

## Mißbildungen beim Kabeljau (*Gadus morrhua*) verursacht durch Wirbelsäulenverkürzung

W. WUNDER

1. Zoologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg;  
Erlangen, Bundesrepublik Deutschland

**ABSTRACT:** Body deformities in cod (*Gadus morrhua*) caused by spinal foreshortening. In the last ten years many deformed cod, *Gadus morrhua* L., have been caught near Cuxhaven (West Germany) at the mouth of the River Elbe; percentages annually have ranged from 10 to 15 ‰, and sometimes up to 20 ‰ in this area. There are also deformities of the head, primarily of the gill cover. X-ray pictures reveal compressions and synostosis of vertebrae. In many cases  $\frac{2}{3}$ , in others  $\frac{4}{5}$ , of the spinal column is shortened and compressed. The deformed fish do not grow and are nearly worthless for marketing. The areas where the deformed cod were caught are visited by this fish only during winter time; they are characterized by low salinities and, frequently, by sewage discharged into the River Elbe. In young cod (10–20 cm), body deformities thus far have never been observed. Causes of observed spinal deformities have not been established unequivocally. Further investigations are required, including experiments with different noxious chemicals which might act as causative agents.

### EINLEITUNG

Der Verfasser dieser Arbeit hat sich besonders in den letzten 20 Jahren eingehend mit der Untersuchung gesunder und erkrankter Wirbelsäulen bei Fischen beschäftigt (WUNDER 1931–1969). Dabei wurden anfangs Wirbelsäulen präpariert und photographiert. In den letzten Jahren spielten vor allem Röntgenaufnahmen mit besonderen Methoden eine Rolle, bei denen auf die Feinstruktur der Wirbel eingegangen werden konnte. Solche Untersuchungen wurden durchgeführt beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.), bei der Regenbogenforelle (*Salmo irideus* W. GIBB.), beim Hecht (*Esox lucius* L.) und beim Aal (*Anguilla anguilla* L.). Aber auch verschiedene Arten von Meeresfischen wurden auf den Feinbau ihrer Wirbelkörper untersucht (WUNDER 1968).

Die Übersendung fixierter verkrüppelter Exemplare des Kabeljau (*Gadus morrhua* L.) bot einen willkommenen Anlaß, diese Untersuchungen zu erweitern. Hier soll eine erste Mitteilung gebracht werden, welche folgende Aufgabe hat: (1) Genaue Beschreibung des verkrüppelten Fischkörpers; (2) Nachweis an Hand von Röntgenaufnahmen, daß die Veränderung durch eine Wirbelsäulenverkürzung verursacht ist; (3) Einzelanalyse der Wirbelveränderungen an Hand von vergrößerten Röntgenaufnahmen.

In der vorliegenden Untersuchung können über die Ursache der Mißbildungen

nur Vermutungen ausgesprochen werden. Die genauere Aufklärung der Verhältnisse bleibt späteren Veröffentlichungen vorbehalten.

## MATERIAL

Das Material für diese Untersuchungen wurde mir in fixiertem Zustand zugesandt. Es stammte aus Cuxhaven. Es handelte sich um 6 mißgebildete Kabeljau und ein vergleichbares normales Tier, in Formalin fixiert. Es wurde gleichzeitig mitgeteilt, daß derartige Mißbildungen besonders in den letzten Jahren an Fangplätzen in der Nähe von Cuxhaven verhältnismäßig häufig aufgetreten seien.

## BEFUNDE

### Beschreibung der Mißbildungen

Nach den fixierten Fischen und nach Photographien wurden maßstabgerechte Zeichnungen angefertigt (Abb. 1 A–D). Bei Abbildung 1 A ist ein Kabeljau mit normaler Wirbelsäule und einwandfreiem Körperbau dargestellt. Man beachte die langgestreckte spindelförmige Gestalt und die in leichtem Bogen vom Oberkiefer bis zum Ende des Schwanzstieles verlaufende Seitenlinie. Besonders sei auf das Verhältnis Kopflänge : Körperlänge aufmerksam gemacht. Bei diesem noch jungen Tier ist die Kopflänge  $3\frac{1}{2}$ mal in der Körperlänge enthalten, während bei einem älteren Kabeljau die Kopflänge etwa  $4\frac{1}{2}$ mal in der Körperlänge enthalten sein kann. Der Kopf erscheint also dann verhältnismäßig klein. Die Körpermitte ist gut und kräftig entwickelt. Sie enthält die Hauptfleischmasse, die den Nutzwert des Fisches ausmacht.

Auf Abbildung 1 B ist ein verkrüppelter Kabeljau dargestellt. Hier erscheint der Kopf verhältnismäßig groß. Die Kopflänge ist etwa  $2\frac{1}{2}$ mal in der Körperlänge enthalten. Gleich hinter dem Kiemendeckel erscheint der Körper verkürzt und erhöht. Dann läuft er in einen langgezogenen Schwanz aus. Die Seitenlinie beginnt erst in einem Abstand hinter dem Kiemendeckel mit einem deutlichen Bogen. Sie verläuft dann gerade bis zum Ende des Schwanzstieles. Der Bogen der Seitenlinie verweist hier direkt auf die mißgebildete Region der Wirbelsäule. Wie das Röntgenbild (Abb. 2 B) zeigt, sind  $\frac{2}{5}$  der Wirbelsäule am Anfang stark verkürzt, zusammengepreßt und verschmolzen. Die übrige Wirbelsäule ist normal. Der untere Abschnitt des Kiemendeckels ist leicht mißgebildet. Die Kiemendeckelmembran ist etwas nach der Seite verlagert.

