungen (Score 3 + 4) wurden vor allem bei Tieren beobachtet, die gleichzeitig Osteochondrosis dissecans im distalen Humerus (= Score 4, Score 1 = normal) und PA-Läsionen aufwiesen (Tabelle).

Tabelle Score-Mittelwerte in Condylus medialis et lateralis humeri und PA in den Gruppen mit fehlenden oder leichten (Score 1 + 2) sowie schweren (Score 3 + 4) Veränderungen in Radius und Ulna proximal

	Radius und Ulna proximal		Radius und Ulna proximal		p	
	Score 1 + 2		Score 3 + 4			
	n = 202	n = 46	$\bar{x}$	$s_x$		
Condylus medialis humeri	1,9	1,0	2,6	1,2	< 0,001	
Condylus lateralis humeri	1,6	0,7	2,3	1,1	< 0,001	
Processus anconaeus	1,4	0,6	1,8	0,8	< 0,001	

Auf Röntgenstrukturaufnahmen der Sagittalschnitte stellte sich die Knorpelfuge als weniger dichte, dorsal meist breitere Linie dar (Abb. 4). In vielen Fällen waren über dem PA auch periostale Exostosen nachweisbar. Zusätzlich fanden sich an der unteren ventralen Begrenzung der Knorpelfuge unregelmässig begrenzte tiefe Abbauherde in der Spongiosa der Ulna.

Bei den Tieren mit makroskopisch sichtbaren Unregelmässigkeiten im ventralen Gelenkknorpel des PA am Übergang zur Incisura semilunaris lagen histologisch schwere, mit OC vergleichbare Veränderungen vor. Sie bestanden in Knorpelverdickung mit Brutkapseln, verlängerten Knorpelsäulen mit unregelmässiger Eröffnung und Fehlen der Trabekel, Knorpelinseln in der Tiefe, verminderter Anfärbbarkeit der Knorpelgrundsubstanz und eosinophilen Streifen. Daneben wurden auch oberflächliche Auffaserung, Fissuren und tiefgehende, mit lockerem Fasergewebe aufgefüllte Defekte beobachtet. Die Exostosen im Perichondrium und Periost am PA bestanden aus zellreichem Geflechtknochen und teilweise auch hyalinem Knorpel.

Die Fuge war aus hyalinem Knorpel aufgebaut, mit uncharakteristischer Chondrozytenanordnung und häufig mit Knorpelkanälen (Abb. 5–7). Eine eigentliche Wachstumszone mit Säulen- und Blasenknorpel sowie Knorpeleröffnung bestand nur herdförmig und andeutungsweise. Meist wurden diese Knorpelsäulen unregelmässig eröffnet, die Spongiosa in der Ulna enthielt häufig auch mit Knochengewebe umhüllte Knorpelinseln. Im Fugenknorpel fanden sich mehrzellige Chondrome, unregelmässige Anfärbung der Grundsubstanz, Faserdemaskierung, mit amorphem Material gefüllte Knorpelkanäle und eosinophile Streifen. Beidseitig am Rand und in der Knorpelfuge wurden mit fibrinoidem Material und Detritus gefüllte Spalten beobachtet. Darin war oft lockeres Fasergewebe und Osteoklasie nachweisbar. Der untere Teil der Fuge bestand mehr aus Faserknorpel oder dichtem kollagenem Bindegewebe. Die röntgenologisch sichtbaren Abbauherde in der Spongiosa der Ulna waren charakterisiert durch Osteoklasie und endostale Fibrose sowie einzelne Knorpelinseln mit riesigen Chondromen.

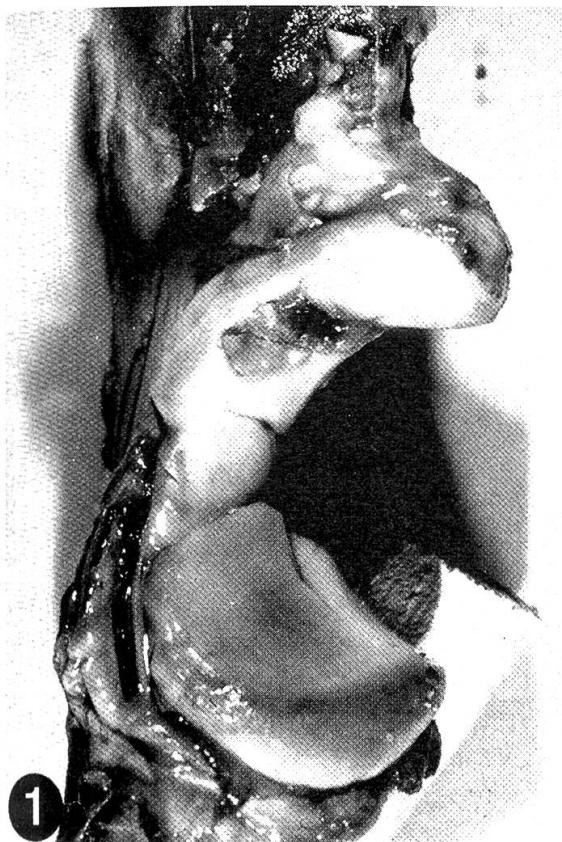
Die mit Score 2 bewerteten Veränderungen unterschieden sich histologisch im Schweregrad und Reaktionsmuster von den oben beschriebenen Läsionen. In der Knorpelfuge waren die degenerativen Veränderungen und die Spaltbildung weniger

Abb. 1 Radius und Ulna proximal, Schlachtschwein (Mat. II): Tiefe Knorpeldefekte in der Incisura semilunaris.

