

© Münchner Ent. Ges., Download from The BHL <http://www.biodiversitylibrary.org/>; [www.biologiezentrum.at](http://www.biologiezentrum.at)

# VERÖFFENTLICHUNGEN

M.S. COMP. ZOOL.  
LIBRARY

der

## ZOOLOGISCHEN STAATSSAMMLUNG MÜNCHEN

JUN 15 1971  
HARVARD  
UNIVERSITY

**Vergleichende Untersuchungen  
über Wachstum und morphologische Eigenschaften  
von reinrassigen Karpfen (*Cyprinus carpio* L.)  
und Goldgiebeln (*Carassius auratus gibelio* (Bloch))  
sowie ihrer aus reziproken Kreuzungen  
hervorgegangenen Bastarde**

von

**Joseph A. Adumua-Bossmann und Günter Keiz**

Veröff. Zool. Staatssamml. München

Band 15

S. 203—307

München, 1. Okt. 1971



Aus dem Institut für Tierzucht der Technischen Hochschule München  
in Freising-Weihenstephan  
Direktor: o. Prof. Dr. O. A. Sommer

**Vergleichende Untersuchungen  
über Wachstum und morphologische Eigenschaften  
von reinrassigen Karpfen (*Cyprinus carpio* L.)  
und Goldgiebeln (*Carassius auratus gibelio* (Bloch))  
sowie ihrer aus reziproken Kreuzungen  
hervorgegangenen Bastarde**

von

**Joseph A. Adumua-Bossmann und Günter Keiz**

Veröff. Zool. Staatssamml. München

Band 15

S. 203—307

München, 1. Okt. 1971

## Den Opfern von »Kwashiorkor« gewidmet \*)

\*) Ein Wort aus der Ga-Sprache (Ghana). Dieser Ausdruck gilt heute als die international anerkannte Bezeichnung der in den Entwicklungsländern weitverbreiteten, von tierischem Eiweißmangel hervorgerufenen Kinderkrankheit, die sich durch Verfärbung der Haut und geschwollenen Bauch des Erkrankten ausprägt.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung und Zielsetzung . . . . .	207
2. Literaturbesprechung . . . . .	208
2.1. Allgemeines über Hybridisation im Tierreich . . . . .	208
2.2. Angewandte Hybridisation in der Landwirtschaft . . . . .	209
2.3. Ziel der Bastardisierung in der Fischerei . . . . .	210
2.4. Isolationsmechanismen bei Fischen . . . . .	211
2.5. Zusammenbruch der Isolationssschranke und Hybridisation . . . . .	216
2.5.1. Sterilität der Hybridfische . . . . .	217
2.5.2. Heterosiserscheinungen und Phänotyp bei Hybridfischen . . . . .	218
2.5.3. Intersexualität und Geschlechtsumwandlung bei Hybridfischen . . . . .	218
2.5.4. Abweichende Geschlechtsverhältnisse bei Hybridfischen . . . . .	219
2.5.5. Polyploidie bei Hybridfischen . . . . .	220
2.5.6. Sonstige Eigenschaften bei Hybridfischen . . . . .	220
2.6. Geschlechtsbestimmung und Fortpflanzung der Fische . . . . .	221
2.6.1. Hermaphroditismus bei Fischen . . . . .	223
2.6.2. Parthenogenese bei Fischen . . . . .	223
2.6.3. Fortpflanzung bei Giebel, Karausche und Karpfen . . . . .	224
3. Eigene Untersuchungen . . . . .	225
3.1. Material und Methodik . . . . .	226
3.2. Auswertungsverfahren . . . . .	236
3.3. Ergebnisse der Kreuzungsexperimente . . . . .	238
3.3.1. Befruchtungserfolg nach der künstlichen Besamung . . . . .	239
3.3.2. Morphologische Merkmale der erzeugten Nachkommenschaften . . . . .	242
3.3.2.1. Das Exterieur der erzeugten $F_1$ -Fische . . . . .	243
3.3.2.2. Das Interieur der erzeugten $F_1$ -Fische . . . . .	247
3.3.3. Vergleich und Gegenüberstellung der Meßergebnisse . . . . .	250
3.3.3.1. Allgemeine Voraussetzungen . . . . .	250
3.3.3.2. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1966 . . . . .	250
3.3.3.3. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1967 . . . . .	253
3.3.3.4. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968 . . . . .	262
3.3.3.5. Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968 . . . . .	263
3.3.3.6. Korrelationen von Körpermerkmalen der Versuchsgruppen . . . . .	268
3.3.3.6.1. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahre 1966, 1967 und 1968 . . . . .	268
3.3.3.6.2. Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968 . . . . .	271
3.3.4. Meristische Eigenschaften der Versuchsfische . . . . .	272
3.3.4.1. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahre 1966, 1967 und 1968 . . . . .	272
3.3.4.2. Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968 . . . . .	275
3.3.5. Fortpflanzungsfähigkeit der dreisömmerigen Hybriden . . . . .	277
4. Diskussion der Ergebnisse . . . . .	279
5. Zusammenfassung . . . . .	295
6. Literaturverzeichnis . . . . .	298
7. Anhang . . . . .	309



## 1. Einleitung und Zielsetzung

Fischzucht und Fischhaltung sind seit frühester Zeit eng mit der menschlichen Tätigkeit und Wirtschaft verbunden. Verglichen mit dem Fortschritt bei den übrigen landwirtschaftlichen Zweigen der Tierhaltung bleibt die Fischzucht jedoch weit zurück. Der Grund ist darin zu suchen, daß der Großteil des Speisefischfleisches aus dem Meere stammt und es sich hierbei um Fische handelt, deren züchterische Bearbeitung außerhalb des Meeres technisch und wirtschaftlich sehr schwer durchführbar ist.

Darüber hinaus erreicht der Verzehr von Fischfleisch lediglich 12,2 Prozent des gesamten Fleischkonsums der Welt (Heen u. Kreuzer 1962). Von diesem ohnehin niedrigen Anteil entfällt nur ein geringfügiger Prozentsatz auf die Binnenfischerei. Er beträgt (einschließlich der Teichfischerei) nur ca. 1,02 Prozent der Gesamtfleischversorgung der Welt (FAO 1967). Man darf dabei jedoch nicht übersehen, daß durch den Fischverzehr die Versorgung der Menschen mit tierischem Eiweiß erheblich erhöht und verbessert werden kann — vor allem gerade in den Ländern, in denen der Eiweißkonsum niedrig ist. Daraus erwächst die Forderung nach Erhöhung der Fischfleischversorgung. Diese kann nicht nur durch eine erweiterte und verbesserte Süßwasserfischhaltung, sondern auch durch die Entwicklung von Zuchtmethoden erreicht werden, die denen vergleichbar sind, die zur quantitativen und qualitativen Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutztierproduktion angewandt werden. Da dies — wie schon angedeutet — bei Meerestischen kaum möglich ist, ergibt sich die Notwendigkeit, die Fortschritte, die auf dem Gebiet der Nutztierzüchtung erzielt werden, auch für die Süßwasserfischerei nutzbar zu machen.

Um — angesichts der Schlüsselrolle, die die Bastardisierung bislang bei den landwirtschaftlichen Nutztieren gespielt hat — den Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit mit zu berücksichtigen, erhebt sich die Forderung, die Frage der Bastardisierung in der Teichwirtschaft näher zu untersuchen. Im einzelnen sind dabei folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- a) Fortpflanzungsfähigkeit der bei den Kreuzungen entstandenen Nachkommen;
- b) Wachstumsgeschwindigkeit der Bastarde im Vergleich zu den gleichaltrigen Nachkommen jeder der reinrassigen Ausgangsarten;
- c) Formeigentümlichkeiten der erzeugten Bastardstämme und die Zusammenhänge zwischen den Veränderungen des Fischkörpers und dem Fleischansatz bzw. Veredelung eines Teichfisches;
- d) Zählbare morphologische Eigenschaften der Versuchstiere.

Für die vorliegenden Bastardierungsuntersuchungen wurden hauptsächlich Goldgibel (Goldfisch) sowie andere Farbexemplare des Giebels (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]), ferner Karauschen (*Carassius carassius* L.) mit den eng verwandten Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) gekreuzt. Damit sollte u. a. versucht werden, zu ermitteln, ob die für *Carassius auratus*

*gibelio* (Bloch) oft postulierte Gynogenese tatsächlich bei dieser Art allgemein auftritt.

## 2. Literaturbesprechung

### 2.1. Allgemeines über Hybridisation im Tierreich

Daß im Tierreich Artbastarde vorkommen, unterliegt keinem Zweifel. Angefangen von den Wirbellosen bis zu den höchsten Stufen der Wirbeltiere treten häufig Bastarde auf, und zwar sowohl in der Natur als auch bei wissenschaftlichen Versuchen, worüber u. a. folgende Autoren berichten: Dobzhansky (1939), Franz (1928), Hertwig (1936), Menzbier (1884), Patterson u. Stone (1952).

In zwei Bänden der Zeitschrift „Zoologischer Garten“ (Bd. 10 und 32) wurden bereits 1869 und 1891 Hybriden aufgeführt, die teilweise in der Natur gefunden wurden, teilweise das Produkt künstlicher Kreuzungsversuche waren.

Allgemein wird von den verschiedensten Autoren die Ansicht vertreten, daß die in der Natur vorkommenden Bastarde meistens durch irgendwelche Störungen der herrschenden Naturbedingungen entstanden sind. Hingegen wurden die künstlichen Bastardierungen entweder zum Zweck der Akklimatisation in zoologischen Gärten oder zur Entwicklung von neuen Zuchtrassen vorgenommen.

Noch heute ist die Evolutionär-Signifikanz der Hybridisation häufig umstritten. Auf diese Kontroverse sei kurz verwiesen: Lotsy (1916) widmete ein Werk Charles Darwin (1809—1882), in dem er die Meinung vertrat, daß sowohl die Pflanzen als auch die Tiere ihre Entstehung der Hybridisation verdanken. Zu dieser Extremthese nahmen andere Wissenschaftler Stellung. So vertrat Mayr (1967) die gegenteilige Auffassung. Er hält die Isolationsmechanismen vor allem bei den Wirbeltieren für so wirksam, daß die Hybridisation zwar nicht völlig ausgeschlossen ist, aber nur eine geringfügige Rolle in der Evolution der Tiere spielt. Zwischen diesen beiden Extremen bewegen sich die Ansichten einer Reihe anderer Autoren. Silbey (1959) erkannte der Hybridisation Bedeutung für die Evolution zumindest einiger Vögel zu. White (1954) läßt die Möglichkeit offen, daß die Hybridisation einen im allgemeinen nicht unwesentlichen Beitrag zur Evolution geleistet hat.

Auch diejenigen Verfasser, die entweder die Parthenogenese (Suomala 1950) oder die Polyploidie (Kupka 1947, Suomala 1958, Svärdson 1945/1962) bei den Tieren beschrieben haben, verwiesen auf eventuelle evolutionäre Einflüsse der Hybridisation. Darauf deutet auch das häufige Vorkommen von „Hybridswarms“ — etwa natürlicher Hybrid-



populationen — bei Fischen und auch Vögeln hin (Blair 1951, Hubbs (Carl) 1955, Hubbs u. Delco 1960, Hubbs u. Strawn 1956, Johnsgard 1960, Knauth 1902, Meise 1936, Silbey 1954/1959). Dies legt die Vermutung nahe, daß einige Fisch- bzw. Vogelarten ihre Entstehung der Hybridisation verdanken.

Eine ganz andere Auffassung vertritt jedoch Volpe (1960), nämlich, daß die in der Natur entstandenen lebensunfähigen Krötenhybriden die Fortpflanzung der betreffenden Arten nicht unwesentlich beeinträchtigten, da bei ihrer Paarung mit fertilen artreinen Individuen ein Verlust von Spermata und Eiern für die Arterhaltung entsteht. Das Aussterben einer Art könnte also durch solche Hybridisation in der Natur hervorgerufen werden.

Da aber fast alle diese divergierenden Meinungen weder bedingungslos zu bejahen noch völlig abzulehnen sind, wird die Kontroverse in absehbarer Zeit zweifellos fortgesetzt werden.

## 2.2. Angewandte Hybridisation in der Landwirtschaft

In bezug auf das Ziel dieser Arbeit kann die Frage offenbleiben, ob die ursprünglichen Rassen der heutigen Nutztiere — ähnlich wie die der Nutzpflanzen — durch Hybridisation entstanden sind.

In landwirtschaftlichen Fachbüchern wird oft die Ansicht vertreten, daß die Urrassen der Nutztiere ihre Existenz der Bastardisierung verdanken. Im Gegensatz hierzu meinte Mayr (1967), daß z. B. alle Zuchtrassen des Haushuhnes von *Gallus gallus* stammen. Auch leiten sich nach Mayr (1967) Schafe, Ziegen, Schweine und Esel jeweils von einer einzigen Ahnenart ab. Beim Hausrind nimmt er eine wiederholte, jeweils voneinander unabhängige Domestikation von *Bos taurus* und *Bos javanicus* (banteng) an.

Unbestritten ist jedoch die Tatsache, daß die Hybridisation heute in der Tierzucht in zunehmendem Maße angewandt wird. Am eindrucksvollsten ist dies zweifellos in der Geflügelzüchtung. Hierbei werden Kreuzungen von solcher Komplexität durchgeführt, daß die Tätigkeit eines zuständigen Genetikers bei den meisten Großfirmen unentbehrlich erscheint. Bei der Rinderzucht sind Gebrauchskreuzungen zwischen Milchvieh und Fleischerassen alltäglich. Erwähnenswert sind auch die Gebrauchskreuzungen zwischen „Shorthorn“ und verschiedenen Zebu-Rassen, die — vor allem in den USA — dem Zweck der Akklimatisation dienen. Man züchtet das „Brahman“ aus einer Kreuzung zwischen indischem „Zebu“ und „Shorthorn“, „Santa Gertrüdis“ aus „Brahman“ und „Shorthorn“ sowie „Bran-gus“ aus „Brahman“ und „Aberdeen Angus“. Auch verschiedene Kreuzungen zwischen Rind und Bison (*Bison americanus*) werden in Kanada vorgenommen, um Rassen mit entsprechender Kälteresistenz zu erhalten (Yeates 1965).

Die Schafehaltung in Großbritannien beruht z. B. auf einem System der Stratifikation, wobei zähe Gebirgsrassen wie „Scottish Blackface“ zuerst mit einer Hochlandrasse wie „Border Leicester“ und schließlich mit einer Flachlandrasse wie „Suffolk“ oder „Oxford“ gekreuzt werden, um die erforderliche Fleischqualität zu erreichen. In ähnlicher Weise gründet sich die moderne Rinderhaltung in Kenia auch teilweise auf dieses System der stufenweisen Kreuzungen zwischen Hoch- und Flachlandrassen.

Darüber hinaus muß man bedenken, daß die Veredelung der heutigen landwirtschaftlichen Nutztiere selbst durch Bastardisierung im 19. Jahrhundert zustandekam. Ferner, daß in vielen Ländern wie z. B. Argentinien, Australien, Neuseeland, die heimischen Rassen durch Kreuzungen mit europäischen Zuchtviehrassen wie „Shorthorn“, „Schwarbunt“, „Large White“ und Merinoschaf veredelt wurden. Die Produktion von Fleisch bzw. Milch und Wolle erhöhte sich dadurch erheblich. Daraus ersieht man die Bedeutung der intra- sowie interspezifischen Hybridisation in der Tierzucht (Hammond u. a. 1961).

### 2.3. Ziel der Bastardisierung in der Fischerei

Die Bestrebungen, die Bastardisierung für die Zucht von Süßwasserfischen nutzbar zu machen, sind etwa die gleichen wie bei anderen Nutztieren. Hybridisation ist lediglich bei Teichfischen weniger erforscht und wurde mit dementsprechend geringerem Erfolg eingesetzt.

Wie bei den übrigen landwirtschaftlichen Nutztieren sind die Kreuzungen zum überwiegenden Teil auf Erreichung von Wachstums- sowie Anpassungsheterosis eingestellt. Auf ökonomischer Basis betrachtet, sind allerdings die Erfolge der Wachstumsheterosis bei Fischen sehr spärlich, denn die im allgemeinen größere Zähigkeit der Fischhybriden scheint in den meisten Fällen ein geringer Ersatz für das schnellere Wachstum einer in der Regel größeren Elternart zu sein (Crossman u. Buss 1965, Fishelson u. Popper 1966, Fischer 1880, Laviya u. Fishelson 1967, Lieder 1954/1957, Keiz 1954, Kirpitschnikow 1961, Schäperclaus 1953, Skora 1962/1965/1968). Die Züchtung von hochwertigen Rassen durch Kreuzungen, die schon 1925 von Berndt sowie von Hickling (1960) und Lieder (1954) gefordert wurde, ist wirtschaftlich wenig beachtet worden. Das hat zum Teil seinen Grund darin, daß auf diesem Gebiet noch nicht hinreichend experimentell gearbeitet worden ist.