Bei dem auf Abbildung 1 C dargestellten Fisch liegt eine Wirbelsäulenverkürzung in der Körpermitte und in der vorderen Schwanzregion vor, wie dies das Röntgenbild auf Abbildung 2 C zeigt.  $\frac{2}{5}$  der Wirbel sind mißgebildet. Bis kurz vor der Mitte ist der Körper noch normal. Da, wo die Seitenlinie den Bogen macht, ist der Sitz der Mißbildung der Wirbelsäule. Kopf und Kiemendeckel zeigen leichte Verkrüppelungen. Die Kiemendeckelmembran ist etwas nach der Seite verlagert.

Die auffallendste Veränderung der Körpergestalt zeigt der auf Abbildung 1 D dargestellte Fisch. Der Kopf erscheint verhältnismäßig groß, die Kopflänge ist etwa

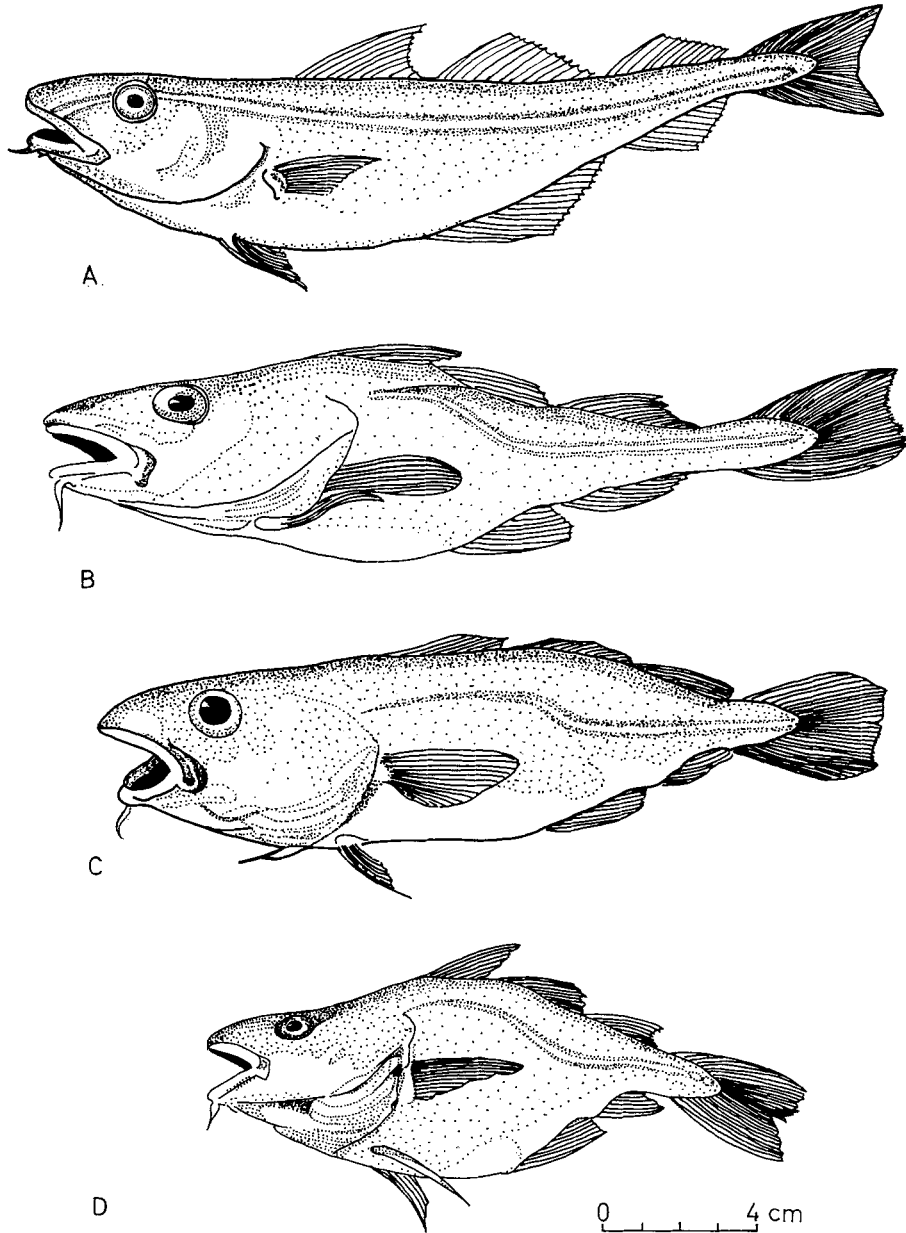


Abb. 1: Formen der Mißbildungen beim Kabeljau. (A) Kabeljau mit normaler Wirbelsäule. (B) Wirbelsäule vorne verkürzt. (C) Wirbelsäule in der Mitte und vorderen Schwanzgegend verkürzt. (D)  $\frac{1}{5}$  der Wirbelsäule verkürzt