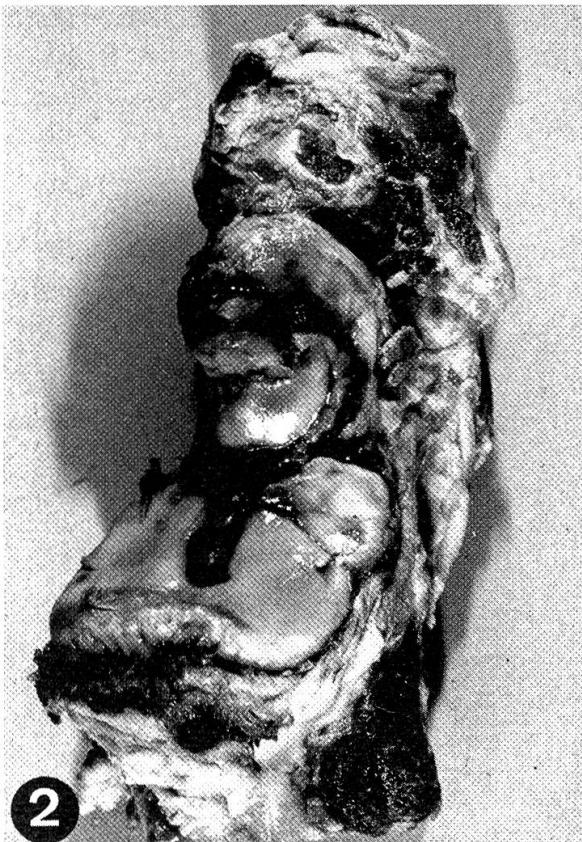
Abb. 2 Radius und Ulna proximal, Schlachtschwein (Mat. II): Abflachung der Gelenkflächen, tiefe Synovialgruben, querlaufende Knorpelfissuren in der Incisura semilunaris, periartikuläre Osteophyten.

Abb. 3 Ulna proximal, Sagittalschnitt, Schlachtschwein (Mat. I): Fugenartige Knorpelplatte zwischen Processus anconaeus und Schaft der Ulna, Spaltbildung, Knorpeldefekt in der Incisura semilunaris.

Abb. 4 Processus anconaeus, Röntgenstrukturaufnahme, Schlachtschwein (Mat. I): Breite Knorpelplatte, Abbauherde in der Spongiosa der Ulna.



1



2



3



4

ausgeprägt (Abb. 7). In einzelnen Fällen war die Spongiosa des PA und der Ulna durch zell- und faserreichen Geflechtknochen miteinander verbunden. In Röntgenstrukturaufnahmen und histologisch lag bei 5 Tieren zwischen PA und Ulna ein interessanter Befund vor, nämlich eine Spongiosanarbe (Vernetzung der Trabekel, kleine eingeschlossene Knorpelmatrixbezirke), mit dem Bild bei Verschluss einer Wachstumsfuge vergleichbar (Abb. 8). Bei den übrigen 67 mit Score 2 bewerteten Tieren (makroskopisch Verdickung des Knorpels über dem PA) fanden sich im Gelenkknorpel des PA unregelmässige Eröffnung mit Chondrombildung sowie Spaltbildung am osteochondralen Übergang mit Osteoklasie und Fibrose.

#### *b) Normale Entwicklung des Processus anconaeus*

Bei der Geburt und bis zum Alter von etwa 5 Wochen besteht der PA fast vollständig aus hyalinem Knorpel mit Gefässkanälen (Abb. 9). An seiner Basis findet sich eine lineare Zone mit enchondraler Ossifikation, die sich in die Wachstumszone der proximalen Ulna fortsetzt. Der obere PA-Teil ist mit Perichondrium bedeckt. Ein sekundäres Ossifikationszentrum ist im proximalen Radius immer und im Tuber olecrani ausser beim ungeborenen Ferkel bei allen Tieren ausgebildet.

Im Alter von 5–10 Wochen wird der knorpelige PA durch fortschreitende pyramidenförmige enchondrale Ossifikation an der Basis teilweise durch spongiösen Knochen ersetzt. Das Ossifikationszentrum im Tuber olecrani wird weiter vergrössert. Im Gewicht von 25–50 kg schreitet die Ossifikation in der beschriebenen Weise fort, die lineare Wachstumszone unter dem Gelenkknorpel verliert die Verbindung mit der Wachstumszone der proximalen Ulna. Bei 50–100 kg schweren Tieren bleibt unter dem Gelenkknorpel nur noch eine dünne Wachstumszone sichtbar (Abb. 10). Bei den 1–2 Jahre alten Tieren ist der obere PA-Teil mit Periost bedeckt, Gelenkknorpel findet sich nur noch an den ventralen und vorderen Partien, es besteht eine deutliche Knochenendplatte. Ein eigenes Ossifikationszentrum oder eine Wachstumsfuge war weder in Röntgenstrukturaufnahmen noch histologisch nachweisbar.