Die Hybridisation als Faktor der Besatzregelung von Fischbeständen aufgrund der Häufigkeit der Hybridsterilität wurde ebenfalls nur vereinzelt kommerziell genutzt, z. B. in Malacca auf Malaysia (Hickling 1960). Aber selbst die fischwirtschaftliche Nutzung des Sterilitätsphänomens in größerem Rahmen kann nur mit äußerster Vorsicht erfolgen, wie später bei der Diskussion noch angeführt wird.

Bei der Untersuchung der Mechanismen der Geschlechtsbestimmung der

Wirbeltiere hat sich die Methode mit Farbgenen — die u. a. Breider (1936), Gordon (1957), Kosswig u. Mitarbeiter (1920/1953) bei ihren Hybridkreuzungen anwandten — gut bewährt.

Aufgrund der taxonomischen Systematik haben neuerdings Tsuyuki u. Roberts (1965) neue Möglichkeiten für die Hybridisation der Fische aufgezeigt, die auf den phylogenetischen Beziehungen zwischen den Arten beruhen. Durch elektrophoretische Untersuchungen der Spezifität des Muskeleiweißes gelang es ihnen, z. B. *Lepomis euryorus* McKay — bislang als eine eigene Art betrachtet — als einen Bastard von *Lepomis cyanellus* Raf. und *L. gibbosus* L. nachzuweisen.

Die Frage, ob die Möglichkeiten der Hybridisation bei Fischen trotz der bisherigen geringen Anwendung in der Praxis eine Zukunft haben, sei der Schlußdiskussion vorbehalten.

Die Haupthindernisse, die sowohl bei Fischen als auch bei anderen Tieren den Kreuzungen von Arten — ja selbst nahverwandten Rassen — entgegenstehen, sind die Isolationsmechanismen, die im folgenden behandelt werden.

## 2.4. Isolationsmechanismen bei Fischen

Hier sollen die Schranken behandelt werden, die bei Bastardisierungen mit nahestehenden Arten oder sogar Rassen der eigenen Art zu überwinden sind, und zwar vor allem bei Fischen. Im Grunde sind diese Mechanismen eine Art Abwehrreaktion, um Kreuzungen mit anderen Arten und sogar Rassen zu verhindern. Ganz allgemein können solche Isolationsmechanismen in zwei Stufen auftreten, und zwar als vorgametische oder nachgame-tische Isolation. Die vorgametischen Isolationsmechanismen verhüten die Kopulation oder auch jeglichen Kontakt zwischen den Arten. Kommt die Kopulation zwischen den Arten bzw. Rassen jedoch zustande, so treten die nachgametischen Isolationsmechanismen in Funktion, um eine Weiterentwicklung zum Stillstand zu bringen. Die vorgametischen Isolationsmechanismen lassen sich unterteilen in geographische bzw. ökologische Isolation, in ethologische Isolation, d. h. Isolation durch Verhaltensweise, und in mechanische (physische) Isolation.

### Vorgametische Isolationsmechanismen

#### I. Geographische bzw. ökologische Isolationsmechanismen

Unter geographischen bzw. ökologischen Isolationsmechanismen faßt man alle diejenigen Faktoren zusammen, die eine Vervielfältigung der Arten verhindern und die verschiedenen Arten einer Familie räumlich trennen und so in unterschiedlichen geographischen Zonen voneinander isolieren. Solche geographischen Isolationen treffen wir z. B. innerhalb der Fa-

milie der Salmonidae und Esocidae: So kamen *Salvelinus fontinalis* Mitch., *Salmo iridius* Gib., *Oncorhynchus* ssp. sowie *Esox americanus* und *Esox masquinongy* nur in Nordamerika vor. Erst nach Einführung des Bachsaiblings (1884) und der Regenbogenforelle (1880) nach Europa haben sie sich in mitteleuropäischen Gewässern eingebürgert (Ahrens 1919, Sterba 1959).

Auch ohne eine solche räumliche Trennung über weite Entfernungen hinweg werden öfters auf engem Raum ökologische Faktoren wirksam, die die einzelnen Arten innerhalb des gleichen Gewässers voneinander isolieren. So berichtet eine Reihe von Autoren über verschiedene Ökotypen, die sich unter den Fischen jeweils des gleichen Sees herausgebildet haben. Diese Erscheinung wurde von Lowe (1947) in afrikanischen Seen, von Myers (1960) in Seen auf den Philippinen, von Steinmann (1962) in schweizerischen, von Svärdson (1962) in skandinavischen Seen festgestellt. Ferner beschrieb Nümann (1947) eine Forellenart (*Salmo carpio*), die nur im Gardasee vorkommt. Miller (1950) stellt eine Art aus der Familie der Cyprinodontiden fest, die sich in einem bestimmten, winzigen Quellwasser isoliert hat. Selbst die Salinität eines Gewässers kann als Isolationsmechanismus in Erscheinung treten: Huet (1947), Leiner (1934) beobachteten keine Hybridisation sowohl zwischen den im Meer wie im Süßwasser vorkommenden Stichlingen unter Versuchsbedingungen.

Auch dort, wo ein Verbreitungsgebiet zwei Arten nebeneinander ohne scharfe Trennung beherbergt, können die unterschiedlichen Laichzeiten der betreffenden Arten eine gemeinsame Fortpflanzung ausschalten. Dies ist nach Gordon (1947) beim lebendgebärenden Schwerträger (*Xiphophorus helleri*) und Spiegelkärpfling (*Xiphophorus maculatus*) der Fall: Zu dem Zeitpunkt, zu dem die Schwerträger mit dem Hochwasser der Regenzeit in den Lebensraum des Spiegelkärpflings eindringen, sind die Weibchen beider Arten von Männchen ihrer eigenen Art bereits begattet und besamt worden.

Cuenot (1933) sowie Plate (1913) berichten über Fälle bei zwei verschiedenen Tierarten, bei denen zeitliche und ökologische Segregation zusammenwirken. Bei den Tintenfischen, Gattung *Sepia*, laicht die eine Art im Februar im Küstengebiet, während die andere Art im Frühwinter und in größeren Tiefen sich fortpflanzt. Nach Plate (1913) sind zwei *Coregonus*-Rassen nicht nur durch die geographische Lage der Standorte, sondern auch durch die Fortpflanzungszeit getrennt, denn im Bodensee laicht der Kilch (*Coregonus acronius* Rapp.) im September bis Oktober, im Ammersee dagegen der Kilch im Juni bis Juli (Schindler, 1968).

Kommt es aber trotz dieser Faktoren der geographischen Isolation zur Miscegnation, so bestehen noch andere Mechanismen zur Verhinderung der Hybridisation der Arten.

## II. Ethologische Isolationsmechanismen

Die ethologische Segregation, die am wenigsten auffällige Isolations-schranke, ist eigenartigerweise aber eine der stärksten in bezug auf die Trennung der Arten. Sie beruht auf dem sozialen Verhalten einer Gruppe. Bei Fischen im besonderen und Tieren im allgemeinen sind die ethologischen Unterschiede während der Fortpflanzungszeit am deutlichsten ausgeprägt (Keenleyside 1955). Die Faktoren, die zu solch unterschiedlicher Verhaltensweise führen, sind mannigfaltig. Es sind dies u. a. Größe, Farbe, Synchronisation des Balzverhaltens, Nestbaumaterial, Sozialhierarchie, Wechselwirkung zwischen Aggressivität und Unterwürfigkeit, sogar eine Art Eheschließung (Breder 1936, Clark u. a. 1954, Haskins u. Haskins 1949, Hubbs u. Delco 1960, Noble 1934, Myrberg 1965, Raney 1940, Tavalga 1954, Zijlstra u. a. 1965).

Die Kompliziertheit der verschiedenen Verhaltensweisen bewirkt, daß selbst bei arteigenen Paarungen jeder Verstoß gegen die Paarungsinstinkte, jede Ungeschicklichkeit, Unentschlossenheit oder unnötige Verzögerung eine erfolgreiche Paarung beeinträchtigt. Dadurch sind die art- bzw. rasenfremden Fische mit abweichendem Paarungsverhalten bei der Partnerwahl erheblich benachteiligt, und deshalb kann es nicht zur Paarung der artfremden Partner des gleichen Gewässers kommen.

## III. Mechanische (physische) Isolationsmechanismen

Als ein Extremfall solcher physischer Trennung ist vielleicht die Unmöglichkeit einer Kreuzung zwischen einem viviparenden und oviparenden Fisch anzusehen. Es gibt aber auch feinere physische Schranken (Sengün 1949), die die Arten voneinander isolieren. Kosswig u. Sengün (1945) beschreiben Arten der viviparen Jenynsiidae: Die Männchen dieser Familie bewegen die Gonopodien nicht nach vorne wie die verwandten Poeciliidae, sondern entweder nach links oder nach rechts. Dementsprechend befindet sich bei den weiblichen der betreffenden Jenynsiidae-Arten die Geschlechtsöffnung entweder auf der rechten oder auf der linken Seite. Es kommt deshalb innerhalb der gleichen Familie eine Paarung nur zwischen Männchen und Weibchen vor, bei denen Richtung der Gonopodien und Lage der Geschlechtsöffnung aufeinander abgestimmt sind.

In ähnlicher Weise wirkt die unterschiedliche Länge der Gonopodien als physischer Isolationsmechanismus zwischen den Arten der Unterordnung Cyprinodontoidei, wie Rosen u. Gordon (1950) ausführen (siehe Abb. 1).

Auch bei den Oviparen verhindern Modifikationen der Besamungsvorgänge Kreuzungen mit artfremden Partnern in der Natur. In diesem Zusammenhang ist die Besamung von *Tilapia macrochir* zu nennen, einer afrikanischen Art der Familie Cichlidae, die Wickler (1965) beschreibt.

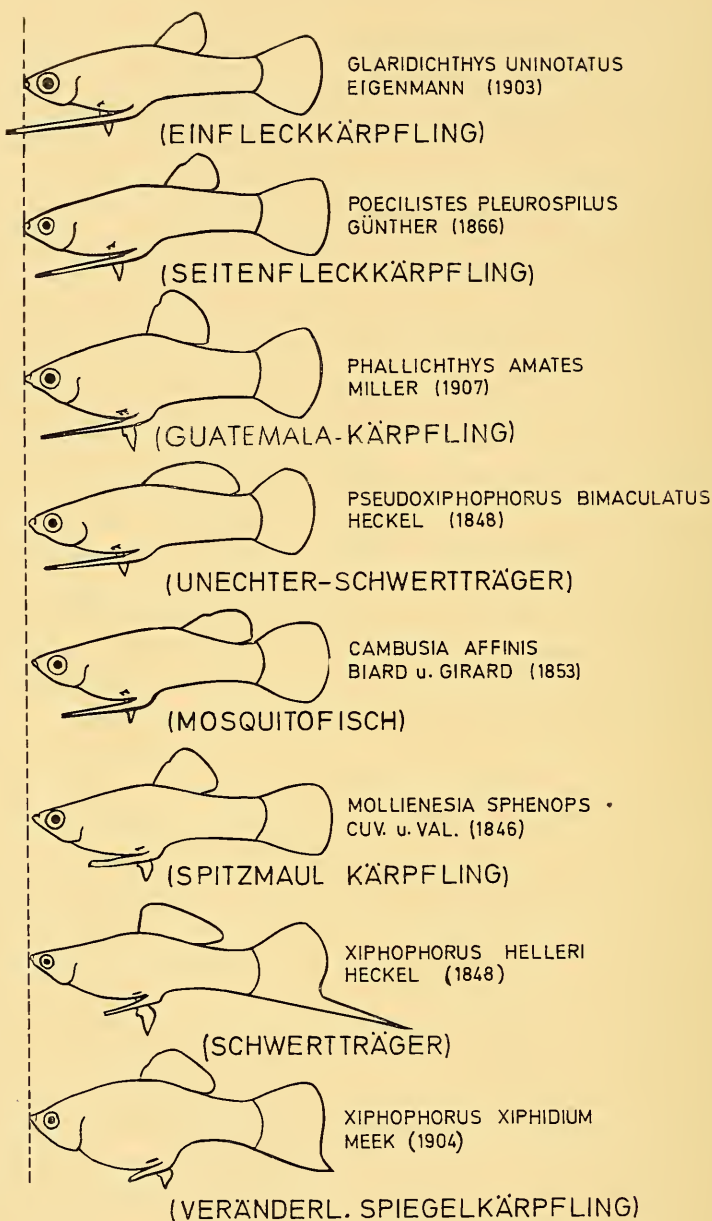


Abb. 1: Darstellung der Länge der Gonopodien bei Poeciliiden.  
 (Rosen und Gordon, Zoologica 38, 1953)

Das Weibchen nimmt die abgelegten Eier zusammen mit der Spermato-  
 phore des Männchens in die Mundhöhle auf, wo die Besamung erfolgt. Dier  
 ser artspezifische Besamungsvorgang wirkt als Isolationsschranke.

Fehlen aber auch solche physischen Hindernisse, so daß die Fische zweier  
 verschiedener Arten bzw. Rassen zur Paarung bzw. Kopulation gelan-

gen, so entsteht nicht unbedingt ein Hybridfisch, denn — wie schon erwähnt — treten in diesem Fall eine Reihe von Mechanismen als nachgametische Isolationsfaktoren in Funktion, wie u. a. I. Gametische Isolation, II. Zygotische Mortalität, III. Bastardschwäche, IV. Bastardsterilität.

## Nachgametische Isolationsmechanismen

### I. Gametische Isolationsmechanismen

Hubbs (Carl) 1955 sowie Hubbs (Clark) 1958/1962 wiesen auf die vor allem bei oviparen Fischen im Gegensatz zu den Landtieren erhöhte Gefahr hin, daß durch umherschwimmende Spermien frei abgelegte Eier besamt werden. Es sind deshalb besondere Isolationsfaktoren nötig, um die Besamung durch artfremde Gameten zu verhüten bzw. — falls doch eine Befruchtung erfolgte — eine Weiterentwicklung zu unterbinden. Isolatorisch wirkt die kurzzeitige Beweglichkeit sowie Befruchtungsfähigkeit von freischwimmendem Sperma (bei heimischen Karpfen wenige Minuten, bei Forellen ca. 1 Minute) sowie der schneller erfolgende Verschuß der Mikropyle der Eier durch Quellungsvorgänge im Wasser. Hinzu kommt die Überlegenheit der homospezifischen Spermien über die heterospezifischen im gegebenen Falle (Clark 1950/1953, Hubbs (Clark) 1960, Hubbs (L. A.) u. Strawn 1956, Lindroth 1947), wodurch eine beliebige Vermischung von Eiern und artfremdem Sperma von sympatrischen Arten vermieden wird. Darüber hinaus verwies Schmalhausen (1949) auf eine in bestimmten Fällen zwischen artfremden Gameten auftretende biochemische Unverträglichkeit. Ferner vertreten eine Reihe von Untersuchern die Ansicht, daß die artbedingte Größe der Samenfäden und der Mikropyle eine Befruchtung der Eier kleiner Arten mit dem Sperma größerer verhindert (Alm 1954, Day 1882, Suzuki 1965).

### II. Zygotische Isolationsmechanismen

Dringt Sperma trotz aller Hindernisse in artfremde Eier ein, so muß es auch dann nicht unbedingt zu einer erfolgreichen Befruchtung kommen, denn disharmonische Interaktionen des Kernplasmas (Hubbs (Clark) 1968, Loebl 1912, Newman 1915) könnten die Mortalität der Zygoten hervorrufen.

### III. Hybridschwäche bzw. Lebensunfähigkeit als Isolationsmechanismus

Überspringen die artfremden Gameten auch die zuletzt genannte Hürde, und die Befruchtung erfolgt dennoch, so tritt die herabgesetzte Lebenschance mancher Hybriden hemmend in Erscheinung und beeinträchtigt die

normale Entwicklung der jungen Bastarde (Clark 1950, Probst 1950/1953).

#### IV. Hybridsterilität als Isolationsmechanismus

Versagten alle oben erwähnten Mechanismen, so daß lebensfähige Hybriden sich entwickeln konnten, so wirkt die oft beschriebene Sterilität der Hybriden als letzte Isolationssschranke der Vervielfältigung der Arten entgegen (Breider 1934, Dobzhansky 1936/1939, Hertwig 1936, Karbe 1961, Kosswig u. Mitarbeiter 1930—1953).

#### 2.5. Zusammenbruch der Isolationssschranke und Hybridisation

Keiner der oben beschriebenen Isolationsmechanismen erwies sich als der eindeutig stärkste. Wie Robson u. Roberts (1936) darlegen, müssen sich zwei, drei oder mehrere Faktoren ergänzen, um eine wirkungsvolle Isolationsbarriere aufzurichten. Allerdings reicht auch ein solches komplexes Zusammenwirken der isolierenden Faktoren nicht aus, um die Bastardisierung völlig auszuschalten. Es bestehen Lücken in diesem Abwehrsystem, so daß bei Fischen und auch anderen Tieren die naturbedingten Isolationssschranken umgangen werden können und folglich die Miscegenation der Arten eingeleitet wird. Zu solchen Zusammenbrüchen der Abwehrmechanismen kommt es öfters nach unnatürlicher Störung der Umwelt, sei es durch den Bau eines Staudammes, die Ableitung eines Flusses oder durch künstliche Verpflanzung von Arten. Solche Ereignisse machen geographische Grenzen unwirksam, sogar das streng isolierende Balzverhalten büßt im Aquarium seine Effektivität ein (Hubbs u. Miller 1943, Hubbs u. Strawn 1957).