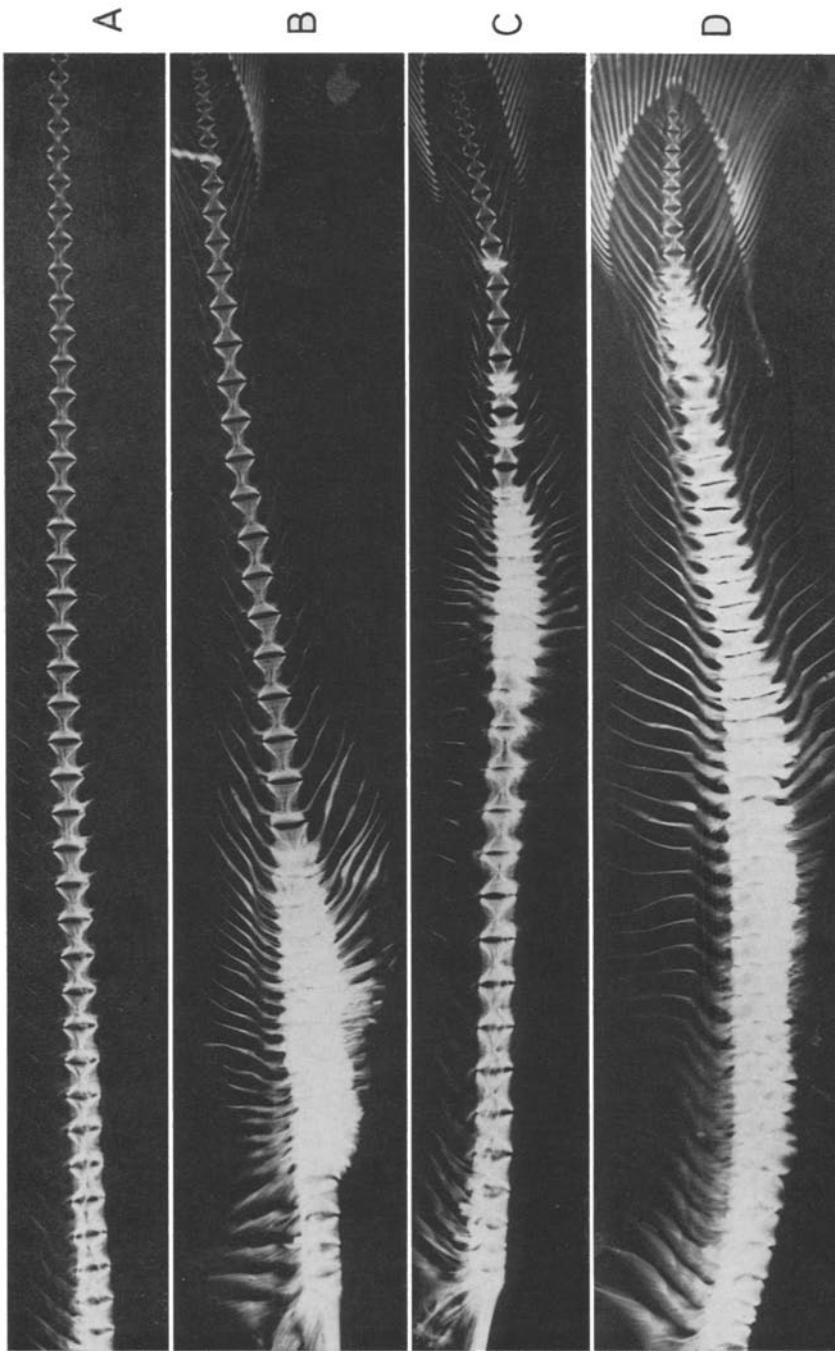


Abb. 2: Röntgenaufnahmen der Wirbelsäulen vom Kabeljau. (A) Normale Wirbelsäule. (B) Wirbelsäule vorne verkürzt. (C) Wirbelsäule in der Mitte und in der vorderen Schwanzregion verkürzt. (D)  $\frac{4}{5}$  der Wirbelsäule verkürzt