Bei 8 Tieren im Gewicht von 40 kg und mehr wurde dagegen ein vom oberen PA-Rand ausgehender und nach ventral ziehender länglicher Keil uneröffneten Knorpels nachgewiesen (Abb. 9, 10). Darin fanden sich Brutkapseln, in einzelnen Fällen auch Spaltbildung. Selten war ein solcher Knorpelkeil auch am ventralen PA-Rand vorhanden, 4 Tiere hatten aber gleichzeitig Fissuren im Gelenkknorpel am Übergang zur

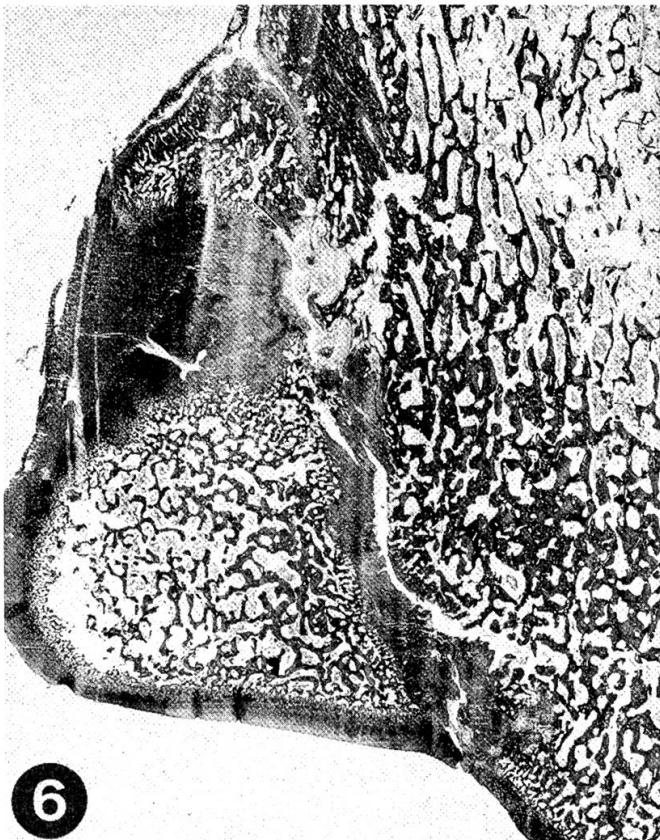
Abb. 5 und 6 Processus anconaeus, Schlachtschweine (Mat. I): Im oberen Teil aus Knorpel und im unteren aus Bindegewebe bestehende Platte, Spaltbildung, Knorpelfissuren am Übergang zur Incisura semilunaris, Abbauherd in der Spongiosa der Ulna, Osteophyten über dem Processus anconaeus. VG-Elastica, Lupenvergrösserung.

Abb. 7 Processus anconaeus, Schlachtschwein (Mat. I): Unvollständige, im unteren Teil aus Bindegewebe bestehende Platte; keine Spaltbildung oder Gelenkknorpelfissuren. VG-Elastica, Lupenvergrösserung.

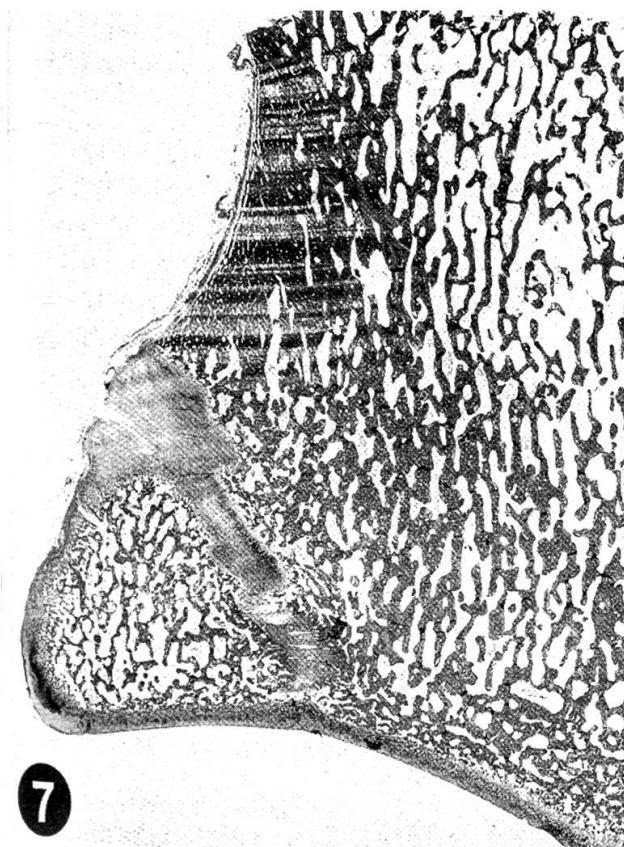
Abb. 8 Processus anconaeus, Schlachtschwein (Mat. I): Vernetzung der Trabekel zwischen Processus anconaeus und Spongiosa der Ulna. VG-Elastica, Lupenvergrösserung.