In bezug auf Überwindung geographischer Segregation ist die Kreuzung zwischen dem in Amerika beheimateten Bachsaibling (*Salvelinus fontinalis* Mitch.) mit der europäischen Bachforelle (*Salmo trutta* forma *fario*) zu erwähnen (Ahrens 1919). Gleichfalls stellen die Kreuzungen von in Aquarien gehaltenen Populationen der verschiedenen Cyprinodontidae sowie Cichlidae — die sonst in der Natur nicht vorkommen — eine Ausschaltung der Wirksamkeit der ethologischen Isolation dar (Askiray 1952, Breistowsky u. Peters 1941, Breider 1931/1936, Gerschler 1914, Heinrich 1967, Kosswig u. a. 1930—1953).

Schließlich könnten die Hunderte von Angaben über normale fertile Fischbastarde, die sich u. a. bei Crossman u. Buss (1965), Kosswig (1952), Kosswig u. Sengün (1949), Lagler u. Steinmetz (1957), Slastenenko (1957), Villwock (1958) und Welykochatjko (1930) finden, als völlige Beseitigung aller Schranken betrachtet werden.



Dennoch sind normale Fischhybriden\* als Ausnahme zu betrachten. Vielmehr treten im allgemeinen an Bastarden und in Hybridpopulationen Erscheinungen auf, die typisch für Bastarde sind und vom normalen biologischen Bild abweichen wie nachstehend ausgeführt.

### 2.5.1. Sterilität der Hybridfische

Über die herabgesetzte oder fehlende Fortpflanzungsfähigkeit von Hybriden ist oft berichtet worden, so daß sie fast als Synonym zum Begriff der Hybridisation angesehen wird. Obwohl erwiesen ist, daß selbst bei den bekanntesten Tierhybriden (Maultier und Maulesel) fertile Hybriden vorkommen (Cavazza 1931 zt. Hertwig 1936).

Um die Ursache der Sterilitäterscheinung der Bastarde aufzuzeigen, werden die Veröffentlichungen über andere Tiere herangezogen. Vor allem die Arbeiten über *Drosophila*, über die nicht nur auf dem Gebiet der Genetik, sondern auch in bezug auf Hybridsterilität die meisten Untersuchungen vorliegen.

Federley (1913) stellte in seiner Pionierarbeit fest, daß die Kreuzungssterilität hauptsächlich auf dem Fehlen der Chromosomenpaarung bei der Meiose beruht. Zu mit Federley (1913) übereinstimmenden Ergebnissen gelangten u. a. Gordon u. Rosen (1953) bei Poeciliiden-Hybriden, Navashin (1928/1934) bei *Drosophila* und Svärdson (1961) bei Coregonen-Bastarden. Dobzhansky (1939) widerlegt jedoch (nach Untersuchung von *Drosophila*-Hybriden) die Allgemeingültigkeit der erstmals von Federley (1913) aufgestellten Behauptungen, da er den Beweis führen konnte, daß trotz vollständiger Chromosomenpaarung Kreuzungssterilität bei *Drosophila*-Hybriden in einigen Fällen auftrat. Villwock (1958) fügte sogar eine weitere Dimension der Sterilität hinzu, da er funktionelle Sterilität auch nach ungestörter Chromosomenpaarung bei histologisch fertilen Zahnkarpfen-Hybriden nachwies. Unabhängig von den obigen Thesen wurden u. a. auch folgende Erklärungen der Kreuzungssterilität gegeben: Dobzhansky (1939) betrachtet die Intersexualität als eine Ursache, Dobzhansky u. Boche (1934) geben die Triploidie von Hybriden als Grund der Sterilität an. Dobzhansky u. Tan (1936) führen die Sterilität der Rassenhybriden von *Drosophila pseudoobscura* auf „sex-linked“ Letal- sowie Sterilitätsgene zurück. Hingegen bringen Caspari u. Watson (1959) die Sterilität aufgrund der durch Hybridisation von *Drosophila texana*  $\times$  *D. montana* gewonnenen Ergebnisse mit den Interaktionen zwischen Hybridcytoplasma und den Chromosomen der beteiligten Arten in Zusammenhang, während Lavan (1957) die Ansicht vertritt, daß sie durch rein cytoplasmische Inkompatibilität verursacht ist. Stern (1936) leitet Sterilität ebenfalls von plasmatisch-äußerkaryotischen Faktoren her.

\*) siehe Erläuterung Kapitel 3.1.

### 2.5.2. Heterosierscheinung und Phänotyp bei Hybridfischen

Durch das relativ häufige Vorkommen von natürlichen Hybriden gewinnt man ein klares Bild von der Wahrhaftigkeit der eigenartigen Sonderstellung, die sie einnehmen. In den frühesten wissenschaftlichen Beschreibungen von Fischbastarden (Benecke 1884, Day 1882, Günther 1889, Jäckel 1866, Knauthe 1894, v. Siebold 1863) stößt man immer wieder auf ein Erscheinungsbild der Hybriden, das etwa einer Vermischung der Eigenschaften der Ausgangsarten entspricht. Diese Intermediärstellung läßt sich mathematisch dadurch verdeutlichen, daß man die eine Elternart mit der Indexzahl 1, die andere mit 100 bezeichnet. Für eine Reihe von Merkmalen des Hybrids ergeben sich dann Vergleichszahlen, die nicht wesentlich von 50 abweichen (Bailey u. Lagler 1935, Hubbs u. Kuronuma 1941, Hubbs u. Lagler 1947, Hubbs u. Strawn 1957). Dieses mathematisch-theoretische Modell wird aber in der Natur nicht immer bestätigt. Es kommen nämlich auch Fischhybriden vor, bei denen die Merkmale der einen bzw. der anderen Elternart überwiegen. Von dieser Tatsache leitet Peters (1941) die Bezeichnungen „Vaterfamilie“ bzw. „Mutterfamilie“ her, während er bei hauptsächlich intermediären Merkmalen von „Elternfamilie“ spricht.

Unter „Heterosis“ oder „Hybrid-Vigour“ versteht man ein von den Elternteilen abweichendes Erscheinungsbild, und zwar sind die Hybriden ihren Eltern überlegen — sei es hinsichtlich Größe oder Qualität der Merkmale. Bei Fischen äußert sich der „Heterosiseffekt“ weniger im Wachstum als in anderen Merkmalen. So stellt Heinrich (1967) Besamungsheterosis bei Hybridmännchen eines Cichlidenbastardes fest. Nikoljukin (1935), Keiz (1954) hingegen berichten über Resistenzheterosis bei Cypriniden-Hybriden. Über Wachstumsheterosis liegen Berichte vor u. a. von Alm (1954) bei Salmoniden, Geyer (1937) bei Cypriniden, Hubbs (Carl) u. Hubbs (L. C.) 1932/1933 bei Centrarchiden, Hubbs (Clark) 1947 sowie Kosswig u. Sengün (1945) bei Cyprinodontiden.

### 2.5.3. Intersexualität und Geschlechtsumwandlung bei Hybridfischen

Nicht minder bedeutend als die obengenannten Eigenschaften der Hybriden ist das Auftreten von Anormalität der Hybridgonaden. Leider sind die Bezeichnungen solcher Anormalitäten so uneinheitlich, daß eine Verdeutlichung der verschiedenen Begriffe erforderlich ist. Bisher wurden Hermaphroditismus, Intersexualität, Zwitterigkeit sowie Gynadromorphismus abwechselnd und willkürlich für verschiedenartige Erscheinungen verwendet. Dies veranlaßte Reinboth (1962/1963/1967) dazu, zwei Bezeichnungen anzuführen, nämlich

- a) „Simultanhermaphroditismus“ für die Fälle, in denen einwandfrei funktioneller Hermaphroditismus vorliegt, und

b) „Bisexualität“, wenn lediglich morphologische Zweigeschlechtlichkeit der Gonaden ersichtlich ist.

Eine andere Art der Gliederung gibt Goldschmidt (1937); er teilt Bisexualität folgendermaßen ein: in

- a) „Transitorische Intersexualität“, bei der genetische Männchen vorübergehend eine weibliche Phase durchlaufen, was der „Amphisexualität“ nach Reinboth (1962) entspricht, und in
- b) „Adulthermaphroditismus“ der genetischen Weibchen, die sich auch im erwachsenen Zustand noch in Männchen umwandeln. Dieser „Adulthermaphroditismus“ deckt sich weitgehend mit der „Protandrie“, die Reinboth (1963) bei der Familie Sparidae festgestellt hat.

Ferner ermittelte Reinboth (1963/1967) die „Protogynie“ bei der Familie Serranidae, Sparidae, Centranchidae und Labridae, nämlich den Übergang erwachsener genetischer Männchen zu Weibchen.

Hier ist jedoch nur die Bisexualität und Intersexualität von Fischen insofern von Bedeutung, als sie auf Hybridisation beruhen und die Geschlechtsumwandlung herbeiführen. Während Bisexualität von Fischhybriden durch eine Reihe von Untersuchungen (Breider 1934, Karbe 1961, Kosswig 1933, Miller 1962, Probst 1937, Svärdson u. Wickbom 1943) belegt ist, konnte Simultanhermaphroditismus bei Fischbastarden bisher nicht nachgewiesen werden.

#### 2.5.4. Abweichende Geschlechterverhältnisse bei Hybridfischen

Die zahlenmäßige Ungleichheit der Geschlechter in Hybridpopulationen hat die Wissenschaftler seit langem beschäftigt. Sie regte Haldane (1922) zur folgenden Behauptung an: „When in the  $F_1$ , the offspring of a cross between two animals, species or races, one sex is rare or sterile, that sex is always the heterozygous sex“; also: „Wenn bei  $F_1$ -Nachkommen zweier verschiedener Tiere, Tierrassen oder Tierarten ein Geschlecht fehlt, selten oder steril ist, ist dies immer das heterogametische Geschlecht“ — J. Genetics, S. 101 (1922).

Es ist bemerkenswert, daß sich diese These bei allen Wirbeltieren bestätigt hat, bei Fischen jedoch keine Allgemeingültigkeit besitzt (Aida 1936, Miller u. Schultz 1959, Schultz 1961).

Über Hybrid-Populationen mit überwiegender Zahl von Männchen berichten Bailey u. Lagler (1938), Breder (1936), Hickling (1960), Hubbs u. Hubbs (1930/1933), Neave (1910), während nach Hybridisation eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zugunsten der Weibchen u. a. Hubbs (Carl) 1955, Heinrich (1967), Loeb (1912), Morris (1914) fanden. Kosswig u. Sengün (1945) gaben als Ursache für die ungleiche „Sex-Ratio“ bei Zahnkarpfen-Hybriden erstens die Kombination von verschiedenen Geschlechtsbestimmungsmechanismen durch die Bastardisierung an. Die zahlenmäßige Überlegenheit eines Geschlechts beruht sowohl bei Hybriden als auch bei Artgenossen oft auf

Geschlechtsumwandlung (Aida 1936, Reinboth 1962). Huxley (1922) schrieb diese aberrante „Sex-Ratio“ der ungleichmäßigen Sterblichkeit zu. Die Meldungen von „Sex-Ratio“-Genen (Dobzhansky u. Sturtevant 1936) oder „sex-linked“-Letalität (Federley 1926) konnten im Gegensatz zu anderen Tiergruppen bei Fischen nicht als Ursache eines ungleichen Geschlechterverhältnisses festgestellt werden.

Interessant im Rahmen dieser Arbeit ist aber die Hypothese, daß ein Zusammenhang zwischen Hybridisation und dem Vorkommen von männchenlosen Fischpopulationen besteht, die vor allem von Hubbs (Carl) 1955, Hubbs u. Hubbs (1932) und Schultz (1967) aufgestellt wurde. Ihre Besprechung bleibt einem anderen Kapitel vorbehalten.

### 2.5.5. Polyploidie bei Hybridfischen

Während Mayr (1967) sowie White (1954) die sog. Beweise von Polyploidie bei Wirbeltieren für sehr lückenhaft und wenig überzeugend halten und deshalb die Polyploidie bei Vertebraten fast völlig ausschließen, vertreten Darlington (1953), Kupka (1947), Moore (1955), Post (1965), Sato (1963), Swarup (1958), Svärdson (1945) die Auffassung, daß gelegentlich Polyploidie bei den Wirbeltieren vorkommt. Moore (1955) stützt sich hierbei auf seine Kreuzungsversuche mit *Rana japonica* × *R. temporaria*.

Was die durch Hybridisation hervorgerufene Polyploidie bei Fischen betrifft, so berichtet Wickbom (1943) über Polyploidie nach einer Kreuzung von Poeciliiden-Arten. Auch Rasch u. a. (1965) wiesen Polyploidie bei *Mollienesia formosa* sowie Schultz (1967) bei *Poeciliopsis lucida* nach, also bei zwei Fischarten, deren Entstehung von verschiedenen Autoren, so u. a. von Hubbs (Carl) 1932/1955, Hubbs (Clark) 1959, Haskins u. a. (1960) und Schultz (1961) auf Bastardisierung zurückgeführt wird.

### 2.5.6. Sonstige Eigenschaften bei Hybridfischen

Schon seit langem ist bekannt, daß nach Art- sowie Rassenkreuzungen der Wirbeltiere monströse Bastarde entstehen. Bei Fischen hatten u. a. Newman (1915) und Pinney (1918) ähnliche Anormalitäten nach Artkreuzungen festgestellt. Ferner fand Leiner (1934) nach Hybridisation von Gasterosteiden fünf-, sechs- und siebenstachelige Stichlinge. Gordon (1936/1952) sowie Kosswig (1929/1931) haben auf die Entstehung melanotischer Gewächse nach Kreuzungen von Zahnkarpfenarten hingewiesen. Mißbildungen der Flossen nach Artkreuzungen bei Cypriniden werden von Heuschmann (1938) erwähnt. Aus den Angaben von Heuschmann (1957), Lieder (1955), Nikoljukin (1949) sowie v. Siebold (1863) über die Uneinheitlichkeit der Schlundzähne von Hy-

bridfischen darf man den Schluß ziehen, daß zumindest die Artbastardisierung bei Cypriniden eine unregelmäßige Zahnformel hervorruft.

Auch die Verhaltensmodi können u. U. durch Hybridisation verändert werden. „Displacement Activity“ — also das Verlernen einer Verhaltensweise der Eltern bzw. die Verwechslung zweier oder mehrerer Gewohnheiten könnten durch Bastardisierung verursacht werden (Myrberg 1965, Baerends u. a. 1950). Man darf aber nicht vergessen, daß solch gestörtes Verhalten durch Frustration unter arteigener Nachkommenschaft ausgelöst werden kann (Greenberg 1963, Tinbergen 1948, Morris 1952/1954).

## 2.6. Geschlechtsbestimmung und Fortpflanzung der Tiere

Abgesehen von der Häufigkeit der natürlichen Hybridisation scheinen die Fische auch hinsichtlich der Geschlechtsbestimmung eine Sonderstellung unter den Wirbeltieren einzunehmen. So unterscheiden sich erstens die Geschlechtschromosomen der Fische nicht von den Autosomen (Kosswig 1933, Prokofieva 1934, Suomalainen 1958, Wickbom 1943, Winge 1932). Allerdings sei in diesem Zusammenhang auf Goldschmidt (1937) verwiesen, der die Behauptung aufstellte, daß bei einer ganzen Reihe von Tieren außerhalb der systematischen Gruppe „Fische“ die XY-Chromosomen morphologisch nicht erkennbar sind. Durch die Anwendung von Farbgenen sowie aufgrund von „Sex-linkage“ läßt sich jedoch die Anwesenheit von Sex-Chromosomen bei Fischen nachweisen (Breider 1936, Gordon 1936/1952, Hertwig 1936). Zweitens wurde bei Fischen die Theorie einer labilen und primitiven Geschlechtsbestimmung öfters postuliert, z. B. von Bozkurt (1945), Gordon (1939), Huxley (1923), Meyer (1938), Reinboth (1962), Schultz (1961) und Suomalainen (1958). Hierzu nimmt Gordon (1957) in einer späteren Veröffentlichung Stellung. „Despite uncritical statements to the contrary, the sex determination in some fishes is stable and the sex of the individual is decided at conception“; also: „Trotz gegenteiliger unkritischer Behauptungen ist die Geschlechtsbestimmung bei einigen Fischarten stabil, und das Geschlecht des Individuums wird bei der Empfängnis bestimmt“ (Physiology of Fishes, S. 439, 1957). Er fügte weiter hinzu, daß die Geschlechtsbestimmung bei keiner anderen Wirbeltiergruppe so intensiv erforscht ist wie bei Fischen. Dementsprechend vertrat er die Ansicht, daß die sog. Labilität der Geschlechtsbestimmung der Fische übertrieben sei und daß eine solche Annahme eine allzu große Vereinfachung darstellt. In ähnlicher Weise ist Mayr (1967) der Auffassung, daß Asexualität allein noch kein endgültiger Beweis eines primitiven Zustandes ist. Erwähnt werden muß auch, daß eine sexual-unentschiedene Juvenilphase — die Bozkurt (1945), Reinboth (1962) u. a. bei Fischen annehmen — lediglich beim Aal (*Anguilla anguilla* L.) von d'Ancona (1943/1949) zt. Reinboth (1962) festgestellt wurde.