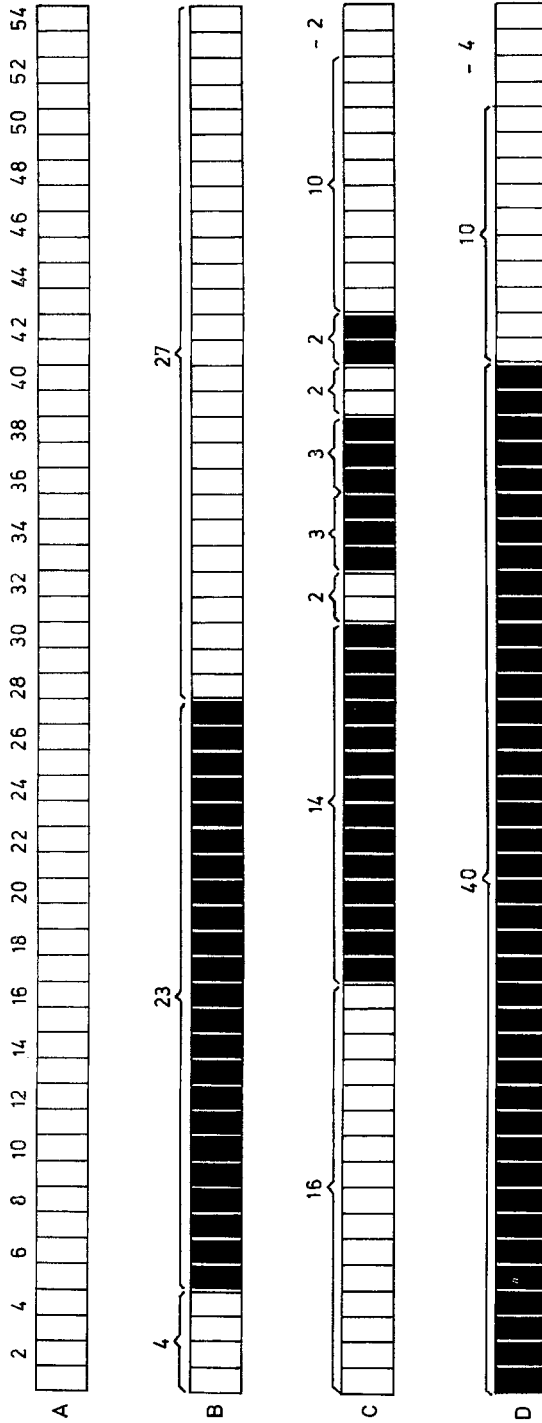


Abb. 3: Spondylogramme (schematische Darstellungen des Baues der Wirbel) beim Kabeljau. (A) Normale Wirbelsäule. (B) Vorn  $\frac{2}{5}$  der Wirbel verkürzt. (C) Körpermitte und vordere Schwanzregion  $\frac{2}{5}$  der Wirbel verkürzt. (D)  $\frac{4}{5}$  der Wirbel verkürzt. Die verkürzten Wirbel sind schwarz, die normalen Wirbel hell dargestellt

$2\frac{1}{2}$ mal in der Körperlänge enthalten. Die Seitenlinie beschreibt einen starken Bogen in der Körpermitte. Etwa  $\frac{4}{5}$  der Wirbel sind mißgebildet, stark zusammengeschoben und miteinander verwachsen. Auch der Kopf zeigt besonders beim Kiemendeckel starke Verkrüppelungen. Der Kiemendeckel ist nach der Seite hochgezogen und teilweise verkürzt. Dieser verkrüppelte Fisch sieht so aus, als ob er nur noch aus Kopf und Schwanz bestehen würde. Die Körpermitte, die normalerweise langgezogen ist und die Fleischportionen enthält, ist hier zusammengeschrumpft und etwas erhöht. Der Fisch ist infolge der Mißbildung im Wachstum stark zurückgeblieben. Die Verkrüppelungen in der Kopfgegend beeinträchtigen die Nahrungsaufnahme und die Atmung. Die Mißbildungen an der Wirbelsäule beeinflussen die Beweglichkeit. Es treten stellenweise Hemmungen und Versteifungen auf, welche die Schwimmbewegung und das Vorwärtskommen im Wasser beeinträchtigen. Ortsveränderung und Nahrungssuche sind dadurch stark behindert. Die Fische bleiben im Wachstum zurück, und sie besitzen keinen guten Marktwert. Wenn sie überhaupt noch verkauft werden können, so sind sie minderwertig. Der Abfall ist bei einem solchen verkrüppelten Fisch besonders groß.

### Verhalten der Seitenlinie bei den verkrüppelten Fischen

Sehr auffallend ist das Verhalten der Seitenlinie bei den verkrüppelten Fischen. Sie beginnt erst hinter dem Kiemendeckel, und sie zeigt in der Gegend der Brustflosse eine starke Ausbuchtung nach der Rückenseite. Besonders PLATE (1924) hat bei vergleichenden Studien an der Seitenlinie der Fische darauf verwiesen, daß diese immer dann eine weite Ausbuchtung nach der Rückenseite zu zeigt, wenn sie in den Bereich der Brustflosse kommt. Dadurch soll vermieden werden, daß die Bewegung der Brustflosse einen Dauerreiz für die Seitenlinie darstellt. Bei unseren verkrüppelten Fischen können wir die gleichen Erscheinungen der dorsalen Ausbuchtung der Seitenlinie im Bereich der Brustflosse beobachten. Infolge der Verkürzung und Erhöhung des Körpers kommt die Seitenlinie in die Gegend der Brustflosse. Diese Verkrümmung der Seitenlinie hängt aber nicht mit einer Wirbelsäulenverkrümmung zusammen. In unserem Falle handelt es sich nicht um eine Wirbelsäulenverkrümmung, sondern um eine Wirbelsäulenverkürzung bei geradem Verlauf. Nach PLATE würde eine in nächster Nähe der Brustflosse gerade verlaufende Seitenlinie durch den Flossenschlag in ihrer normalen Funktion gestört. Deshalb erfolgt die dorsale Ausbiegung.

### Darstellung der Mißbildungen der Wirbelsäule

Abbildung 3 führt schematische Darstellungen des Baues der Wirbelsäule vor Augen. Ich möchte sie als Spondylogramme bezeichnen (spondylus = Wirbel; gramm = Aufschreibung). Es handelt sich also hier um eine Aufschreibung der Wirbelanordnung. Krankhaft veränderte, verkürzte und verwachsene Wirbel sind schwarz dargestellt, die normalen Wirbel sind hell. Man sieht, daß die normale Wirbelzahl beim Kabeljau etwa 54 beträgt. Bei den krankhaft veränderten Wirbelsäulen können einige Wirbel

fehlen (C – 2 Wirbel; D – 4 Wirbel). Die Mißbildung der Wirbel kann entweder in einer oder in mehreren Gegenden der Wirbelsäule erfolgen. Bei B liegen die pathologischen Wirbel vorne, bei C liegen sie in der Mitte und hinten. Sie betragen in diesen beiden Fällen etwa  $\frac{2}{5}$  der Wirbelzahl. Bei D sind gar  $\frac{4}{5}$  der Wirbel mißgebildet, verkürzt und verschmolzen. Man kann sich gut vorstellen, daß dementsprechend die Beweglichkeit der Wirbelsäule stark herabgesetzt ist oder daß es zu einer Versteifung kommt.