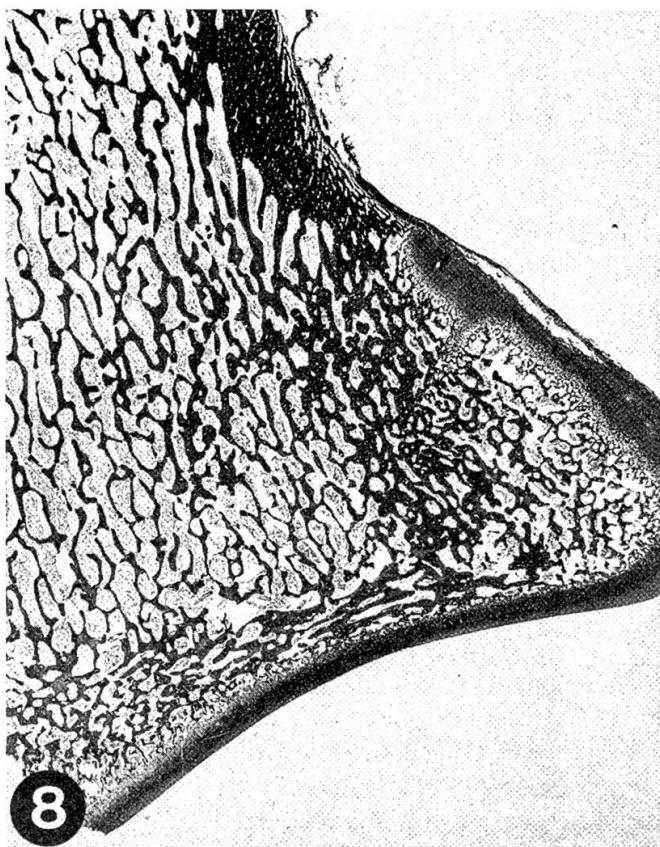
5



6



7



8

Incisura semilunaris und Abbauherde in der subchondralen Spongiosa (Abb. 10). Vom dorsalen zum ventralen Rand durchgehende Läsionen waren aber nur bei einem Tier sichtbar. Gleichzeitig bestanden meist leichtgradige Störungen der enchondralen Ossifikation in der proximalen Wachstumsfuge der Ulna.

Die beiden getöteten Kümmerer mit Bewegungsstörungen hatten beidseits Epiphysiolysis capitis femoris und Osteochondrosis dissecans im Condylus medialis humeri. Beim kleineren Tier (♂, 4 Mte., 45 kg) wurde zusätzlich eine Fragmentierung des PA beidseits mit Knorpelfissuren in der Incisura semilunaris wie oben nachgewiesen.

### Diskussion

Nach den vorliegenden Untersuchungen sind Läsionen im PA beim Schwein nicht selten. Auf Sagittalschnitten durch proximalen Radius und Ulna fand sich bei 11% der beurteilten Tiere eine Knorpelplatte zwischen PA und Ulnaschaft. In den Arbeiten von *Van Sickie et al.* (1980) und *Nakano et al.* (1982), wo eine kleine Zahl von Ebern beurteilt wurde, zeigte ein Drittel der Tiere eine PA-Fragmentierung. Im vorliegenden Material waren die Veränderungen beim Edelschwein häufiger (18% der Tiere mit einer Knorpelplatte) als beim veredelten Landschwein (5%). Nach Literaturangaben und eigenen Befunden ist OC jedoch bei Edelschweinen weniger häufig und leichtgradiger als bei Landschweinen (*Grøndalen*, 1974b; *Reiland et al.*, 1978; *Goedegebuure et al.*, 1980; *Häni et al.*, 1982). In der untersuchten Herde von Edelschweinen (Material I) war aber auch Osteochondrosis dissecans besonders im distalen Humerus sehr häufig (*Häni et al.*, 1983), die Resultate entsprechen deshalb wohl nicht dem Rassendurchschnitt.