Alle Autoren stimmen aber darin überein, daß bei den Fischen zwei Mechanismen der Geschlechtsbestimmung deutlich nachgewiesen sind. Hingegen verfügen die Säugetiere und die Vögel nur jeweils über einen solchen Mechanismus. Bei Säugetieren ist es der „Drosophila-Typ“ (männliche Heterogamete) und bei Vögeln der „Abraxas-Typ“ (weibliche Heterogamete). Der Geschlechtsbestimmungsmechanismus einiger Fischarten ist aus Tab. 1 ersichtlich.

Tab. 1: Geschlechtsbestimmungsmechanismen bei Fischen

Abraxas-Typ		Drosophila-Typ	
Fischart	Autor	Fischart	Autor
<i>Platyopocilus maculatus*</i>	Ballamy zt.	<i>Aplocheilus latipes**)</i>	Aida 1936
	Kosswig 1933 Goldschmidt 1937 Gordon 1927/1937/1957	<i>Lebistes maculatus</i>	Kosswig 1933 Schmidt zt. Goldschmidt 1931 Winge 1923/1932

\* *Xiphophorus maculatus*

\*\* *Oryzias latipes*

Hinsichtlich der Frage, ob beide Mechanismen bei ein- und derselben Art vorhanden sein können, herrscht keine Übereinstimmung. Während Breider (1934), Kosswig (1927/1953) und Winge (1932) diese Hypothese vertreten, weist Goldschmidt (1937) sie als unkritische Spekulation zurück. Seiner Auffassung nach ist die Geschlechtsbestimmung bei *Xiphophorus* sowie *Limia* ungeklärt. Hingegen ist Gordon (1952/1957) überzeugt, daß beide Mechanismen sich doch bei *Xiphophorus maculatus* nachweisen lassen, und zwar teilte er *Xiphophorus maculatus* aus dem Jamapa-Fluß (Mexico) dem „Drosophila-Typ“ und *X. maculatus* aus dem Belize-Fluß (Br. Honduras) dem „Abraxas-Typ“ zu.

Eine phänotypische Geschlechtsbestimmung bei Fischen, wie sie vor allem Breider (1934) sowie Kosswig und Mitarbeiter (1927/1936) postulierten, bezeichnen Goldschmidt (1937) und Gordon (1957) als ein Phänomen, das einer kritischen Nachprüfung nicht standhält.

Was die Fortpflanzung der Fische im allgemeinen betrifft, so vollzieht sie sich — von einigen wenigen Arten abgesehen — wie bei den übrigen Wirbeltieren erst nach Paarung mit Besamung und Befruchtung der weiblichen Geschlechtsprodukte, und zwar erfolgt bei den Oviparen — z. B. bei den Cyprinidae — die Besamung und das Schlüpfen der Brut außerhalb, bei

den Viviparen — z. B. Cyprinodontidae — innerhalb des Leibes des Weibchens.

### 2.6.1. Hermaphroditismus bei Fischen

Reinboth (1967) zt. Calvolini (1787) als den ersten Autor, der über Zwittertum berichtet. Im Anschluß an die Arbeit von Calvolini (1787) wurden von späteren Untersuchern bei fast jeder Fischart Exemplare mit Fortpflanzungsprodukten beider Geschlechter gefunden, wobei die einzelnen Autoren (Anwand 1961, Clark 1959, d'Ancona 1945, Egashira 1934, Fowler 1912, Huxley 1923, Reinboth 1962/1963/1967, Stolk 1961, v. Siebold 1863, Turner 1931) — um nur einige wenige zu nennen — nicht streng zwischen Intersexualität und aktivem Hermaphroditismus unterschieden.

Anders liegt der Fall, wenn Intersexualität und Hermaphroditismus als gesonderte Erscheinungen betrachtet werden. So definiert Goldschmidt (1937) Intersexualität als Nacheinanderfolge von entgegengesetzten Tendenzen und Hermaphroditismus als „Koexistenz“. Nach d'Ancona (1945) liegt dem Phänomen der Intersexualität Inkompatibilität, dem des Hermaphroditismus Mutualtoleranz, d. h. gegenseitige Toleranz, zugrunde.

Reinboth (1967) fügt noch die funktionelle Komponente hinzu und behält „Simultanhermaphroditismus“ den Fällen vor, in denen der funktionsfähige Reifezustand der Gonaden erwiesen ist. Die Zahl solch echter Simultanhermaphroditen ist aber beschränkt, d. h. es gibt nur sehr wenige Arten, bei denen Selbstbesamung auftritt. Es handelt sich hierbei meist um Meeresfische, und zwar um Arten der Familien Sparidae, Serranidae, Centracanthidae und Labridae (d'Ancona 1945, Harrington 1961, Reinboth 1962/1967). Bei diesen Arten stellte Reinboth (1962/1967) sowohl protandrische als auch protogynische Geschlechtsumwandlung fest. Über Hermaphroditismus bei Süßwasserfischen liegen lediglich die Veröffentlichung von Breider (1938) und die umstrittene Arbeit von Spurway (1957) über Hermaphroditismus bei *Lebistes reticulatus* vor.

Allerdings ist selbst bei den Simultanhermaphroditen nach Meinung einiger Zoologen — z. B. Harrington (1961) — die Selbstbesamung eher die Ausnahme als die Regel.

### 2.6.2. „Parthenogenese“ bei Fischen

Eigentlich ist über die Vermehrung von einigen Fischarten ohne Anteilnahme bzw. unter Ausschaltung der väterlichen Gameten (Parthenogenese) erst seit Beginn dieses Jahrhunderts berichtet worden. Loeb (1912) behauptete, daß artfremde Spermien lediglich eine „parthenogenetische“ Wirkung auf die Eier ausüben. Demgemäß entstehen nur reinrassige Nach-

kommen der Mutterart. Newman (1914) schloß die Möglichkeit eines parthenogenetischen Antriebs der Spermien nicht aus. Im Jahre 1922 entdeckte Hubbs (Carl) 1932 eine männchenlose Population von „Amazon Molly“, (*Mollienesia formosa*) und schloß daraus auf eine parthenogenetische Vermehrung dieser Population. In einer Serie von Untersuchungen, die der Autor zwischen 1922 und 1955 mit verschiedenen Mitarbeitern über *Mollienesia* durchführte, gelangte er jedoch zu der Feststellung, daß kein Beweis einer echten Parthenogenese zu erbringen ist. Vielmehr brauchte *Mollienesia formosa* die Spermien der benachbarten, verwandten Fischarten — nämlich *M. sphenops* sowie *M. latipinna* — als Anstoß zur Entwicklung der Eier. Die männlichen Keimzellen scheiden dann aus und beteiligen sich nicht weiter an der Entwicklung. Der Vorgang wird als „Gynogenese“, „Merospermie“, „Thelykocie“, „Pseudogamie“, „Pseudofertilisation“, „parasitische Befruchtung“ sowie „falsche Bastardisierung“ bezeichnet (Haskins u. a. 1960, Hertwig 1936, Hubbs (Clark) 1959, Kallman 1962, Meyer 1938, Miller u. Schultz 1959, Schultz 1961, Suomalainen 1950, White 1954). Einen ähnlichen Vorgang haben auch Balon (1962), Busnita (1959), Lieder (1954/1959) sowie verschiedene sowjetische und rumänische Autoren bei Giebeln (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]) festgestellt. Neuerdings wies Schultz (1967) eine gynogenetische Vermehrung bei *Poeciliopsis lucida* nach.

Da dieser Vorgang mit der vorliegenden Arbeit in unmittelbarem Zusammenhang steht, wird die Diskussion darüber anhand der Untersuchungsergebnisse fortgesetzt.

### 2.6.3. Fortpflanzung bei Giebel, Karausche und Karpfen

Verglichen mit den zahlreichen Arbeiten, die sich mit dem komplizierten Ritual der Werbung und Paarung der Cichlidae und Cyprinodontidae befassen, wurde das Paarungsverhalten der Cyprinidae weit weniger intensiv erforscht. Es steht jedoch fest, daß keine der Arten Giebel, Karausche und Karpfen ausgesprochene Paarbildner sind, sondern daß sie in Gruppen laichen. Auch zeigen sie kein auffälliges Balzverhalten vor und während der Paarung. Bis zur Laichzeit schwimmen sie in geschlossenen Schwärmen, während der Reproduktionszeit aber sondern sich Gruppen zum Laichen ab, die entweder aus Weibchen und Männchen oder aus jeweils einem Weibchen mit männlichem Gefolge bestehen. Berndt (1925) bezeichnet solche Gruppen bei Karpfen als „Triebgesellschaften“. Schreitmüller (1910) sowie Breder u. Rosen (1966) beobachteten solche Triebgesellschaften auch bei Giebeln. Auf dem Höhepunkt des Laichspiels entlassen die Rogner ihre Eier, die durch die Aktivität des Laichens weit herumgewirbelt werden und dabei auf Pflanzenteile geraten und festhaften. Je nach Größe bringt hierbei ein Karpfenweibchen etwa zwischen 500 000 bis 1,5 Mill. Eier, Giebel und Karausche hingegen nur zwischen 200 000 bis



300 000 Eier hervor. Zugleich folgt die Besamung durch Ausspritzen von Sperma von einem oder mehreren am Laichspiel beteiligten Männchen. Dabei kann praktisch jedes Gelege entweder von ein und demselben Männchen oder von mehreren Männchen besamt werden, ohne daß vorher zwischen den Männchen einer Gruppe bzw. Triebgesellschaft erkennbarer Konkurrenzkampf bzw. feindselige Bewegungen selbst zwischen Milchnern unterschiedlicher Größe ausgetragen wurde (Zarnecki u. Rychli-chi 1963).

Die Laichzeiten dieser drei Cyprinidae überschneiden sich in Mitteleuropa: die Laichzeit der *Carassius*-Arten (Gibel und Karausche) liegt regelmäßig in den Monaten Mai bis Juni, während die des Karpfens in Mai bis Juli fällt. Je nach Temperatur schlüpfen die Brütlinge aus den Eiern in wenigen Tagen aus. Keine der drei Arten kennt irgendwelche Brutpflege, sondern sie überlassen die Eier ihrem Schicksal (Bauch 1953, Breder u. Rosen 1966, Schindler 1968, Heuschmann 1957).

Es sollte an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, daß normalerweise die Eier der obengenannten Cypriniden nur im Stadium der Hochreife während des Laichspiels ihre Befruchtungsfähigkeit erlangen; sie sind erst dann für eine Besamung geeignet (Probst 1937, Woynarovich 1961).

### 3. Eigene Untersuchungen

Angeichts der verschiedenen Berichte über gynogenetische Vermehrung des Gibels (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]) — Balon (1962), Busnita (1959), Libosvasky (1963), Lieder (1955/1956/1957/1959) — wobei auch die von Balon (1962) und Lieder (1955) zitierten sowjetischen Autoren (Romasov u. Gołovinskaja 1960, Gorjunova 1960, Driachin 1949) zu nennen sind, wurden Kreuzungsversuche mit unterschiedlichen Gibelvarietäten (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]) durchgeführt.

Die Versuche sollten einen Anhaltspunkt dafür bieten, ob das Phänomen der Gynogenese in allen herangezogenen Populationen oder nur in bestimmten zu finden ist. Ferner wurde die mit der Gynogenese eng verknüpfte Frage untersucht, ob das Sperma anderer Fischarten lediglich zur Anregung der Eientwicklung beim Gibel dient oder ob eine echte Befruchtung des Eies erfolgt. Auf diese Weise sollte festgestellt werden, ob Hybridisation beim Gibel möglich ist bzw. inwieweit die Gynogenese als Isolationsmechanismus wirkt.

In diesem Zusammenhang erschien es u. a. erforderlich, die morphologischen und meristischen Merkmale der Nachkommenschaft aus jeder Kreuzung zu erfassen, um anhand der Merkmalsausbildung zu ermitteln, ob aus der Artkreuzung reinrassige Gibel oder Hybriden der Ausgangsarten entstanden sind.

Hierbei war gleichzeitig die Ausprägung der Körpereigentümlichkeit der Eltern in der  $F_1$ -Generation zu untersuchen und bei jedem Merkmal festzustellen, von welchem der Elternteile es herrührt bzw. ob beide Eltern an der Ausbildung des Phänotypus beteiligt sind.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Bastardisierung in der Teichwirtschaft bzw. Süßwasserfischerei führte zur Miteinbeziehung eines weiteren Problemkreises, der das Einsetzen der Geschlechtsreife, die Fortpflanzungsfähigkeit sowie überhaupt den gesamten Komplex der Geschlechtlichkeit der Nachkommen umfaßt. Im Zusammenhang mit der ökonomischen Bedeutung der Hybridisation stand auch die Frage der Wachstumsrate der Abkömmlinge — gemessen am wirtschaftswichtigsten Nutzfisch der Cyprinidae in Mitteleuropa, dem Spiegelkarpfen, einem besonderen Beschuppungstyp von *Cyprinus carpio* L.

Nicht minder wichtig war die Klärung einer Reihe weiterer Fragen, die auch im Hinblick auf die Verbraucherwünsche bedeutsam sind, nämlich über die Beschuppung der Nachkommenschaft sowie die Unterschiede in der Ausbildung einer größeren Anzahl gleichfalls ökonomisch bedeutender Körpermerkmale, die sich an den Nachkommen im Vergleich zu den Elternarten zeigten.

Die Komplexität der Problematik machte eine gleichzeitige Untersuchung der aufgeworfenen Fragen erforderlich.

### 3.1. Material und Methodik

Die Kreuzungsexperimente und die Heranzucht des Tiermaterials in Teichen wurden in der Teichwirtschaftlichen Abteilung der Bayerischen Biologischen Versuchsanstalt Wielenbach (Obb.) in den Jahren 1966 bis 1969 vorgenommen.

Um die Kreuzbarkeit des Giebels festzustellen, wurden bei der ersten Versuchsreihe 1966 Reziprokkreuzungen zwischen Goldgiebel und Spiegelkarpfen durchgeführt. Als Vergleichsbasis paarte man jeweils eine Elternart unter sich, somit erhielt man vier verschiedene Versuchsgruppen gleichen Alters, und zwar reinrassige Spiegelkarpfen — die Nachkommen aus der Paarung Goldgiebel  $\times$  Goldgiebel — und die beiden  $F_1$ -Generationen der Reziprokkreuzungen. Die Abkömmlinge der Spiegelkarpfen-  $\times$  Goldgiebel-Kreuzung wurden als Karpfengiebel, die der reziproken Population — Goldgiebel  $\times$  Spiegelkarpfen — als Giebelkarpfen bezeichnet.

Zur Ergänzung der Untersuchungen wurden bei der zweiten Versuchsreihe 1968 verschiedene Farbvarietäten des Giebels mit unterschiedlichen Farbexemplaren und Beschuppungstypen des Karpfens, nämlich mit Spiegelkarpfen, Nudus- (Nackt-)Karpfen und Goldkarpfen (*Cyprinus carpio* var. *auratus*) sowie mit der Karausche (*Carassius carassius* L.) gekreuzt. Diese Kreuzungen werden durch Tab. 2 veranschaulicht.

Es sollte an dieser Stelle erwähnt werden, daß die Benennung verschiedener Farbexemplare des Giebels als Silbergiebel, Naturgiebel und Schwarzrandgiebel und deren Abkürzungen GS, GN sowie GSR keine wissenschaftliche noch volkstümliche Gültigkeit besitzen. Hier wird lediglich diese Kurzbezeichnung gewählt, um die verschiedenen Farbtypen zu unterscheiden. Hierbei beschreibt „Silbergiebel“ (GS) bzw. „Naturgiebel“ (GN) den silberfarbenen bzw. naturfarbenen Giebel. Schwarzrandgiebel ist sodann eine gedrängte Beschreibung des goldfarbenen Giebels, der sich farbmäßig — wegen der schwarzen Flecken auf dem Körper und am Rand aller Flossen — deutlich von dem gemeinen Goldgiebel (Goldfisch) unterscheidet.

Die Kreuzungen wurden künstlich nach folgender Methode vorgenommen. Zur Gewinnung der Eier wurden die entsprechenden Weibchen während des Laichspiels aus den Laichteichen im Stadium der Hochreife herausgenommen, ihre Eier wasserfrei abgestreift und in einem Glasbehälter kühl aufbewahrt. In gleicher Weise wurde das Sperma von männlichen Partnern genommen und ebenfalls in sehr kleine Gläschen wasserfrei übertragen. Befruchtungsfähiges Sperma läßt sich ohne weiteres auch außerhalb der Laichzeit ohne Schwierigkeiten gewinnen.