### Röntgenbilder der Wirbel

Mit einer besonderen Technik wurden Röntgenbilder von herauspräparierten Wirbelsäulen im Ganzen oder von Teilstücken und Einzelwirbeln angefertigt. Diese

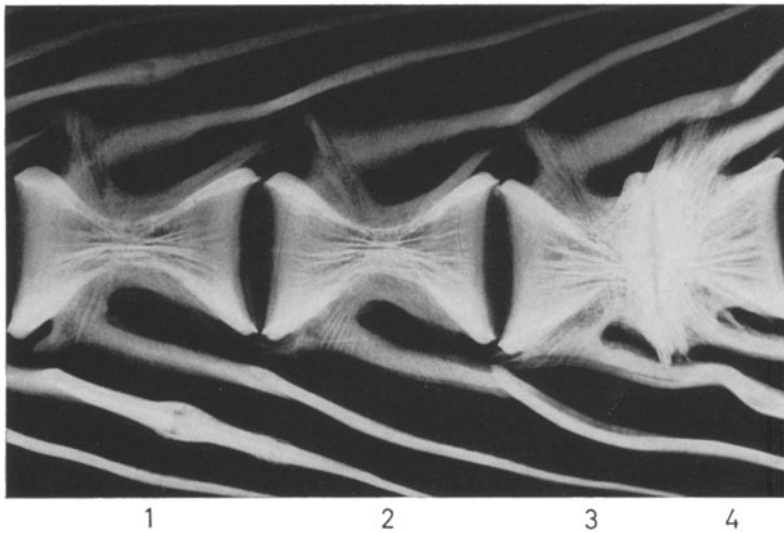


Abb. 4: Zwei normale Wirbel (1 und 2) und zwei miteinander verwachsene Wirbel (3 und 4) beim Kabeljau

wurden dann wieder fotografisch vergrößert. Die hier dargestellten Wirbel haben einen normalen Durchmesser von etwa 6 mm. Die Wirbelverwachsung beim Kabeljau ist auf den Abbildungen 4–6 in vergrößerten Röntgenbildern dargestellt. Bei Abbildung 4 sind links 2 normale Wirbel mit ihren Feinstrukturen zu sehen; rechts sind 2 Wirbel (3 und 4) miteinander verschmolzen. Bei Abbildung 5 sind 3 Wirbelkörper miteinander verwachsen. Bei Abbildung 6 sind 10 Einzelwirbel zusammengeschoben, erhöht und miteinander zu einem Wirbelblock verschmolzen. Gelenkige Stellen finden sich nur noch am Anfang und am Ende. Die Zahl der Fortsätze läßt auf die Zahl der verschmolzenen Wirbel schließen.

Es sei nur kurz hier angedeutet, daß man an dem vorhandenen Material von Firschwirbelsäulen noch viele vergleichend pathologisch interessante Feststellungen machen kann, auf die in einer anderen Veröffentlichung genauer eingegangen werden soll.

So wurde ein Lockerwerden von Wirbeln und eine erhöhte Beweglichkeit im Gelenk – Spondylolyse – festgestellt. Dann wurde ein Wirbelgleiten und ein Ausspringen von Wirbeln – Spondylolisthesis – beobachtet. Schließlich verbreiterten sich die Wirbelränder und die Wirbelkörper platteten sich ab (Platyspondylie). Die Epiphysen der Wirbel zeigten eine verstärkte Kalkablagerung (Sklerosierung). Zwischen den veränderten Wirbeln konnten rundliche Knochenhöckerchen auftreten, und die Wirbel



Abb. 5: Drei miteinander verwachsene Wirbel (1, 2, 3) beim Kabeljau

wurden auf diese Weise miteinander verzahnt und wieder stillgelegt. Schließlich verwachsen die Wirbel miteinander (Synostose). So kam es über verschiedene Übergangsstufen zu einer Verwachsung und vollkommenen Verschmelzung von Wirbelgruppen bis zu einer weitgehenden Verkürzung und Versteifung der Wirbelsäule.

## DISKUSSION

Besonders LUNDBECK (1928) hat eingehende Untersuchungen über die Mißbildung des Kopfes beim Kabeljau angestellt. Er beschreibt eine Verkürzung des Oberkiefers, eine Verkürzung des Unterkiefers oder eine Verkürzung und Mopskopfbildung des ganzen Schädels. Dabei wird auch Wirbelsäulenverkrümmung und in einem Fall Wirbelsäulenverkürzung erwähnt. Das Hauptaugenmerk ist jedoch den Kopfmißbildungen zugewandt. FEDERLEY (1908) konnte monströse Dorsche in finnischen Gewässern finden, und VILLUMSEN (1901) beschreibt kurzmäulige Dorsche aus dänischen Gewässern. LUNDBECK (1928) und MARQUARD (1936) verweisen auf die Tatsache, daß diese Miß-



bildungen in der östlichen Ostsee bei der Verbreitungsgrenze des Dorsches häufiger auftreten. Hier herrscht für die Meeresfische ein geringer Salzgehalt und ein gewisser Nahrungsmangel. Zu ähnlichen Vorstellungen kommt KÄNDLER (1932). Er stellt eine Unsicherheit in der Bestimmung der Wirbelzahl infolge von Verwachsungserscheinungen fest. Dabei handelt es sich meistens nur um Wirbelverwachsungen an einer oder an