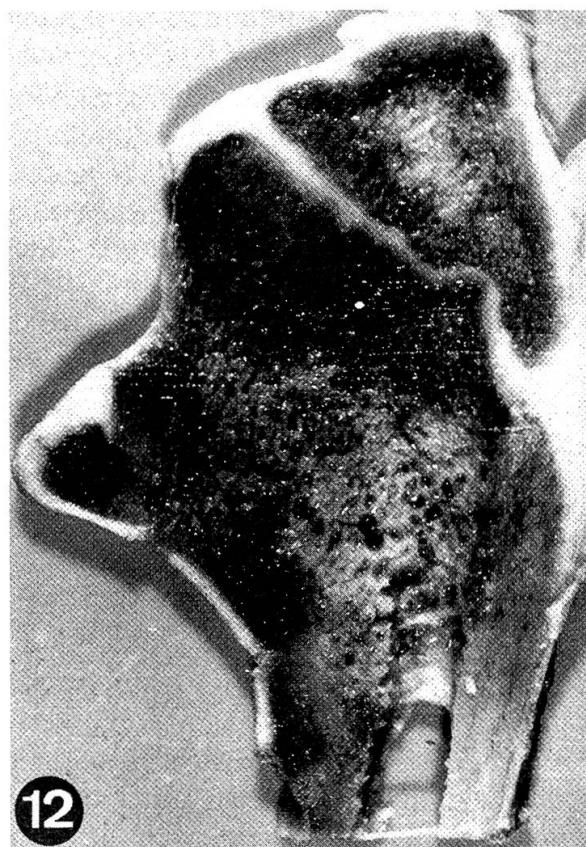
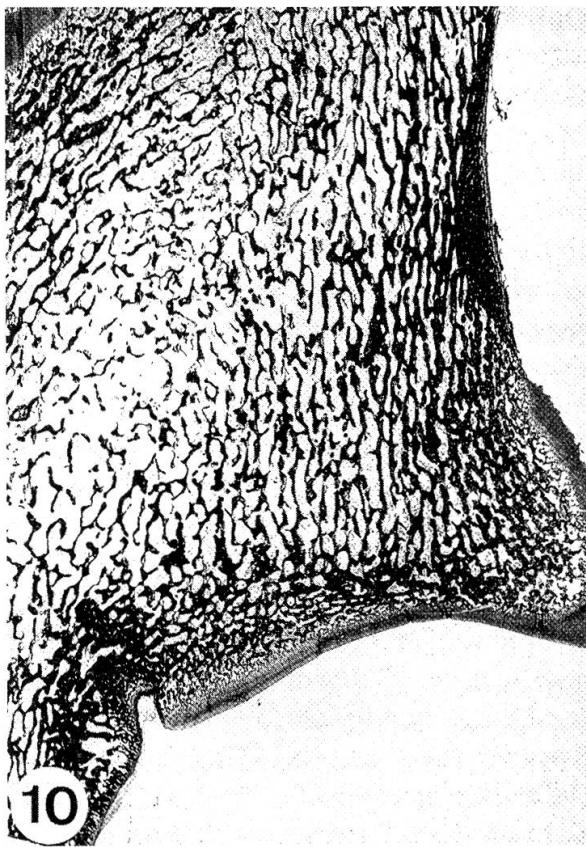
Bei der makroskopischen Beurteilung eines Ellenbogengelenks geben Knorpelfissuren in der Incisura semilunaris Hinweise auf eine PA-Fragmentierung. Knorpelveränderungen an dieser Stelle wurden in früheren Arbeiten über OC bereits beschrieben (*Grøndalen*, 1974a; *Reiland*, 1978; *Nakano et al.*, 1981a), die Läsionen im PA aber kaum beachtet. *Grøndalen* (1974a) fand bei rund 15% von 439 untersuchten Tieren Arthrosis und OC im Bereich der Incisura semilunaris und wies auch auf die Häufigkeit von Osteophytenbildung am Gelenkrand hin. *Reiland* (1978) sprach wohl von relativ häufiger Fragmentierung des PA und dokumentierte dies mit einem Rönt-

Abb. 9 Proximale Ulna, Ferkel ♀ 14 Tge.: Processus anconaeus vollständig aus Knorpel bestehend, Ossifikationszentrum im Tuber olecrani. VG-Elastica, Lupenvergrößerung.

Abb. 10 Processus anconaeus, Mastschwein 66 kg: Knorpelmodell des Processus anconaeus durch fortschreitende Ossifikation an der Basis fast vollständig ossifiziert. VG-Elastica, Lupenvergrößerung.

Abb. 11 Processus anconaeus, Mastschwein ♂ 63 kg: Uneröffneter Knorpelkeil am oberen Rand VG-Elastica, Lupenvergrößerung.

Abb. 12 Processus anconaeus, Sagittalschnitt, Mastschwein ♂ 53 kg: Knorpelkeil am oberen Rand Defekt im Gelenkknorpel.



genbild, machte dazu aber keine weiteren Angaben. *Van Sickie et al.* (1980) diagnostizierten ihre 5 Fälle bei Ebern nur röntgenologisch, den Veränderungen beim Hund entsprechend als «unvereinigten PA» (ununited anconeal process). Erst in der Publikation von *Nakano et al.* (1982), die während der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit erschien, wurde gezeigt, dass mit Knorpelläsionen in der Incisura semilunaris meist auch eine Fragmentierung des PA verbunden ist. Eine fugenartige Knorpelplatte zwischen PA und Schaft der Ulna kann aber auf Sagittalschnitten auch bei Tieren ohne Veränderungen im Gelenkknorpel der Incisura semilunaris nachgewiesen werden, oder es bestehen nur Gelenkknorpelveränderungen (*Nakano et al.*, 1982; eigene Befunde).

Pathologisch-anatomische und histologische Befunde an der Knorpelplatte sind vergleichbar mit den Beschreibungen von *Nakano et al.* (1982). Diese Knorpelplatte folgt der PA-Begrenzung, hat aber nicht den typischen Aufbau einer Wachstumsfuge und besteht im unteren Teil vorwiegend aus Faserknorpel und Bindegewebe. Die als Folge von degenerativen Veränderungen entstehenden Spalten erklären die Lockerung des PA. Die subchondrale Fibrose ist als reparativer Prozess aufzufassen. Die Läsionen in der Knorpelplatte und im Gelenkknorpel der Incisura semilunaris entsprechen der Definition der OC (*Olsson und Reiland*, 1978; *Reiland*, 1978).