Für die Durchführung jeder einzelnen Kreuzung bzw. Paarung wurden stets Eier von einem Weibchen und Sperma von einem Männchen verwendet. Es kam aber öfters vor, daß die gesamte Eierablage eines Weibchens aufgeteilt und für verschiedene Kreuzungen bzw. Paarungen verwendet wurde. In solchen Fällen sind die Nachkommenschaften je nach dem Vater entweder als Vollgeschwister oder Halbgeschwister zu betrachten. Bei Reziprokhybriden sind die Bastarde jedoch vetterlich verwandt, da Eier zweier verschiedener Rogner und Sperma zweier verschiedener Männchen für die Kreuzungen gebraucht wurden. Der Rogner ist aber jeweils Vollgeschwister mit dem Milchner der Reziprokkreuzung. Beispiele sind hierbei gegeben; bei der ersten Versuchsreihe (Tab. 3) sind die zwei Nachkommenschaften der Paarungen der Ausgangsarten unter sich — also Spiegelkarpfen bzw. Goldgiebel — jeweils Vollgeschwister. Die zwei Nachkommenschaften der Reziprokkreuzung zwischen den hervorgehenden Arten sind hingegen vetterlich verwandt.

Bei der zweiten Versuchsreihe (Tab. 4) befinden sich einige Halbgeschwister. Die Nachkommen der Paarungen bzw. Kreuzungen 1 bis 4 (Tab. 2) stammten aus Kreuzungen bzw. Paarungen von Eiern eines einzigen Rogners und Sperma verschiedener Milchner.

Es ergaben sich Schwierigkeiten, die oft sehr kleinen Laicher der *Carassius*-Arten aus den etwa 25 Quadratmeter großen Laichteichen rechtzeitig zu fangen. Außerdem gelang es trotz aller Mühe 1967 nicht, die Versuchsfische — die in diesem Jahr in versenkten Käfigen (siehe Tafel 1) gehalten wurden — zum Laichen zu bringen. Selbst eine im Spätjuli verabreichte Injektion der Laicher mit Karpfenhypophyse in wässriger Suspension blieb wirkungslos. Sobald das Sperma des entsprechenden Männchens verfügbar war, wurde jeweils ein Teil der Eier aus dem Glasbehälter genom-

men und die Besamung in einer oder mehreren Plastikschalen nach der Methode der „nassen Besamung“ (Probst 1937) durchgeführt. Dabei wurden 1968 die befruchteten Eier bis zum Aussetzen der Brütlinge in die Teiche unter ständiger Beobachtung gehalten — Tab. 2 gibt eine Übersicht über den Befruchtungserfolg und die Mortalität der Eier. Zwei Ausnahmefälle der Eiergewinnung sind zu berichten. Beim Umsetzen der Versuchsfische vom Winter- in den Sommerteich im Frühjahr 1968 gab ein Silbergiebelweibchen spontan eine große Menge Eier ab, die für drei Kreuzungen ausreichten (Kreuzungen 1, 2 und 3 — siehe Tab. 2). Dieser Fisch wurde anschließend in eine Rinne mit fließendem kaltem Wasser gebracht. Am nächsten Tag wurden dem Fisch weitere Eier für die Kreuzung 4 (siehe Tab. 2) abgenommen.

Es darf erwähnt werden, daß sich — da man eine Woche vorher den Giebelbestand nach Geschlechtern getrennt hatte — das betreffende Weibchen somit in Gesellschaft anderer weiblicher Giebel und zweisömmeriger Karpfen befand.

Ein anderer Giebel — diesmal der Schwarzrandgiebel —, der aus dem Laichteich entwichen war und sich in dem angrenzenden Kanal des Laichteiches isoliert hatte, gab auf ähnliche Weise nach geringer Anwendung von Druck reife Eier ab, die zur Kreuzung 11 (Tab. 2) verwendet wurden. Die Eier waren also zur Reife gelangt, ohne daß sich das Weibchen an einem Laichspiel mit anderen Geschlechtspartnern beteiligt hatte.

Die zur Kreuzung verwendeten Tiere stammten aus dem Wielenbacher Fischbestand (von Keiz bereits früher zu Versuchen benutzt). Es handelt sich einmal um Hochleistungszucht-Spiegelkarpfen und zum anderen um einen Stamm Goldgiebel. Die Karauschen hingegen kamen ausnahmsweise aus dem sog. Vereinsweiher des Landesfischerei-Verbandes in Bauerbach (Obb). Es gelang nur die Beschaffung zweier Rogner und Milchner. Die Rogner konnten nicht zum Laichen gebracht werden. Auch die Gewinnung der Milch von den kleinen Karauschenmilchnern verursachte mehr Schwierigkeiten als bei den anderen Arten.

Sämtliche Giebel, die 1968 zur Kreuzung benutzt wurden — gleichgültig, welcher Farbvarietät — waren Nachkommen der 1966 vorgenommenen Goldgiebel  $\times$  Goldgiebel-Paarung (Tab. 3). Das Vorkommen von verschiedenen Farbvarietäten in dieser Nachkommenschaft ermöglichte die Kreuzungen dieser Farbvarietäten mit verschiedenen Schuppentypen des Karpfens sowie mit Karauschen. Diese Kreuzungen lieferten vor allem Informationen über die Vererbung der Beschuppung.

Zur Aufzucht wurden stets gleichaltrige Fische ohne künstliche Fütterung auf Naturnahrungsbasis in gleich großen und gleichaltrigen Gruppen in Sommer- bzw. Winterteichen mit einer Flächengröße von 100 m<sup>2</sup> (Streckteich 1. Ordnung Nr. 31—35, 37, 39—48/Tab. 4) bzw. 2000 m<sup>2</sup> (Streckteich 2. Ordnung Nr. 102, 103, 104/Tab. 3) je nach der Jahreszeit gehalten.

Der Mangel an verfügbaren Teichen zwang einerseits dazu, die Bestände bei einigen Fischarten — z. B. bei Spiegelkarpfen und Goldgiebeln — zah-

lenmäßig niedrig zu halten, um für die einzelnen Exemplare bessere Nahrungsbedingungen zu schaffen. Andererseits mußte selbst die Zahl der Kreuzungen beschränkt werden, und in zwei Fällen (Teich 48, Teich 37 — Tab. 4) wurden die Nachkommenschaften aus zwei unterschiedlichen Kreuzungen in einem Teich untergebracht. Dies schien insoweit möglich, als die eine Nachkommenschaft hätte Barteln aufweisen müssen, die andere aber bartellos geblieben wäre, so daß man erwarten durfte, die beiden Populationen gut voneinander unterscheiden zu können.

Um den Bestand des Versuchsmaterials zu sichern, wurden die Nachkommenschaften aus den Kreuzungen von 1966 in zwei ähnlich große Populationen aufgeteilt und getrennt in zwei einzelnen Hälterteichen überwintert und in den nachfolgenden Jahren 1967 und 1968 weiterhin in zwei Versuchsteichen aufgezogen, wobei Exemplare jeder der vier Kreuzungsarten sich in beiden Populationen fanden, wie Tab. 3 zeigt. Hier dürfen auch verschiedene Zufälle, die sich während der Aufzuchtperiode ereigneten, nicht unerwähnt bleiben, die eine statistische Auswertung der betreffenden Ergebnisse vereitelten: So ging 1966 die Population aus Teich 33 durch einen Betriebsunfall in dem durchströmten Hälterbecken, in dem sie nach der Herbstabfischung gehalten wurde, zugrunde. Ferner gingen die Populationen der Teiche 47 und 48 (siehe Tab. 4) fast völlig verloren. Ursache hierfür waren durch wühlende Bisamratten undicht gewordene Teichdämme und Raubfische, die daraufhin aus benachbarten Teichen eindrangten.

Die Probleme des Einsetzens der Geschlechtsreife und die Fortpflanzungsfähigkeit der Hybridnachkommen wurden im Zusammenhang mit den Reziprokkreuzungen von 1966 untersucht, wobei Männchen der betreffenden Hybridnachkommenschaft — die nach Druckanwendung auf den Leib Samen abgaben — in Laichteiche mit weiblichen Hybriden gleicher Abstammung — die ihrem Erscheinungsbild nach laichfähig sein konnten — ausgesetzt wurden. Dieses Verfahren erschien sinnvoll, da die anatomischen Untersuchungen einiger weiblicher Hybriden das Vorhandensein von Eiern in den Eierstöcken erwiesen hatten.

Zur Ermittlung der meristischen Eigenschaften wurden aus einer Stichprobe einer jeden Nachkommenschaftsgruppe die äußeren Merkmale jedes Exemplares dieser Stichproben durch Zählen erfaßt. Die inneren meristischen Merkmale — wie die Zahnformel und die Zahl der Reusendornen am ersten Kiemenbogen — mußten anatomisch festgestellt werden. Zwei weitere meristische Eigenschaften — die Wirbelzahl sowie die Zahl der Zwischenmuskelgürteln — erforderten die Anfertigung von Röntgenbildern. Die Röntgenaufnahmen wurden von Dr. Zedler an der Chirurgischen Klinik der Tierärztlichen Fakultät der Universität München ausgeführt. Nähere technische Daten hierzu sind in Tab. 5 aufgeführt.

Zur Feststellung der Wachstumsrate sowie der Formeigentümlichkeiten der Arten und der Differenzen der wirtschaftswichtigen Körpermerkmale wurde in allen Veruchsjahren bei der Herbstabfischung — also am Ende der Vegetationsperiode — eine Stichprobe von jeweils allen Populationen

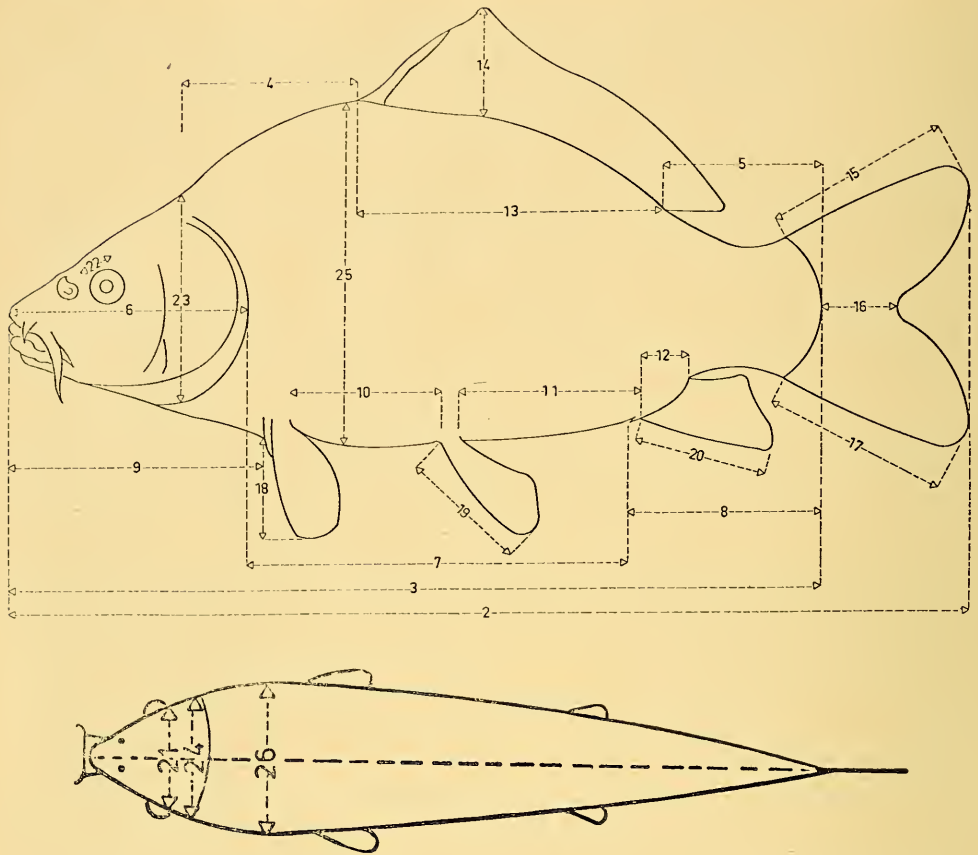


Abb. 2: Schema der morphologischen Messungen.

Auflösung der Bezeichnungen in der schematischen Darstellung sowie der berücksichtigten Merkmale

Bez.	Merkmale	Dimensionen
1	Gewicht	g
2	Totallänge	cm
3	Körperlänge	cm
4	Vorderrücken-Länge	cm
5	Hinterrücken-Länge	cm
6	Kopflänge	cm
7	Ende Kiemendeckel — Afteröffnung	cm
8	Afteröffnung — Schwanzstielende	cm
9	Schnauzenspitzenende — Brustflosse	cm
10	Abstand Brustflosse — Bauchflosse	cm
11	Abstand Bauchflosse — Afterflosse	cm
12	Afterflosse Basislänge	cm
13	Rückenflosse Basislänge	cm
14	Rückenflossenhöhe	cm
15	Obere Schwanzflossen-Länge	cm
16	Mittlere Schwanzflossen-Länge	cm
17	Untere Schwanzflossen-Länge	cm

18	Brustflossenlänge	cm
19	Bauchflossenlänge	cm
20	Afterflossenhöhe	cm
21	Hinterer Augenabstand	cm
22	Augendurchmesser	cm
23	Größte Kopfhöhe	cm
24	Größte Kopfbreite	cm
25	Größte Körperhöhe	cm
26	Größte Körperbreite	cm
27	Korpulenzfaktor	—
28	Hochrückigkeit	—
29	Relative Kopfgröße	—
30	Relative Körperbreite	—

entnommen. Jedes einzelne Exemplar wurde nach Betäubung mit 0,1 Prozent Aceton-Chloroformlösung (1.1.1.-Trichlor-Butanol) zuerst in einer automatischen Schalenwaage mit Skalenanzeige Genauigkeit von  $\pm 0,1$  g gewogen und schließlich nach dem in Abb. 2 angegebenen Schema in bezug auf 25 Körpermerkmale mit einem Stechzirkel, Zentimetermaß und Schublehre vermessen. Die erfaßten Daten wurden dann auf Lochkarten übertragen und der statistischen Analyse eines Computers unterworfen. Hierbei hat Dr. Simon die Auswertungsprogramme für die Bearbeitung der Daten angefertigt.

Bei der Bearbeitung der Daten wurden zusätzlich vier weitere Körperverhältnisse eines jeden Fisches der Stichprobe errechnet. Es sind dies Merkmal 27 bis Merkmal 30.

Merkmal 27 ist der „Korpulenzfaktor“, der nach der Formel

$$\frac{100 \times \text{Körpergewicht (g)}}{\text{Totallänge}^3 \text{ (cm)}}$$

berechnet wird. Der Korpulenzfaktor gibt u. a. über den Ernährungszustand eines Fisches Auskunft.

Desgleichen prägt sich der Ernährungszustand auch in Merkmal 28, der „Hochrückigkeit“, aus. Das Verhältnis ergibt sich aus der Formel

$$\frac{\text{Körperlänge (cm)}}{\text{Größte Körperhöhe (cm)}}$$

Je hochrückiger ein Fisch ist, desto vollständiger sind Erhaltungs- und Wachstumsbedarf gedeckt.

Die „relative Kopfgröße“ (Merkmal 29 — siehe Abb. 2) gibt den Anteil des wirtschaftlich wertvollen Rumpfes am Gesamtkörper an. Man erhält diese Proportion nach der Formel

$$\frac{\text{Körperlänge (cm)}}{\text{Kopflänge (cm)}}$$

Merkmal 30 stellt den Quotienten aus

$$\frac{\text{Größte Körperhöhe}}{\text{Größte Körperbreite}}$$

die „relative Körperbreite“ dar. Dieses Merkmal steht in engem Zusammenhang mit der Hochrückigkeit, da hochrückige Fische regelmäßig eine größere Körperbreite als langgestreckte aufweisen.

Die zweite Versuchsreihe, die zur Ergänzung der ersten Kreuzungen bzw. Paarungen durchgeführt wurde, unterschied sich deutlich von der ersten Phase: Je Versuchsteich lagen Daten nur für die Vegetationsperiode 1968 und lediglich für die Nachkommenschaft aus jeweils einer Kreuzung und ihrer als Kontrollgruppe dienenden Spiegelkarpfen-Teichgefährten vor. Nur in einigen Versuchsteichen, in denen 1968 eine Kreuzung jeweils mit dem Nuduskarpfen vorgenommen wurde, spaltete sich die Nachkommenschaft dieser Kreuzungen in je zwei Beschuppungsgruppen auf, wie Tab. 4 veranschaulicht. Die Daten jeder Beschuppungsgruppe wurden je Kreuzung gesondert statistisch ausgewertet. Dieser zweite Versuchsabschnitt erhielt die Bezeichnung „Zweite Versuchsreihe“.

Einige Fachausdrücke, die im Zusammenhang mit dieser Arbeit stehen, sind im folgenden erläutert:

Art (Biologischer Artbegriff):

„Gruppe morphologisch ähnlicher, durch gemeinsame Erbmerkmale gekennzeichneten Individuen mit normaler Fortpflanzungsrate“ — *Lauprecht* (1966).