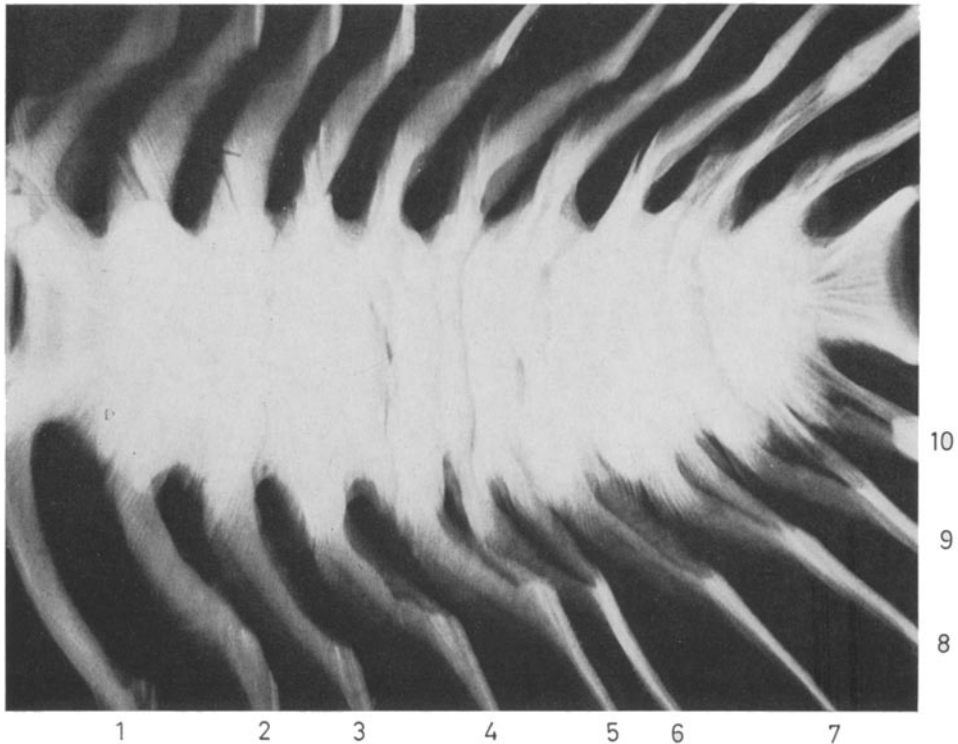


Abb. 6: Zehn miteinander verwachsene Wirbel beim Kabeljau. Die Zahl der Fortsätze (1–10) gibt die Zahl der Wirbel an

2 Stellen der Wirbelsäule. Von einer Wirbelverkürzung und von der Verwachsung größerer Wirbelgruppen ist in den Arbeiten nirgends die Rede. Trotzdem sind die Angaben von KÄNDLER über das Verhalten verschiedener Meeresfischarten im Vergleich von einiger Bedeutung. Zu dem Thema Wirbelverwachsungen macht KÄNDLER (1932) die in Tabelle 1 (p. 210) zusammengefaßten Angaben.

Was nun die Häufigkeit von Verkrüppelungen beim Kabeljau in Hochseefängen anlangt, so hat mir Dr. MOMBECk brieflich mitgeteilt, daß in der Nordsee und im Nordatlantik nach seinen Beobachtungen nur etwa 0,1 % der Tiere Mißbildungen aufweisen. Dabei werden keine genaueren Angaben gemacht, ob es sich um Verkrümmung oder Verkürzung der Wirbelsäule oder um Kopfmißbildungen handelt.

Herr Dr. LAMP vom Institut für Küsten- und Binnenfischerei, Hamburg, hat nach

Rückfragen bei Fischermeistern und nach eigenen Beobachtungen festgestellt, daß in der Gegend von Cuxhaven in dem letzten Jahrzehnt in den einzelnen Jahren die Mißbildungen zwischen 10 und 15 % betragen und daß im Höchstfall sogar 20 % verkrüppelte Fische auftraten.

Tabelle 1

Häufigkeit der Wirbelverwachsungen bei Scholle und Flunder  
(Nach Angaben von KÄNDLER 1932)

Art	Region	Wirbelverwachsungen
Scholle	südliche Nordsee	keine
	westliche Ostsee	3 ‰
	östliche Ostsee	19 ‰
Flunder	Unterelbe	3 ‰
	westliche Ostsee	3,5 ‰
	Oderbank	4 ‰
	Danziger Bucht	6 ‰