Die Ablösung des PA beim Schwein ist gebunden an das Vorhandensein einer Knorpelplatte und meist auch an OC in der Incisura semilunaris (*Nakano et al.*, 1982; 28 eigene Fälle). Bei den übrigen 220 Schlachtschweinen vergleichbaren Alters war eine Knorpelfuge nie vorhanden. Der PA des Schweines hat mit grosser Sicherheit kein eigenes Ossifikationszentrum und somit auch keine Wachstumsfuge, die Ossifikation schreitet pyramidenförmig von der Basis zur Spitze des Processus fort und ist mit 5–6 Monaten abgeschlossen (*Kincaid und Lidvall*, 1981; *Nakano et al.*, 1982; eigene Befunde). Die meisten sekundären Ossifikationszentren sind beim Ferkel bereits bei der Geburt vorhanden (*Gjesdal*, 1972; *Wrathall et al.*, 1974), ein Ossifikationszentrum im PA müsste deshalb wahrscheinlich auch ziemlich früh ausgebildet werden. Die Ablösung des PA beim Schwein kann deshalb nicht in einer Wachstumsfuge erfolgt sein; richtigerweise sollte deshalb von Fragmentierung und nicht von einem «ununited» PA gesprochen werden.

Damit stellt sich die Frage nach der Entstehung der als pathologisch anzusehenden, fugenartigen *Knorpelplatte*. Die bei verschiedenen Tieren im Gewicht von 40 kg und mehr beobachteten, vom oberen PA-Rand ausgehenden, uneröffneten Knorpelkeile (Abb. 11, 12) könnten ein Vorstadium dieser Knorpelplatte darstellen. Solche uneröffnete Knorpelkeile sind charakteristisch für OC, mit steigendem Gewicht und Alter nehmen die Läsionen zu und werden schwerer (*Grøndalen*, 1974a; *Olsson und Reiland*, 1978; *Reiland*, 1978; *Nakano et al.*, 1979, 1981b).

Gleichzeitig bestehende osteochondrotische Veränderungen im Gelenkknorpel des PA am Übergang zur Incisura semilunaris (Abb. 12) haben wahrscheinlich eine Instabilität der Verbindung zwischen Processus und Schaft der Ulna zur Folge. Zur Ablösung in der pathologischen Knorpelplatte tragen die bei Streckung des Ellenbogengelenks auf den PA wirkenden, abscherenden Kräfte bei. Der untere Teil der Knorpelplatte aus Faserknorpel und Bindegewebe kann so möglicherweise als eine

Art Kallusbildung betrachtet werden. Bei einzelnen Tieren können die Läsionen wahrscheinlich unter Bildung einer Spongiosanarbe ausheilen (Abb. 8).

*Kincaid und Lidvall* (1981) führen die bei einem 2 Jahre alten Schwein beobachteten PA-Veränderungen auf eine Fraktur zurück, die bereits im Knorpelmodell oder später entstanden sein könnte. *Nakano et al.* (1982) vermuten ein Trauma als mögliche Ursache der Entstehung der Knorpelplatte. Die bei einem 13 Wochen alten Eber beobachtete Bindegewebsplatte im unteren PA-Teil sehen sie als Reaktion auf eine Fraktur an. Die Knorpelhalbinsel im oberen Teil dagegen führen sie auf gestörte endochondrale Ossifikation infolge dieser Bindegewebstruktur zurück. Nach eigenen Befunden haben jedoch die Knorpelkeile im oberen Teil des Processus eher eine primäre Bedeutung.

Fragmentierung des PA und Osteochondrosis dissecans gehen mit sekundären arthrotischen Veränderungen, insbesondere Osteophytenbildung am Gelenkrand einher (Abb. 2, Tabelle). Abflachung, Entrundung und Inkongruenz der Gelenkflächen stehen andererseits auch im Zusammenhang mit den häufigen Wachstumsstörungen bei OC (*Dämmrich*, 1976).

Nach den Resultaten der vorliegenden Untersuchung kann zusammenfassend gesagt werden, dass Läsionen im PA bei Mastschweinen nicht selten sind. Bei der Abklärung von Lahmheiten sollten deshalb auch Sagittalschnitte durch die proximale Ulna gemacht werden. Es handelt sich um eine Fragmentierung und nicht um eine Ablösung in der Wachstumsfuge wie beim Hund. Diese PA-Fragmentierung beim Schwein ist eine besondere Manifestation von OC im Ellenbogengelenk.

### Zusammenfassung

Die Untersuchung des linken Ellenbogengelenks von 248 Schlachtschweinen ergab bei 28 Tieren eine fugenartige Knorpelplatte zwischen Processus anconaeus (PA) und Schaft der Ulna mit Fragmentierung in 18 Fällen. Während des Wachstums (65 Tiere im Alter von 1 Tg.–2 J.) wurde aber nie ein separates Ossifikationszentrum oder eine Wachstumsfuge beobachtet. Längliche, vom oberen PA-Rand ausgehende, uneröffnete Knorpelkeile (8 Tiere > 40 kg KGW) könnten ein Frühstadium der pathologischen Knorpelplatte darstellen. Läsionen im PA sind beim Mastschwein also nicht selten, es handelt sich um eine Fragmentierung und nicht um eine Ablösung in der Wachstumsfuge wie beim Hund. Diese Fragmentierung des PA ist eine besondere Manifestation von Osteochondrosis im Ellenbogengelenk.