Gynogenese:

„Entwicklung, bei der zwar die Eimembran von der männlichen Keimzelle durchbrochen wird und diese die weibliche Keimzelle aktiviert, aber sonst nicht weiter an der Entwicklung beteiligt ist“ — *Mayr* (1967).

Parthenogenese:

„Die Entwicklung von Eiern ohne Befruchtung“ — *Mayr* (1967).

Hybrid (Bastard):

„Kreuzungsnachkomme aus zwei Zuchtlinien, Inzuchtlinien, Populationen, Rassen oder Arten“ — *Lauprecht* (1966).

Soweit diese Ausdrücke in der vorliegenden Arbeit verwendet werden, beziehen sie sich, wenn nicht anders erwähnt, auf Nachkommen aus Artkreuzungen. Hybridisation oder Bastardisierung bezieht sich somit auf den biologischen Begriff einer Kreuzung oder Paarung von Individuen aus den oben aufgeführten Gruppen; sie beschränkt sich hierbei nicht unbedingt auf Kreuzungen zwischen Angehörigen derselben Art, wie Hybridisation gewöhnlich in der Landwirtschaft verstanden wird.

Rasse:

„Population oder Individuengruppe, die sich von anderen mindestens durch ein gemeinsames Merkmal unterscheidet“ — *Lauprecht* (1966).



Kreuzungen			Eier				Schlüpfen					Brut		
Arten	Laichdatum	Uhrzeit	Anzahl Schal.	% der abgestorbenen Eier	Einzel (a)	Datum	Gesamt (b)	Datum	Erbrütungsdauer (Std. Min.)		Stück	Tote	Verlust %	Kommentar
									a	b				
1. GS × Kar	4. 6.	15.00	1	80	8.00	7. 6.	20.30	9. 6.	65.00	125.30	31	1	3,23	Eiabgabe der Rogner o. männl. Reiz überreife Eier
2. GS × GS	4. 6.	17.00	2	5—10	8.00	7. 6.	20.30	9. 6.	63.00	123.30	326	66	20,24	
3. GS × KN	4. 6.	17.10	2	5—10	12.00	7. 6.	20.30	9. 6.	66.50	123.20	181	68	37,57	
4. GS × KG	5. 6.	20.10	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5. KS × KS	6. 6.	6.15	4	2—5	8.00	8. 6.	16.30	10. 6.	49.45	106.15	1864	66	3,54	
6. KS × Kar	6. 6.	7.30	3	10—15	8.00	8. 6.	19.30	10. 6.	48.30	106.00	1423	183	12,86	
7. KN × GG	6. 6.	10.50	3	2—5	9.00	8. 6.	4.30	11. 6.	46.10	113.40	1518	35	2,31	
8. KN × GN	6. 6.	11.45	2	2—5	9.00	8. 6.	19.30	10. 6.	45.45	103.45	540	4	0,74	
9. GG × Kar	7. 6.	8.15	2	90	5.00	9. 6.	18.00	12. 6.	44.45	129.45	160	14	8,75	
10. GG × GG	7. 6.	8.20	2	5—10	6.00	9. 6.	20.30	11. 6.	45.40	108.10	685	189	27,59	
11. GSR × GSR	7. 6.	8.30	2	20—30	6.30	9. 6.	18.00	12. 6.	46.00	129.30	501	224	42,71	
12. GG × KG	7. 6.	9.20	2	10—15	7.00	9. 6.	7.00	12. 6.	45.40	117.40	229	44	23,58	
13. GG × KN	7. 6.	9.30	2	5—10	7.00	9. 6.	18.00	12. 6.	45.30	128.30	175	68	38,87	
14. GG × Kar	7. 6.	10.40	2	10—20	7.00	9. 6.	18.00	12. 6.	44.20	127.20	364	26	7,14	
15. GN × Kar	7. 6.	10.50	2	10—20	16.00	9. 6.	18.00	12. 6.	53.10	127.10	280	41	14,64	
16. GN × KG	7. 6.	11.00	2	40	21.00	9. 6.	20.00	12. 6.	58.00	129.00	271	46	16,97	

GG = Goldgibel GN = Naturgibel GS = Silbergibel CSR = Schwarzrandgibel Kar = Karausche KG = Goldkarpfen KN = Nudus (Nackt-)Karpfen KS = Spiegelkarpfen

Tab. 3: Teichplan der ersten Versuchsreihe — Versuchsjahre 1966 bis 1969

Teich	Kreuzung	Verfügbare Fische	
		Besatz	Abfischung
35	KS × GG	200	112
	KS × KS	100	34
34	GG × GG	200	150
	KS × KS	100	41
33	GG × KS	200	0*
	KS × KS	100	
32	GG × GG	310	146
31	GG × KS	350	253

Frühjahr und Herbst 1966

Teich	Kreuzung	Verfügb. Fische	Teich	Kreuzung	Verfügb. Fische
123	KS × KS	20	124	KS × KS	20
	KS × GG	62		KS × GG	62
	GG × KS	125		GG × KS	127
	GG × GG	30		GG × GG	30
102	KS × KG	20	103	KS × KS	20
	KS × GG	62		KS × GG	62
	GG × KS	125		GG × KS	124
	GG × GG	29		GG × GG	30
44	KS × KS	10	45	KS × KS	10
	KS × GG	62		KS × GG	62
	GG × KS	125		GG × KS	124
	GG × GG	29		GG × GG	28
103	KS × KS	10	105	KS × KS	10
	KS × GG	58		KS × GG	61
	GG × KS	125		GG × KS	124
	GG × GG	28		GG × GG	28
42	KS × KS	10	43	KS × KS	10
	KS × GG	58		KS × GG	61
	GG × KS	123		GG × KS	124
	GG × GG	24		GG × GG	23
102	KS × KS	—			
	KS × GG	69			
	GG × KS	197			
	GG × GG	24			

\* Durch Betriebsunfall zugrundegegangen

KS = Spiegelkarpfen, GG = Goldgiebel

Anzahl der Beobachtungen siehe Tab. 8, 10 und 11

Tab. 4: Schema des Teichplans der zweiten Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Teich	Kreuzung	Verfügbare Fische			
		Stückzahl beim Einsetzen		Stückzahl bei der Abfisch.	
		Kreuzungs- fische	Kontrolle (KS × KS)	Kreuzungs- fische	Kontrolle
48	GS × Kar GG × KG	30 175	100	13*	9
47	GS × KN	113	200	10	8
46	GS × GS	260	75	24	63
45	KS × Kar	300	50	65	78
44	KN × GG	300	50	92 $\left\{ \begin{array}{l} 47 \text{ v} \\ 45 \text{ z} \end{array} \right.$	27
43	KN × GN	300	50	40 $\left\{ \begin{array}{l} 21 \text{ v} \\ 19 \text{ z} \end{array} \right.$	30
42	GG × GG	350	—	105	—
41	GG × Kar GG × Kar	200 100	50	45	44
40	GN × Kar	280	50	73	53
39	GG × KN	175	125	51 $\left\{ \begin{array}{l} 23 \text{ v} \\ 28 \text{ z} \end{array} \right.$	42
37	GN × KG GSR × GSR	130 170	50	12*	

\* Fische mit Barteln v = vollbeschuppt z = zeilbeschuppt  
 Anzahl der Beobachtungen siehe Tab. 16

Tab. 5: Hinweise zur Technik der Röntgenaufnahmen

Untersuchte Fische	Körperlänge	Strahlungsdauer
1sömmerige Hybridfische	10 cm	25 — 30 Sek.
1sömmerige Karpfen	} 10 — 20 cm	} 30 — 60 Sek.
2—3sömmerige Karauschen		
3sömmerige Goldgiebel	} 20 — 30 cm	} 60 — 90 Sek.
Kleinere 3sömmerige Hybriden		
Größere 3sömmerige Hybriden	} 30 — 40 cm	} 90 — 120 Sek.
3sömmerige Karpfen		
Röntgenerät	— Philips Oberflächentherapiegerät Typ Müller CT 50	
Focus-Filmabstand	— 80 cm	
Spannung	— 50 kV	
Stromstärke	— 2 mA	
	ohne Filter	
Entwickelt m. d. herkömml. Adefo-Röntgen-Rapid-Entwickler		
Film	— AGFA-Gevaert Structurix D 4	

### 3.2. Auswertungsverfahren

Der statistischen Analyse wurden stets nur Daten der Individuen von Gruppen des gleichen Jahrgangs unterworfen. Die statistische Auswertung wurde für jedes der Versuchsjahre gesondert durchgeführt.

#### Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1966

Zur Erfassung der Unterschiede der Formeigentümlichkeiten von den vier Nachkommenschaften wurden im ersten Versuchsjahr die arithmetischen Mittel der Meßergebnisse bei den einzelnen Nachkommenschaften — also von Karpfen, Karpfengiebel, Giebelkarpfen sowie Goldgiebel — errechnet. Weiterhin wurde die varianzanalytische Prüfung der Unterschiede zwischen den Nachkommenschaften nach den Rechenregeln, wie sie beispielsweise Bonnier u. Tedin (1959)\* beschreiben, mit Hilfe eines Computers ausgewertet.

Da sich jedoch die vier Versuchsfischgruppen in drei verschiedenen Teichen befanden (siehe Tab. 3), war eine sinnvolle Varianzanalyse nur unter Miteinbeziehung des Umweltfaktors möglich. Für eine gültige Beurteilung der Ergebnisse ist eine Trennung der Umwelteffekte von den genetischen Einflüssen und die Ermittlung der jeweiligen Signifikanz nötig. Wir führten deshalb die statistischen Berechnungen für alle Nachkommenschaften durch, nahmen aber nur die Ergebnisse der in einem Teich (Teich 34 — siehe Tab. 3) — also der unter gleichen Umweltbedingungen gehaltenen reinen Arten — in die Arbeit auf. Die arithmetischen Mittel sind in Tab. 8 zusammengefaßt.

#### Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1967

Da 1967 alle vier Versuchsgruppen vereint gehalten wurden — wenn auch auf zwei Teiche verteilt —, konnten die Ergebnisse einer hierarchischen Varianzanalyse unterworfen werden. Die Übergruppierung — in diesem Fall der Teicheffekt — wurde in die Untersuchung einbezogen. So wurde zuerst die Signifikanz der Unterschiede zwischen übergeordneten Gruppen, d. h. zwischen den Teichen, ermittelt. Sodann wurden als zweite Stufe die Differenzen zwischen untergeordneten Gruppen, und zwar innerhalb der Übergruppierung, d. h. unter Miteinbeziehung des Teicheffektes, auf statistische Sicherung hin untersucht.

Ergänzend zu dieser Ermittlung der Signifikanz der Differenzen „zwischen den Arten innerhalb der Teiche“ wurden die zwischen den Nachkommenschaften auftretenden Unterschiede unter Ausschaltung des Teicheffektes analysiert. Es wurden sodann zwei einfache Varianzanalysen eingeschaltet und die Merkmalsdifferenzen zwischen den vier Arten — getrennt nach Teichen — auf ihre Signifikanz geprüft. Schließlich wurden — um eine etwaige Wirkung ökologischer Effekte zu erfassen — jeweils zwei Gruppen gebildet, die genetisch gleicher Herkunft waren, aber in verschiedenen Teichen gehalten wurden. Mit Hilfe von insgesamt vier einfachen

\*) Bonnier G. und Tedin O., Biologische Variationsanalyse, Parey, Hamburg-Berlin 1959.

Varianzanalysen wurde auf diese Weise der Teicheffekt jeweils im Hinblick auf eine Gruppe statistisch untersucht. Die Differenzen der Merkmale der einzelnen Nachkommenschaften wurden auf ihre statistische Verlässlichkeit geprüft.

#### Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

1968 wurden die gleichen statistischen Analysen wie 1967 durchgeführt (siehe hierzu Tab. 11, 13, 14, 15).

#### Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Zur Erfassung der unterschiedlichen Formen der sämtlichen Kreuzungsarten wurden die Mittelwerte der Merkmale jeder Gruppe — und zwar getrennt nach Teichen — errechnet (Tab. 16). Ebenfalls gesondert nach Teichen wurden dann durch einfache Varianzanalyse die Unterschiede in den Merkmalen zwischen den Arten, d. h. zwischen Hybriden bzw. Goldgiebeln (letztere nur in Teich 46 — siehe Tab. 4) einerseits und den Spiegelkarpfen-Teichgefährten andererseits auf ihre Signifikanz geprüft (Tab. 17). Die Spiegelkarpfen dienten aufgrund ihrer wirtschaftlichen Bedeutung als Kontrollgruppe.

Um zu ermitteln, ob und in welchem Ausmaß sich Spiegelkarpfen der gleichen Nachkommenschaft unter verschiedenen Umweltbedingungen morphologisch unterscheiden bzw. ob sich der Teicheffekt ausschalten läßt, wurden die Meßdaten der Spiegelkarpfen der sieben Teiche einer einfachen Varianzanalyse unterworfen.

In den Teichen, in denen sich die Nachkommenschaft der Kreuzung in zwei Beschuppungstypen aufspaltete (Teich 39, 43, 44 — siehe Tab. 4), betrachtete man den Gesamtbesatz dieser Teiche als aus drei Versuchstiergruppen bestehend. Es wurden deshalb die Merkmalsunterschiede der vollbeschuppten und die der zeilbeschuppten Hybriden gesondert berechnet und in die Varianzanalyse miteinbezogen.

Zur Feststellung der Korrelationen der zwischen den verschiedenen Körpermerkmalen innerhalb der Gruppen bestehenden Zusammenhänge wurden gesondert nach Art und Jahrgang die Korrelationskoeffizienten berechnet. Jedes der 30 Merkmale wurde jeweils mit den übrigen 29 in Korrelation gesetzt. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten  $r$  erfolgte nach der Formel

$$r = \sqrt{\frac{SP_{xy}}{SQ_x \cdot SQ_y}}$$

wobei  $SP_{xy}$  = Summe der Produkte,  $SQ_x$  bzw.  $SQ_y$  = Summe der mittleren Abweichungsquadrate von Merkmal  $x$  bzw.  $y$  bedeuten. Die Korrelationen wurden im Rahmen der Reziprokkreuzungen allerdings lediglich für den Bestand von 1967 und 1968 — bei den Ergänzungskreuzungen nur für die Spiegelkarpfen innerhalb aller Nachkommenschaften der sieben Teiche — geprüft, da bei den restlichen Fällen die Stichproben viel zu klein waren, um statistisch verlässliche Rückschlüsse zu ziehen.

Die meristischen Merkmale wurden im Gegensatz zu den vermessenen morphologischen Merkmalen nicht statistisch bearbeitet, sondern es wurden jeweils lediglich deren untere und obere Grenze angegeben, die Anzahl der Beobachtungen sowie der betreffende Jahrgang.

Die statistische Auswertung erschien deshalb problematisch, weil die Frage umstritten ist, ob die meristischen Merkmale genetisch festgelegt sind (Skora 1961) oder altersbedingten sowie ökologischen Veränderungen unterliegen (Heuschmann 1938, Kirpitschnikow 1961, Whitehead 1962). Auch stand bei manchen Arten nur eine kleine Anzahl Fische zur Verfügung, u. a. aufgrund der Betriebsunfälle, die bereits geschildert wurden. Ferner mußte wegen begrenzter Möglichkeiten, eine große Anzahl Fische lebend zu röntgen, die Zahl der zu untersuchenden Fische beschränkt werden. Die Beschreibung der zählbaren Merkmale erfolgt in der üblichen Form. So wurde beispielsweise die Schuppenformel einer Art unter Angabe der Streuungsgrenzen in folgender Weise wiedergegeben:

$$30-35 \frac{5-6}{6-7}$$

(Tab. 21), anstatt die statistischen Mittelwerte, z. B.  $33,5 \frac{5,5}{6,5}$  anzuführen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die statistische Berechnung durch den Computer viel mehr Ergebnisse erbrachte, als im Rahmen der Arbeit benötigt und hier wiedergegeben werden konnte. Sie mußte sich auf die Bekanntgabe der wesentlichen Ergebnisse beschränken. So entstand sowohl bei den hierarchischen als auch einfachen Varianzanalysen die statistische Auswertung der Differenzen von allen 30 Merkmalen der betreffenden Art. In gleicher Weise wurden die Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen jedem einzelnen Merkmal und jedem der jeweils restlichen 29 Merkmale berechnet.

In den Tabellen wird jedoch die Angabe der Ergebnisse auf diejenigen Merkmale beschränkt, die für eine Selektion von Bedeutung sein könnten — insbesondere auf Merkmale, die vom wirtschaftlichen Standpunkt aus für die Fischerei wichtig erscheinen. Folglich wurden Korrelationen wie z. B. der Zusammenhang zwischen Afterflossenbasislänge und mittlerer Schwanzflossenbasislänge nicht in die Tabelle aufgenommen. Die Unterlagen aller Computerauswertungen sind jedoch im Fischereireferat des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie im Institut für Tierzucht, Freising-Weihenstephan, zugänglich.

### 3.3. Ergebnisse der Kreuzungsexperimente

Zunächst sei über die Ergebnisse der künstlichen Kreuzungen berichtet. Diese beziehen sich auf die Ergebnisse von unmittelbar nach der Paarung bis zum Einsetzen der Jungfische in die Teiche und umfassen die morphologische Beschreibung der verschiedenen Nachkommen.