Daraus geht hervor, daß die Verkrüppelungen beim Kabeljau in der Nähe von Cuxhaven einen hohen Prozentsatz erreicht haben. Wir wollen nun die Frage aufwerfen, worauf dieses massenhafte Auftreten von Verkrüppelungen beim Kabeljau zurückzuführen ist. Seit Jahrzehnten werden von KÜHL (1964) und von KÜHL & MANN (1968) Untersuchungen über die Wasserbeschaffenheit und über die Tierwelt in der Unterelbe angestellt. Hier sollen die Verhältnisse nur vom Standpunkt der Fischereibiologie besprochen werden. Größere Fänge an Kabeljau werden bei Cuxhaven nur in den Wintermonaten getätigt. Nur dann kann dieser Fisch den geringen Salzgehalt an diesen Fangplätzen ertragen. Der Salzgehalt schwankte z. B. zwischen 8,5 ‰ und 20 ‰ im September 1956. Große Fischsterben traten in den Wintern 1959/60 und 1962/63 auf, da eine lange Eisbedeckung der Unterelbe den Sauerstoffaustausch mit der Wasseroberfläche verhinderte. Infolge des Einflusses von Abwässern und anderer Faktoren traten Sauerstoffmangel und  $\text{NH}_4$ -Bildung unter dem Eis auf. Wenn auch in vielen Jahren die Fische infolge der Abwässer nicht eingingen, so traten doch häufig Geschmacksbeeinflussungen durch organische Abwässer ein, welche die gefangenen Fische ungenießbar machten. Derartige Geschmacksbeeinträchtigungen werden insbesondere durch Öle, Phenole und deren Derivate hervorgerufen. Im März 1956 waren große Mengen von Maifischen und Stinten wegen Abwassergeschmack unverkäuflich. Wegen ihres schlechten Geschmacks sind Aale aus der Unterelbe auf dem Hamburger Markt besonders in wasserarmen Jahren nicht abzusetzen. Man ersieht aus diesen Angaben, daß die Verhältnisse für die Fischerei in der Unterelbe und offenbar auch im Meer bei Cuxhaven infolge der Abwässer sehr ungünstig werden.

Die Wahrscheinlichkeit besteht, daß auch bei den Mißbildungen der Wirbelsäule des Kabeljau chemische Schädigungen mitgewirkt haben könnten. In erster Linie würde man erwarten, daß die Verkrüppelungen schon bei jungen empfindlicheren Fischen auftreten. Durch Vermittlung von Herrn Dr. LAMP konnte ich kleine Kabeljau von 10–20 cm Länge aus den Krabbenbeifängen an der schleswig-holsteinischen Küste erhalten. Es wurden dann im Winter 1969 durch Vermittlung von Herrn Dr. BÜHRINGER, Hamburg, Fischzüge an den Fangplätzen bei Cuxhaven unternommen. Im

ganzen wurden 622 kleine Kabeljau gefangen und überprüft. Es war nur ein verkrümmter Fisch dabei, der wahrscheinlich die Wirbelsäule gebrochen hatte durch eine Beschädigung. Verkürzte kleine Fische fanden sich nicht. Die Verkrüppelungsrate bei diesen kleinen Fischen würde 0,16 % betragen. Ein Fisch mit Wirbelsäulenverkürzung konnte bei diesen Jungfischen bisher nicht gefunden werden. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß erst bei größeren Fischen diese Mißbildung auftritt, wenn die Wirbelsäule verknöchert.

Bisher galt die Wirbelsäulenverkürzung bei Fischen als eine erbliche Erscheinung (vgl. SCHÄFERNA 1923 und WUNDER 1949–1969). Wirbelsäulenverkrümmung wurde häufig als Folge einer Schädigung beobachtet (WUNDER 1969). Die Verhältnisse der Entstehung der Wirbelsäulenverkürzung beim Kabeljau müssen durch weitere Beobachtungen und auch durch Experimente geklärt werden. Es wäre zu prüfen, ob es sich dabei um Mißbildungen, verursacht durch chemische Einflüsse, handelt.

Die vorliegende Untersuchung hat die Aufgabe, auf die Erscheinung des gehäuft auftretens der Wirbelsäulenverkürzung zu verweisen und Anregungen zu geben für die weitere Erforschung dieser Mißbildung.

#### ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wird ein gehäuftes Vorkommen von Mißbildungen beim Kabeljau in der Nähe von Cuxhaven beschrieben. 10–15 %, in Höchstfällen sogar 20 % der gefangenen größeren Fische können eine Verkrüppelung des Körpers infolge von Wirbelsäulenverkürzung zeigen. Auch Kopfmißbildungen treten auf. Wie das Röntgenbild der Wirbelsäule zeigt, können  $\frac{2}{5}$  und im Höchstfall sogar bis zu  $\frac{4}{5}$  der Wirbel zusammengedrückt und miteinander verschmolzen sein. Es tritt eine Bewegungshemmung oder eine Versteifung ein. Die Fische bleiben im Wachstum zurück und sind beim Verkauf minderwertig.
2. An den Fangplätzen in der Nähe von Cuxhaven ist die Verbreitungsgrenze für den Kabeljau gegeben. Er kann den niedrigen Salzgehalt und seine großen Schwankungen nur im Winter vertragen. Verschmutzungen durch Abwässer kommen in der Unterelbe hinzu, die vielfach bei Niedrigwasser und Vereisung zu Sauerstoffmangel und Fischsterben führen. Auch können die Fische infolge der Abwässer ungenießbar werden.
3. Bei jungen Kabeljau von 10–20 cm Länge wurde die Mißbildung noch nicht beobachtet. Die Röntgenbilder und ihre photographische Vergrößerung geben einen guten Einblick in die Feinstruktur der Wirbel und ihre Verschmelzung. Zur Klärung der Entstehungsursache sind weitere Beobachtungen und Experimente notwendig.