### Résumé

L'examen de l'articulation du coude gauche de 248 porcs à l'engraiss lors de leur abattage a révélé chez 28 animaux la présence d'un plateau cartilagineux entre le processus anconaeus (PA) et la diaphyse de l'ulna, avec fragmentation dans 18 cas. Mais on n'observa durant la période de croissance (65 animaux âgés d'un jour à 2 ans) ni centre d'ossification, ni cartilage de conjugaison, mais des fragments allongés de cartilage sans points d'ossification partant du bord supérieur du processus anconaeus. Ils furent interprétés comme étant un stade précurseur possible du plateau cartilagineux observé chez les animaux abattus. Des lésions au niveau du PA ne sont pas rares chez les porcs à l'engraiss. Il s'agit d'une fragmentation du PA et non d'une dissolution au niveau du cartilage de conjugaison comme chez le chien. Cette fragmentation du processus anconaeus est une manifestation particulière de l'ostéochondrose de l'articulation du coude.

### Riassunto

L'esame dell'articolazione sinistra del gomito di 248 suini da macello per 28 animali permise di individuare una piastra cartilaginea con screpolature fra il processo anconeo (PA) e l'asta dell'ulna, con frammentazione in 18 casi. Durante la crescita (65 animali in età fra 1 giorno e 2 anni) non venne mai accertato un centro di ossificazione separato od una linea di crescita. Cunei cartilaginei lungilinei, aventi origine al limite superiore del PA, chiusi (8 animali di oltre 40 kg di peso corporeo) potrebbero essere uno stadio iniziale della piastra cartilaginea. Lesioni nel PA non sono dunque rare nei suini da ingrasso. Si tratta di una frammentazione e non di un distacco nella linea di crescita come nel cane. Questa frammentazione del PA è una manifestazione specifica di osteochondrosi nell'articolazione del gomito.

### Summary

Examination of the left elbow joint of 248 slaughter pigs revealed a cartilage plate between the anconeal process and the ulnar diaphysis in 28 animals, with fragmentation in 18 cases. During growth (65 animals ranging in age from 1 day to 2 years) a separate ossification centre or a growth cartilage was not observed. However, wedge shaped areas of retained cartilage protruding from the dorsal side of the anconeal process (8 animals > 40 kg body weight) were interpreted as possible earlier stages of the cartilage plate seen in slaughter pigs. Evidence from this study indicates that lesions in the anconeal process are not rare in fattening pigs, but the condition seems not to be analogous to ununited anconeal process in the dog. This fragmentation of the anconeal process in swine seems to be another manifestation of osteochondrosis in the elbow joint.

### Literaturverzeichnis

- Dämmrich K.: Zur Pathogenese der Arthropathia deformans bei Haustieren. Kleintier-Praxis 21, 158–166 (1976). – Gjesdal F.: Age determination of swine foetuses. Acta Vet. Scand. Suppl. 40, 1–29 (1972). – Goedegebuure S. A., Häni H. J., van der Valk P. C. and van der Wal P. G.: Osteochondrosis in six breeds of slaughter pigs. I. A morphological investigation of the status of osteochondrosis in relation to breed and level of feeding. Vet. Quart. 2, 28–41 (1980). – Grøndalen T.: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. I. Incidence in animals up to 120 kg live weight. Acta Vet. Scand. 15, 1–25 (1974a). – Grøndalen T.: Osteochondrosis and arthrosis in pigs. III. A comparison of the incidence in young animals of the Norwegian landrace and Yorkshire breeds. Acta Vet. Scand. 15, 43–52 (1974b). – Grøndalen J. and Rørvik A. M.: Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs. IV. Ununited anconeal process. A follow up investigation of operated dogs. Nord. Vet. Med. 32, 212–218 (1980). – Häni H., Schwörer D., Blum J. K. und Rebsamen A.: Beinschwäche beim veredelten Landschwein und beim Edelschwein. I. Pathologische Veränderungen. Sommertagung Schweiz. Ver. Tierzucht, 2.–3.9.1982, Hohenrain LU. – Häni H., Troxler J. und Würsten B.: Untersuchungen zum Einfluss der Haltung auf Verbreitung und Schweregrad von Osteochondrosis (OC) bei Mastschweinen: Vergleich der Haltung im Offenfront-Tiefstreuastall (OF) und auf Teilspaltenboden (TS). Schweiz. Arch. Tierheilk. 125, 453–475 (1983). – Hanlon G. F.: Additional radiographic observations on elbow dysplasia in the dog. JAVMA 155, 2045–2046 (1969). – Hayes H. M., Selby L. A., Wilson G. B. and Hohn R. B.: Epidemiologic observations of canine elbow disease (emphasis on dysplasia). J. Am. Anim. Hosp. Ass. 15, 449–453 (1979). – Hohn R. B.: Ununited anconeal process. Proc. 49th Annual Meeting Am. Anim. Hosp. Ass.; Las Vegas, Nevada, April 24–30, 292 (1982). – Kincaid S. A. and Lidvall E. R.: Postnatal morphogenesis of the anconeal process of the ulna of swine. Am. J. Vet. Res. 42, 2158–2161 (1981). – Nakano T., Aherne F. X. and Thompson J. R.: Changes in swine knee articular cartilage during growth. Can. J. Anim. Sci. 59, 167–179 (1979). – Nakano T., Aherne F. X. and Thompson J. R.: Effect of housing system on the recovery of boars from leg weakness. Can. J. Anim. Sci. 61, 335–342 (1981a). – Nakano T., Aherne F. X. and Thompson J. R.: Leg weakness and osteochondrosis in pigs. Pig News and Information 2, 29–34 (1981b). – Nakano T., Thompson J. R., Aherne F. X. and Christian R. G.: Observations of abnormalities and age-related changes in the anconeal processes of swine. Am. J. Vet. Res. 43, 1840–1844*