### 3.3.1. Befruchtungserfolg nach der künstlichen Besamung

#### Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1966

Die zwei Kreuzungen und zwei Paarungen, die in Plastikschalen vorgenommen wurden, gingen komplikationslos vor sich. Die verwendeten Goldgiebeleier, die mit Sperma des Spiegelkarpfens bzw. arteigenem Sperma besamt wurden, wurden durchsichtig, und die Keimscheibe erschien, woraus auf eine erfolgreiche Befruchtung zu schließen war. In ähnlicher Weise gelang Besamung von Spiegelkarpfeneiern mit Sperma des Goldgibels bzw. Sperma von Spiegelkarpfen.

Aus allen vier Gruppen von Eiern schlüpfte Brut innerhalb von fünf Tagen, die keine bemerkenswerte Verkrüppelung aufwies noch Lebensschwierigkeiten hatte. Folglich konnte die Brut sieben Tage nach der künstlichen Besamung — nachdem sie gut schwimm- und freßfähig war — in fünf Teichen ausgesetzt werden (siehe Tab. 4).

Über die Mortalität der Eier und über den Befruchtungserfolg wurden im Jahr 1968 bei der zweiten Versuchsreihe Beobachtungen angestellt (Tabelle 2).

#### Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Üblicherweise wird bei der Beschreibung von Kreuzungen stets der Mutterfisch zuerst genannt. Die erste der im folgenden aufgeführten Kreuzungen bezieht sich somit auf eine Besamung von Silbergiebeleiern mit Karauschenmilch. Auf diesem Prinzip beruht die Wiedergabe aller in Tab. 2 dargestellten Kreuzungen.

#### Silbergiebel × Karausche — GS × Kar

Trotz der erschwerenden Umstände — die unerwartete Gewinnung der Eier wurde bereits oben erwähnt, an Sperma stand nur ein Tröpfchen von der Größe eines Stecknadelkopfes zur Verfügung, das mit Mühe einer Karausche abgenommen werden konnte — gab es einen zufriedenstellenden Befruchtungserfolg. Allerdings blieben 30 Prozent der Eier undurchsichtig, woraus man den Schluß ziehen konnte, daß vermutlich keine Befruchtung stattgefunden hat. Deshalb wurden diese Eier nach einem Tag beseitigt, um die Verpilzung auch der entwicklungsfähigen Eier zu unterbinden. Aus den restlichen 32 klarsichtigen Eiern sind 31 ausgeschlüpft; nur ein Ei ging während der Entwicklung zugrunde.

#### Silbergiebel × Silbergiebel — GS × GS

Ein Teil der Eier des obengenannten Mutterfisches wurde bei dieser Kreuzung mit Milch von einem ähnlich gefärbten Giebelmilchner besamt. Im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Fall kam eine normale Befruchtung zustande. Es wurden also nach der Vermischung von Eiern und Sperma alle Eier durchsichtig, und die Keimscheibe zeigte sich. Allerdings nahmen 5 bis 10 Prozent im Laufe der Zeit ein trübes Aussehen an und ent-

wickelten sich nicht weiter. Außerdem waren rund 20 Prozent der geschlüpften Brut sehr stark verkrüppelt und blieb nicht lange am Leben.

#### Silbergiebel $\times$ Nudus-(Nackt-)Karpfen — GS $\times$ KN

Diese Kreuzung wurde mit den übriggebliebenen Eiern des Silbergiebelroggers zehn Minuten nach der oben beschriebenen durchgeführt. Die Entwicklung nach der Befruchtung war ähnlich wie bei Silbergiebel  $\times$  Silbergiebel. Trotz Verwendung artfremder Milch schlüpfte die Brut in der gleichen Erbrütungszeit, anschließend trat jedoch ein höherer Brutverlust (38 Prozent) ein (Tab. 2), hauptsächlich entstanden durch verkrüppelte Brutlinge.

#### Silbergiebel $\times$ Goldgiebel — GS $\times$ KG

Auch bei dieser Kreuzung wurden Eier des gleichen Silbergiebels verwendet wie bei Kreuzung 2 und 3. Allerdings wurden die Eier erst ca. 24 Stunden nach der ersten Eiabgabe ausgestreift, nachdem der Fisch die ganze Zeit in einem mit kaltem Wasser durchströmten Hälter verblieben war. Sämtliche 600—700 besamten Eier blieben trüb. Vermutlich hing dies mit ihrer Überreife zusammen. Infolgedessen blieb nichts anderes übrig, als auf die ganze Kreuzung zu verzichten.

#### Spiegelkarpfen $\times$ Spiegelkarpfen — KS $\times$ KS

Eines der besten Befruchtungsergebnisse war bei dieser Paarung von Spiegelkarpfeneiern mit arteigener Milch gegeben. Relativ wenig Eier mußten wegen ihrer Trübung unmittelbar nach der Befruchtung beseitigt werden. Die Entwicklung der Eier erfolgte relativ schnell. Die ersten Larven entstanden innerhalb von 49,45 Stunden. Es dauerte aber weitere 56,30 Stunden, bis die ganze Brut ausgeschlüpft war. Auch gab es unter der Brut wenig tote oder lebensunfähige Exemplare.

#### Spiegelkarpfen $\times$ Karausche — KS $\times$ Kar

Die restlichen Eier des obengenannten Spiegelkarpfen-Weibchens wurden mit Milch eines Karauschen-Männchens besamt. Obwohl man von diesem Männchen nur sehr wenig Milch erhielt, war der Befruchtungserfolg dennoch zufriedenstellend. Außerdem entwickelten sich die Eier rasch; schneller sogar als bei der reinen Spiegelkarpfen-Paarung (siehe Tab. 2). Die Sterblichkeit der geschlüpften Brut war aber größer.

#### Nuduskarpfen $\times$ Goldgiebel — KN $\times$ GG

Diese Besamung erbrachte eines der besten Befruchtungsergebnisse, das dem der arteigenen Kreuzung Spiegelkarpfen  $\times$  Spiegelkarpfen gleichkam. Desgleichen entstand mit der geringste Brutverlust von allen Kreuzungen. Die Entwicklungsdauer nach der Befruchtung war sehr kurz.

#### Nuduskarpfen $\times$ Naturgiebel — KN $\times$ GN

Die Eier für diese Kreuzung stammten von dem gleichen Weibchen wie bei der vorher beschriebenen Kreuzung. Die Befruchtung und die Entwick-



lung der befruchteten Eier waren ebensogut wie bei Nuduskarpfen  $\times$  Goldgiebel. Von den 540 Larven starben nur vier ab, die Verlustquote war somit extrem niedrig.

#### Goldgiebel $\times$ Karausche — GG $\times$ Kar

Bei dieser Carassius-Carassius-Kreuzung waren überraschend wenig Eier befruchtet, obwohl ausnahmsweise genügend Karauschenmilch vorhanden war. In der Schale blieben fast alle Eier nach der Befruchtung trüb. In einer anderen Schale erhielten wir nur wenig transparente Eier. Die befruchteten Eier aber entwickelten sich bei dieser Kreuzung am schnellsten, und zwar innerhalb von 44, 45 Stunden. Auch von der geschlüpften Brut gingen relativ wenig Fischlein zugrunde.

#### Goldgiebel $\times$ Goldgiebel — GG $\times$ GG

Die Eier des Rogners der zuletzt erwähnten Kreuzung genügten für diese Kreuzung sowie für Kreuzungen 12, 13 und 14 (Tab. 2). Der Rogner sowie der Milchner befinden sich unter der Nummer ZSM — 23.935 bzw. 23.921 konserviert in der Zoologischen Staatssammlung München.

Der Befruchtungserfolg war verhältnismäßig groß. Es gab aber einen höheren Verlust an Brut. Außerdem erwies sich die Entwicklungsdauer der Eier als relativ lang.

#### Schwarzrandgiebel $\times$ Schwarzrandgiebel — GSR $\times$ GSR

Wie bereits erwähnt, wurden die Eier für diese Kreuzung von einem Rogner gewonnen, der sich offensichtlich nicht am Laichspiel beteiligt hatte. Die Besamung mit Milch eines gleichfarbigen Giebels ergab ein sehr schlechtes Befruchtungsergebnis. Überdies gingen 224 Larven von den 501 geschlüpften zugrunde. Es entstand also ein Brutverlust von etwa 43 Prozent. Die Mortalität war somit bei dieser Paarung die weitaus höchste.

#### Goldgiebel $\times$ Goldkarpfen — GG $\times$ KG

Der Befruchtungserfolg nach dieser Besamung kann als noch befriedigend — wenn auch nicht als besonders gut — bezeichnet werden. Dies gilt auch für Entwicklungsdauer der Eier sowie für den Brutverlust, verglichen mit den noch schlechteren Ergebnissen, die bei anderen Kreuzungen vorlagen.

#### Goldgiebel $\times$ Nuduskarpfen — GG $\times$ KN

Im Hinblick auf die Zahl der befruchteten Eier zählt diese Kreuzung zu den besseren. Es gab aber eine sehr hohe Zahl von Mißbildungen und lebensunfähigen Larven. Die Sterblichkeit der geschlüpften Brut war bei Paarung 11 — Schwarzrandgiebel unter sich (GSR  $\times$  GSR) — noch höher (Tab. 2).

#### Goldgiebel $\times$ Krausche — GG $\times$ Kar

Das Vorhandensein von genügend Karauschenmilch zur Besamung der restlichen Eier des Goldgiebels wirkte sich auf den Befruchtungserfolg

kaum aus, denn lediglich 80 Prozent der Eier gelangten zur Befruchtung. Die Eientwicklung erfolgte jedoch verhältnismäßig schnell. Außerdem gingen nur 7 Prozent der geschlüpften Brut dieser Carassius-Carassius-Kreuzung verloren.

Naturgibel  $\times$  Karausche — GN  $\times$  Kar

Das Sperma stammt von dem gleichen Milchner wie bei der zuletzt genannten Kreuzung 12. Auch das Ergebnis der Befruchtung war ähnlich. Die Entwicklung der Eier ging etwas schneller vor sich. Der Brutverlust war aber doppelt so hoch.

Naturgibel  $\times$  Goldkarpfen — GN  $\times$  KG

Die restlichen Eier des Naturgibels genügten für die Kreuzung mit Milch eines Goldkarpfens. 40 Prozent der Eier waren nicht befruchtet und blieben undurchsichtig. Im übrigen war die Entwicklungsdauer relativ kurz, und die Mortalität hielt sich in Grenzen, wenn man berücksichtigt, daß es sich um eine Carassius-Cyprinus-Kreuzung handelte.

### 3.3.2. Morphologische Merkmale der erzeugten Nachkommenschaften

Da eine strenge Trennung zwischen morphologischen und meristischen Merkmalen eingehalten wird, handelt es sich in diesem Kapitel nur um die augenfälligen Merkmale des Exterieurs und Interieurs der betreffenden Arten.

Eine ausführliche Beschreibung des Karpfens erübrigt sich, da eine große Anzahl eingehender Beschreibungen dieses wohlbekanntes Süßwasserfisches vorliegen, so von Bauch (1953), Heuschmann (1957) und Schindler (1968) — um nur einige Autoren zu nennen.

Jedoch wurden die Merkmale dieses wirtschaftswichtigsten Cypriniden — soweit notwendig — zum Vergleich herangezogen. Der Gibel bzw. die Nachkommenschaft aus Gibel  $\times$  Gibel-Paarungen hingegen wurde ausführlich beschrieben, und zwar im Hinblick auf die Gynogenese, die eine Reihe von Autoren bei Kreuzungen mit Gibeln annehmen. Das Erscheinungsbild des reinen Gibels soll deshalb als Vergleichsbasis für die Beurteilung zur Feststellung einer etwaigen gynogenetischen Vermehrung dienen.

Aus Gründen der Vereinfachung machten wir uns die Ähnlichkeit zunutze, die die Nachkommen bestimmter Gruppen von Kreuzungen untereinander besitzen und die so groß ist, daß sie äußerlich kaum zu unterscheiden sind. Wir teilen die Kreuzungen deshalb in Gruppen ein und beschreiben diese Nachkommenschaften innerhalb dieser Gruppierungen gemeinsam, anstatt die Hybriden der einzelnen Kreuzungen gesondert morphologisch zu erfassen. Nur bei den meristischen Merkmalen liegen Unterschiede zwischen den Nachkommen aller Kreuzungen vor, deren Beschreibung sinnvoll ist und die einem weiteren Kapitel vorbehalten bleibt.

### 3.3.2.1. Das Exterieur der erzeugten F<sub>1</sub>-Fische

#### a) Giebelkarpfen- oder Karpfengiebel-Gruppe

In der ersten Gruppe wurden die Nachkommen sämtlicher Kreuzungen zwischen allen Farbvarietäten des Giebels und allen Beschuppungstypen bzw. Farbtypen des Karpfens zusammengefaßt. Hierbei ist gleichgültig, in welcher Richtung die Kreuzungen vorgenommen wurden. Der Gruppe sind demnach die Nachkommen der ersten Versuchsreihe von 1966 zugeteilt, bei denen Beobachtungen von drei Jahrgängen vorliegen, sowie die Abkömmlinge von zwei Kreuzungen der zweiten Versuchsreihe im Jahre 1968. Es sind dies insgesamt die Kreuzungen

Spiegelkarpfen	×	Goldgiebel	—	ZSM* Nr. 23.933
Goldgiebel	×	Spiegelkarpfen	—	ZSM Nr. 23.931
Goldgiebel	×	Goldkarpfen	—	ZSM Nr. 23.928
Naturgiebel	×	Goldkarpfen		

Die Gestalt dieser Hybriden ist im allgemeinen sehr karpfenähnlich. Sie fallen relativ hochrückig aus und besitzen eine Rückenflosse mit konkav verlaufendem Rand, ähnlich wie die des Karpfens. Sie sind vollbeschuppt, und die Färbung ist bei allen untersuchten Exemplaren goldbraun. Da sie mit den vier Barteln am Maul ausgestattet sind, ist es ohne Zählung der meristischen Merkmale und ohne Kenntnis des Alters für den flüchtigen Beobachter sehr schwer, sie von Schuppenkarpfen auseinanderzuhalten. Doch bestehen kleine Unterschiede, die sich bei gründlicher Beobachtung zeigen. Die vier Barteln sind wesentlich kürzer als beim Karpfen des entsprechenden Alters. Bei den einsömmerigen Kreuzungsfischen sind oft nur zwei Barteln sichtbar, vor allem bei Exemplaren unter 8 cm Länge, wobei nur die zwei unteren Barteln ohne Lupe zu erkennen sind. Das Maul der Abkömmlinge der Karpfen-Giebel- bzw. Giebel-Karpfen-Kreuzungen wirkt viel mehr endständig als beim echten Karpfen. Auch erscheint der Kopf verhältnismäßig klein (siehe Tafel III).

#### b) Giebel × Giebel-Gruppe

Diese Gruppe erfaßt zwei Goldgiebel × Goldgiebel-Kreuzungen, die 1966 und 1968 durchgeführt wurden, sowie eine Silbergiebel × Silbergiebel und eine Schwarzrandgiebel × Schwarzrandgiebel-Kreuzung von 1968.

Die Färbung der Nachkommenschaft war aber nicht einheitlich, so daß die Farbtypen kurz beschrieben werden müssen. Die Nachkommenschaft der 1966er Goldgiebel × Goldgiebel-Paarung spaltete sich — grob gesehen — in folgende Farbexemplare auf:

\*) Zoologische Staatssammlung München

Tab. 6: Aufspaltung der Nachkommenschaft der Goldgiebel × Goldgiebel-Paarung — Versuchsjahr 1966

Beschreibung	Stückzahl	% der Population
grün (Naturfarbe)	131	44,20
gold mit schwarzen oder sonstigen Flecken	55	18,58
gold (rotgelb sowie gelbgrün)	49	16,55
silber (silbrig-glänzend)	32	10,81
silber mit fleischfarbigen oder sonstigen Flecken	<u>29</u>	<u>9,84</u>
Total	296	100,00

Hingegen entstanden aus der Paarung Goldgiebel × Goldgiebel von 1968 (ZSM Nr. 23.935 bzw. 23.921) 100 Prozent goldgrüne Exemplare, und zwar durchaus Exemplare des Umfärbungstypus (ZSM Nr. 23.924). Bei allen Abkömmlingen der Silbergiebel × Silbergiebel-Kreuzungen (ZSM Nr. 23.932) war die Färbung die gleiche wie bei den Silbergiebel-Eltern. Die Nachkommenschaft bestand also ausschließlich aus farblosen Exemplaren mit fleischfarbigen oder schwarzen Flecken. Die Nachkommenschaft der Schwarzrandgiebel-Kreuzung war leider für eine zuverlässige Feststellung des Farbenbildes viel zu klein. Außerdem befanden sie sich in einem Mischbesatz-Teich (Teich 37 — Tab. 4), dessen Mitglieder wegen ihrer geringen Größe schwer fehlerfrei voneinander zu unterscheiden waren.