*Danksagungen.* Für die Beschaffung von Fischmaterial danke ich vor allen Dingen Herrn Fischermeister OESMANN und Herrn Dr. BÜHRINGER, Hamburg. Die Zeichnungen der fixierten Fische wurden von Frau KRAUS, Nürnberg, angefertigt. Die Röntgenaufnahmen wurden als Übersichtsbilder bei Herrn Oberkonservator Dr. KEMMERER, Röntgenabteilung der Chirurgischen Universitäts-Klinik Erlangen, angefertigt. Die Spezialaufnahmen der Wirbelgruppen und Einzelwirbel fertigte Herr Prof. Dr. STÜRMER, Abteilungsleiter bei der Firma Siemens, an. Bei der Herstellung von Schnitten durch die Wirbelsäulen war behilflich Herr Prof. Dr. ERNST, Direktor des Mineralogischen Institutes Erlangen. Die photographischen Aufnahmen verdanke ich in erster Linie Herrn Dr. ZIEGELMEIER, List auf Sylt. Die vergrößerten Schwarzweiß-Bilder

der Wirbel hat Frl. Börs vom I. Zoologischen Institut in Erlangen angefertigt. Die schematischen Darstellungen über den Bau der Wirbelsäulen fertigte meine Frau an. Ich möchte allen Damen und Herren, die mir geholfen haben, auch an dieser Stelle recht herzlich danken.

## ZITIERTER LITERATUR

- FEDERLEY, H., 1907. Monströse torskar. Meddn Soc. Fauna Flora fenn. **34**, 68–74.
- KÄNDLER, R., 1932. Unsicherheiten bei Bestimmung der Wirbelzahl infolge Verwachsungserscheinungen. J. Cons. perm. int. Explor. Mer **7**, 373–385.
- KÜHL, H., 1964. Über die Schwankungen der abiotischen Faktoren in der Elbmündung bei Cuxhaven. Helgoländer wiss. Meeresunters. **10**, 202–216.
- & MANN, H., 1968. Biologische Bedeutung der Wasserführung eines Tideflusses. Gewäss. Abwäss. **47**, 41–60.
- LUNDBECK, J., 1928. Beobachtungen über Mißbildungen und Erkrankung von Dorschen an der ostpreußischen Küste. Z. Fisch. **26**, 458–472.
- MARQUARD, 1936. Kopfmißbildungen an Dorschen der Ostsee. Z. Fisch. **34**, 249–256.
- MIASKOWSKI, M., 1959. Variabilitätsstudien an der Wirbelsäule von Cypriniden. Arch. Fisch-Wiss. **10**, 31–52.
- OTTOW, B., 1954. Extrem ausgebildete Skoliosen der Rumpf-Schwanzregion der Wirbelsäule von Gadus. Z. Morph. Ökol. Tiere **43**, 113–123.
- PLATE, L., 1924. Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre. II. G. Fischer, Jena, 806 pp.
- SCHÄFERNA, K., 1923. Bemerkungen zu der Wirbelsäulenverkürzung der Fische und zu der Erbllichkeit dieser Erscheinung. Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol. **1**, 266–269.
- VILLUMSEN, E., 1901. Kortsnude torsk. Dansk FiskForen. MedlBl. **10**.
- WUNDER, W., 1931. Über erbliche Fehler beim Karpfen. Z. Fisch. **29**, 97–112.
- 1934. Beobachtungen über Knochenerweichungen und nachfolgende Wirbelsäulenverkrümmung beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Z. Fisch. **32**, 37–67.
- 1939. Die Hungerform und die Mastform des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.). Z. Morph. Ökol. Tiere **35**, 594–614.
- 1949a. Ein Fall von Wirbelsäulenverkürzung beim Hecht (*Esox lucius* L.). Arch. Hydrobiol. **42**, 470–473.
- 1949b. Wirbelsäulenverkürzung als rassebildendes Merkmal beim Aischgründer Karpfen. Wilhelm Roux Arch. EntwMech. Org. **144**, 1–24.
- 1955. Wirbelzahl und Wirbelform bei verschiedenen Karpfenstämmen. Zool. Anz. (Suppl. Bd) **18**, 213–229.
- 1961. Einfluß der Wirbelsäulenverkrümmung in der Lendengegend auf die Gestalt der Schwimmblase des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.). Z. Morph. Ökol. Tiere **50**, 266–280.
- 1966. Hochrückigkeit bei der Regenbogenforelle (*Salmo irideus* W. GIBB.) bedingt durch Wirbelsäulenverkürzung und gruppenweise Wirbelverschmelzung. Z. Morph. Ökol. Tiere **57**, 249–258.
- 1968a. Röntgenstudien über den Feinbau der Wirbel verschiedener Knochenfischarten. Zool. Anz. (Suppl. Bd.) **31**, 224–245.
- 1968b. Hochrückigkeit beim Aal (*Anguilla anguilla* L.) bedingt durch Wirbelsäulenverkürzung. Biol. Zbl. **87**, 325–331.
- 1969. Wirbelanalyse mit Hilfe von Röntgenstrahlen beim Aal (*Anguilla anguilla* L.) mit Wellenkrümmung der Wirbelsäule (Plekospondylie). Biol. Zbl. **88**, 611–627.
- & CAPELLER, E., 1953. Die verschiedene Ausbildung der Seitenlinie in der Rumpfgegend beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) und ihre Beziehung zur Ausbildung der Wirbelsäule. Zool. Anz. **150**, 139–151.

Anschrift des Autors: Prof. Dr. W. WUNDER  
I. Zoologisches Institut  
Universität Erlangen–Nürnberg  
852 Erlangen  
Universitätsstr. 19  
Bundesrepublik Deutschland