(1982). – *Olsson St.-E.*: Osteochondrosis in the dog. In Current Veterinary Therapy, VI Small Animal Practice; W. B. Saunders Comp., Philadelphia, London, Toronto, pp. 880–886 (1977). – *Olsson St.-E. and Reiland S.*: The nature of osteochondrosis in animals. Summary and conclusions with comparative aspects on osteochondritis dissecans in man. Acta Radiol. Suppl. 358, 299–306 (1978). – *Reiland S.*: Morphology of osteochondrosis and sequelae in pigs. Acta Radiol. Suppl. 358, 45–90 (1978). – *Reiland S., Ordell N., Lundeheim N. and Olsson St.-E.*: Heredity of osteochondrosis, body constitution and leg weakness in the pig. A correlative investigation using progeny testing. Acta Radiol. Suppl. 358, 123–137 (1978). – *Schroeder M.*: Beitrag zur Entwicklung des Skelettes der Vordergliedmasse beim Deutschen Schäferhund. Vet. med. Diss., München (1978). – *Van Sickel D. C.*: A comparative study of the postnatal elbow development of the Greyhound and the German Shepherd Dog. JAVMA 147, 1650–1651 (1965). – *Van Sickel D. C., Runnels L. J., Blevins W. E., Armstrong C. H. and Lamar C. H.*: Radiology, gross and histopathology of articular lesions from lame boars. Proc. 6th Congr. Int. Pig. Vet. Soc., Copenhagen, June 30–July 3, 330 (1980). – *Wrathall A. E., Bailey J. and Hebert C. N.*: A radiographic study of development of the appendicular skeleton in the fetal pig. Res. Vet. Sci. 17, 154–168 (1974).

Manuskripteingang: 1. September 1983

## REFERAT

### Vorsicht bei kleinen Werten/Leistungen und Tücken der Analytik

Zürich (IC). – Kaum eine Wissenschaft hat im Verlauf der letzten Jahrzehnte eine so atemberaubende Entwicklung durchgemacht wie die Analytik, die Wissenschaft vom Nachweis der Stoffe und der Bestimmung von Konzentrationen. Während man vor vierzig Jahren noch alle Stoffmengen jenseits von einem Zehntel Promille als «Null» betrachten musste, können heute in einigen Bereichen Milliardstelgramm aufgespürt werden. Damit ist die Wissenschaft in Spurenbereiche vorgedrungen, die sich der Vorstellungskraft weitgehend entziehen – eine Leistung, die nicht zuletzt der Umweltdiskussion eine ganz neue Dimension eröffnet hat.

Andererseits ist dies nicht ohne Tücken, und immer wieder werden aus Analyseergebnissen falsche Schlussfolgerungen gezogen. Denn der Umgang mit den kleinen Werten erfordert die Beachtung vieler Randbedingungen.

### Im Kanton Zürich einen Appenzeller aufspüren

Auch in der Diskussion um die Belastung der Umwelt werden immer häufiger die Begriffe «ppm», «ppb» und, seit einiger Zeit, sogar «ppt» gebraucht, ohne dass sich die Betreffenden immer über die wahre Grössenordnung der mit solchen Kürzeln bezeichneten «Verunreinigungen» oder über die «Qualität» solcher Analysedaten im klaren sind:

- 1 ppm (part per million) ist ein Teil von einer Million Teilen oder ein Milligramm (0,001 Gramm) pro Kilogramm;
- 1 ppb (part per billion) ist ein Teil von einer Milliarde Teilen oder ein Mikrogramm (0,000 001 Gramm) pro Kilogramm;
- 1 ppt (part per trillion) ist ein Teil von einer Billion Teilen oder ein Nanogramm (0,000 000 001 Gramm) pro Kilogramm.

Bei diesen Grössenordnungen fällt es schwer, anschauliche Beispiele zu finden. Während man sich ein ppm noch als einen Appenzeller im Kanton Zürich vorstellen kann, wird es bei einem ppb schon schwieriger; es entspricht vier Personen unter der heutigen Weltbevölkerung von vier Milliarden. Ein ppt, die nächstkleinere Dimension, wäre die «Verunreinigung» eines 20 km langen Güterzuges voll Weizen (100 000 Tonnen) durch ein einziges Roggenkorn oder – auf ein Längenmass bezogen – ein «Abschnitt» von 0,4 Millimetern der Strecke Erde–Mond. Spätestens ab hier scheitert jeder Versuch zur Anschaulichkeit.