Es sei an dieser Stelle über die Nachkommenschaft berichtet, die aus unkontrolliertem Laichen eines Reservebestandes von Giebellaichen hervorging. Diese Population stellt die F<sub>2</sub>-Generation der 1966 vorgenommenen Paarung Goldgiebel × Goldgiebel dar.

Es wurde nur ein Teil der Nachkommen aus dieser Kreuzung für die zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968 — benötigt, der Rest wurde in zwei Teiche (Teich 103 und 105 — Tab. 3) eingesetzt. Hinzu kamen diejenigen Exemplare, die bei der zweiten Versuchsreihe nicht zum Laichen gelangten. In diesem Bestand waren somit — wie oben dargelegt — sämtliche Farbexemplare vertreten, die nun im Laufe des Sommers 1968 unkontrolliert laichten. Es kann deshalb nicht gesagt werden, welche Partner der Farbvarietäten sich jeweils untereinander paarten. Teichgefährten dieser verschiedenfarbigen Geschwister aus der 1966er Goldgiebel × Goldgiebel-Kreuzung waren nicht laichfähige zweisömmerige Spiegelkarpfen sowie ebenfalls noch nicht laichfähige zweisömmerige Giebelkarpfen- bzw. Karpfengiebel-Hybriden. Bei der Herbstabfischung 1968 fanden wir folgende einsömmerige Farbvarietäten des Giebels in den beiden Teichen (hier in Tab. 7 angegeben):

Tab. 7: Aufspaltung der Nachkommenschaft aus unkontrolliertem Laichen des Reservebestandes von Giebellaichern im Jahre 1968

Goldgiebel × Goldgiebel F <sub>1</sub> — (1966)			
Nachkommenschaft (a)		Nachkommenschaft (b)	
Zweite Versuchsreihe (1968)	Reservebestand (1968)		
	Farbtype	Stückzahl	% des Gesamtbestandes
	grün	1702	48,09
	goldgrün	742	20,85
	goldrot	402	11,20
	sonstige	712	19,76
Total	3558	100,00	

Im Hinblick auf die Gestalt waren alle Farbexemplare einander sehr ähnlich, lediglich die Spiegelkarpfen erschienen mehr langgestreckt.

Wie beim Karpfen bzw. Giebel wies die gesamte Nachkommenschaft der Gruppe den scharfen Knick zwischen Kopf und Vorderrückenpartie auf, wodurch die Hochrückigkeit betont wird. Die Rückenflosse aller Exemplare dieser Gruppe war eingebuchtet, es fanden sich keine Barteln an der Maulpartie, der Kopf war durchweg klein. Die Vollbeschuppung war bei allen Nachkommen — auch bei den farblosen — ausgeprägt. Abgesehen von der Färbung und Bartellosigkeit war somit in bezug auf die Gestalt das einzige auffällige Merkmal, worin sich die Abkömmlinge der Gruppe vom Karpfen unterschieden, der besonders stark gewölbte Bauch, der für gut ernährte Giebel charakteristisch ist (siehe Tafel III).

#### c) Nuduskarpfen-Giebel- bzw. Giebel-Nuduskarpfen-Gruppe

- Nuduskarpfen × Goldgiebel — ZSM Nr. 23.930
- Nuduskarpfen × Naturgiebel — ZSM Nr. 23.929
- Silbergiebel × Nuduskarpfen — ZSM Nr. 23.923
- Goldgiebel × Nuduskarpfen

Dieser Gruppe wurden die vier Kreuzungen zugeteilt, deren Nachkommen sich in etwa gleichem Zahlenverhältnis nach zwei Beschuppungstypen, und zwar nach vollbeschuppten und zeilbeschuppten Exemplaren, aufspalteten. Hierbei waren die vollbeschuppten Fische am ganzen Körper bräunlich-grün, die Bauchpartie erschien nur im Vergleich zum Rücken etwas aufgehellt, die Zeilenexemplare wiesen jedoch eine schwarz-grüne Färbung des Rückens und eine hellgraue der Bauchpartie auf. Im übrigen zeigten alle Nachkommen die gleiche Körperform: Der Kopf war klein, die

Rückenflossen konkav gerandet. Sie trugen schmale, paarige Flossen, bei den größeren Exemplaren waren vier Barteln erkennbar. Die Körperform auch dieser *Cyprinus* × *Carassius*-Kreuzung macht einen gedrungenen Eindruck. Die Linie vom Kopf bis zum Rücken zeigt jedoch nicht den schroffen Einschnitt wie beim echten Giebel oder Spiegelkarpfen. Was die Körperbreite anbetrifft, so überwiegt der breitere Körperbau des Giebels (siehe Tafel IV).

Zwei Bachforellen, die aus dem angrenzenden Kanal eindringen, reduzierten die verfügbaren Nachkommen der Silbergiebel × Nuduskarpfen-Kreuzung (Teich 47 — Tab. 4). Es blieben aber genügend Fische zurück, um zumindest die Beschuppungstypen sowie die Körperform einwandfrei zu ermitteln.

#### d) Giebel × Karausche-Gruppe

Silbergiebel × Karausche — ZSM Nr. 23.927

Goldgiebel × Karausche — ZSM Nr. 23.926

Naturgiebel × Karausche

Ein ähnlicher Fall wie in Teich 47 ereignete sich auch in Teich 48, in dem zwei Regenbogenforellen — die vermutlich vom benachbarten Teich 49 herübergewechselt waren — die Abkömmlinge der Silbergiebel × Karausche-Kreuzung verminderten. Es blieben nur noch wenige Fische übrig. Die Anzahl genügte jedoch zur Feststellung der Körperform, die sich nicht grundsätzlich von den anderen Nachkommen dieser Gruppe unterschied.

Da es sich hier um „*Carassius*-*Carassius*-Kreuzungen handelte, deren Elterntiere also nicht mit Barteln ausgestattet waren, wiesen auch die Nachkommen keine Barteln auf. Alle Exemplare waren voll beschuppt. Die Färbung war deutlich zweitönig — die Bauchpartie war hell-silbrig, die Rückenpartie dunkler silbergrau. Das Maul erschien klar endständig. Der kleine Kopf und der gedrungene Körper — Merkmale, die für gutgenährte *Carassius*-Arten typisch sind — waren auch bei diesen Fischen ausgeprägt. Auffällig war jedoch die Stellung der Rückenflosse, die ziemlich weit rückwärts — fast in der Mitte des Körpers — eingesetzt war. Die Rückenlinie verlief in einem ziemlich langen, geschwungenen Bogen ohne Knick. Die relative Körperbreite erinnerte mehr an die Karausche als an den Giebel (siehe Tafel IV).

#### e) Karpfen × Karausche-Gruppe

Spiegelkarpfen × Karausche — ZSM Dr. 23.922

Wie die echte Karausche, sind die Nachkommen dieser Kreuzungsgruppe dunkelgrau gefärbt und vollbeschuppt. Der Kopf ist klein. Das unterständige, mit vier Barteln ausgestattete Maul ähnelt dem des Karpfens mehr

als dem der Karausche. Der Körper ist viel gedrungener als beim Spiegelkarpfen und steht der Karausche nahe. Die Rückenflosse nimmt eine intermediäre Stellung zwischen den beiden Ausgangsarten ein. Wie die des Karpfens ist sie konkav geschwungen, jedoch nicht so kräftig wie beim echten Karpfen. Keinesfalls ist sie konvex gewölbt wie bei der Karausche. Die paarigen Flossen fallen verhältnismäßig klein aus (siehe Tafel V).

#### f) Karausche $\times$ Karausche-Gruppe

Die wenigen vorhandenen Karauschen, die — wie schon erwähnt — aus dem Vereinsweiher in Bauerbach (Obb.) stammten, dienten nur zu Vergleichsuntersuchungen. Ausführliche Beschreibungen der Karausche sind u. a. in den Arbeiten von Bauch (1953), Heuschmann (1938/1957), Schindler (1968) enthalten. Die Versuchsexemplare bestätigten lediglich deren Angaben: Der Körper der Karausche ist sehr gedrungen, zeigt aber nicht den Knick im Bogen der Rückenlinie zwischen Kopf und Rückenflosse wie beim Spiegelkarpfen und beim Giebel. Überdies ist der Körper vollbeschuppt und dunkelgrau gefärbt. Auffällig ist jedoch die nach oben gewölbte Rückenflosse, die sie sowohl vom Karpfen als auch vom Giebel unterscheidet (siehe Tafel V).

### 3.3.2.2. Das Interieur der erzeugten $F_1$ -Fische

#### a) Giebelkarpfen- und Karpfengiebel-Gruppe

Das Aussehen des Bauchfelles (Peritoneum) ergab kein einheitliches Bild. Es konnte nur festgestellt werden, daß bei keinem der 60 untersuchten Fische das Bauchfell schwarz war, wie Heuschmann (1938) dies bei reinrassigen Giebeln festgestellt hat. Stattdessen ließ sich die Färbung des Bauchfelles nicht deutlich charakterisieren, sondern es gab Übergangsfärbungen von silbrighell bis dunkelsilber. Auch die Gestalt der Schwimmblase war bei den Kreuzungsfischen nicht einheitlich. Es zeigte sich lediglich, daß im Gegensatz zum reinen Spiegelkarpfen bei den Exemplaren der Gruppe die Vorderkammer nicht immer größer als die Hinterkammer war. Dabei muß man jedoch berücksichtigen, daß — wie die Röntgenbilder zeigten — u. a. das Alter des Fisches die Gestalt der Schwimmblase auch beim Spiegelkarpfen wesentlich beeinflusst. Desgleichen kann man — was die Dornfortsätze der Wirbel (Processus spinalis dorsalis) der Nachkommen dieser Kreuzungen betrifft — kein klares Bild gewinnen. Hier — wie auch bei den weiteren Beschreibungen — sind nur die Dornfortsätze der ersten fünf Wirbel gemeint, also die drei Hals- und die ersten zwei Brustwirbel der Wirbelsäule.

In der Bauchhöhle der meisten der dreisömmerigen Fische dieser Gruppe

fand sich viel Fett. Dies deckt sich auch mit Angaben von Heuschmann (1938), der bei der Beschreibung der Bauchhöhle von vermutlichen Karpfengibel-Bastarden berichtet, sie seien „mit dicken Fettpolstern ausgekleidet und der Darm mit seinen Ausgangsorganen in ebensolchen Fettmassen eingebettet“ — siehe auch Tafel II).

Beseitigt man bei den dreisömmerigen Fischen dieser Gruppe den Fettansatz, so erblickt man die entweder mißgebildeten oder unterentwickelten Gonaden. Lediglich bei den dreisömmerigen Exemplaren, die einen nur mäßigen Fettansatz aufwiesen, wurden normal entwickelte Gonaden festgestellt.

#### b) Gibel × Gibel-Gruppe

Selbst Heuschmann (1938) räumt ein, daß das dunkel gefärbte Bauchfell des Gibels nicht bei den silbrigen und goldenen Farbtypen dieser Art vorkommt. Auch bei unseren Versuchen traten bei den silbrigen und goldenen Exemplaren lediglich helle Bauchfelle auf. Bei den naturfarbenen Gibeln wurde meistens ein silbergraues Bauchfell festgestellt.

Anhand der Röntgenbilder ergab sich in bezug auf die Gestalt der Schwimmblase kein einheitliches Bild. So kamen sowohl bei den dreisömmerigen Nachkommen dieser Gruppe als auch bei den einsömmerigen Exemplaren solche mit gleich großen Kammern vor und solche, bei denen die Vorderkammer länger war. Auch im Hinblick auf die Winkelstellung der Dornfortsätze der Wirbel ließ sich kein charakteristisches Bild feststellen.

#### c) Nuduskarpfen × Gibel- oder Gibel × Nuduskarpfen-Gruppe

Ähnlich wie bei der obengenannten Gibelkarpfen-Gruppe schwankte die Färbung des Bauchfelles der Nuduskarpfen-Gibel und Gibel-Nuduskarpfen zwischen silberhell und silbergrau. Die schwarze Pigmentierung des naturfarbigen Gibels trat bei keinem der untersuchten Fische auf.

Die dorsalen Dornfortsätze der ersten fünf Wirbel der Nachkommen dieser Kreuzungen waren je nach Größe und Form des Körpers unterschiedlich steil angeordnet. Bei größeren, hochrückigen Exemplaren standen sie im rechten, bei kleineren, langgestreckten, in spitzem Winkel zur Wirbelsäule. Ein für alle Nachkommen dieser Kreuzungstypen charakteristischer Neigungswinkel ließ sich nicht ermitteln.

Das gleiche Bild bot sich bei der Gestalt der Schwimmblase, d. h. eine besondere Schwimmblasenform für diesen Kreuzungstyp lag nicht vor. Zwar überwog die Zahl der Exemplare, bei denen die Vorderkammer größer als die Hinterkammer war, jedoch gab es auch Fische mit abweichend geformter Schwimmblase.



## d) Gibel × Karausche-Gruppe

Die Elternarten dieser Kreuzungsgruppe unterschieden sich trotz ihrer Zugehörigkeit zur gleichen Familie hinsichtlich der Farbe des Bauchfelles, das beim Gibel schwarz, bei der Karausche hell bis silbrig pigmentiert ist (Heuschmann 1938). Folglich war auch bei den Nachkommen die Färbung des Bauchfelles nicht einheitlich. Sie war entweder dunkel oder fleischfarben, daneben fanden sich Übergangsfarben.

Der Winkel der ersten Wirbeldornfortsätze erwies sich — wie bei der obigen Gruppe — als abhängig von der Rückenhöhe des Individuums. Was die Form der Schwimmblase betrifft, so überwogen Exemplare mit zwei gleich großen Kammern. Daneben traten aber auch vereinzelt Fische auf, bei denen die Hinterkammer die der Vorderkammer an Größe übertraf.

## e) Karpfen × Karausche-Gruppe

Bei der Mehrzahl der Nachkommen dieser Kreuzung ist die Hinterkammer der Schwimmblase länger als die Vorderkammer, was auch mit den Angaben von Skora (1963) übereinstimmt. Ob dieses Merkmal jedoch als charakteristisch für diesen Hybrid zu betrachten ist, sei der Diskussion vorbehalten. Auch in dieser Gruppe gewinnt man den Eindruck, daß ein Zusammenhang zwischen der Rückenhöhe und der Winkelstellung der Dornfortsätze besteht, so daß der Winkel der Dornfortsätze als Charakteristikum wiederum ausscheidet.

Von den verschiedenen Autoren, die sich mit diesem schon seit 1721 bzw. 1780 (Rzacznski bzw. Kluk zt. nach Skora 1962) bekannten Mischling befaßten, hat keiner über eine auffällige Färbung des Bauchfelles berichtet, was auch die vorliegenden Untersuchungen bestätigten. Die Hybriden wiesen die bei der Mehrheit der mitteleuropäischen Cypriniden anzutreffende hell-silbrige Färbung des Bauchfelles auf.

## f) Karausche × Karausche-Gruppe

Die wenigen Exemplare, die zur Verfügung standen, besaßen alle eine Schwimmblase mit längerer Hinterkammer (Tafel VIII). Die Dornfortsätze der sehr hochrückigen Fische standen fast im rechten Winkel zur Wirbelkörperlängsachse. Ihre Peritoneaen waren hell pigmentiert. Das geringe Beobachtungsmaterial läßt aber keine allgemeingültigen Rückschlüsse zu, so daß hier auf die detaillierten Angaben von Skora (1961) verwiesen sei.

### 3.3.3. Vergleich und Gegenüberstellung der Meßergebnisse

#### 3.3.3.1. Allgemeine Voraussetzungen

Eine statistische Auswertung der morphologischen Merkmale ist nur sinnvoll, wenn — abgesehen von den auf ihre Signifikanz zu prüfenden Variationsursachen — jeweils die gleichen Bedingungen herrschen. Ob und inwieweit man solch gleichartige Voraussetzungen bei den vorliegenden Untersuchungen annehmen kann, sei im folgenden dargelegt:

- a) Man konnte als gegeben annehmen, daß für alle Nachkommenschaften genügend abwechslungsreiche und ausreichende Naturnahrung zur Verfügung stand und daß keine von ihnen durch das Fehlen eines bestimmten Nährstoffes nach Art und Menge benachteiligt war.
- b) Eine ausführliche Kenntnis über die Sozialhierarchie der untersuchten Fischarten und deren Bastarde liegt nicht vor. Man kann mangels besonderer Anhaltspunkte einen etwa gleichartigen Einfluß solchen Sozialverhaltens innerhalb der Gruppen unterstellen. Man kann somit voraussetzen, daß keine der Gruppen durch die in ihr möglicherweise herrschende spezifische Sozialrangordnung in irgendwelcher Weise begünstigt wurde.
- c) Die Umwelt eines Versuchsteiches wurde in Anbetracht einer verhältnismäßig geringen Ausdehnung als einheitlich für alle Insassen des betreffenden Teiches betrachtet.
- d) In keiner der Nachkommenschaften wurde eine Vorselektion nach Größenklassen — also nach Vor-, Normal- und Nachwüchsern — vorgenommen. Man kann als gesichert annehmen, daß die unterschiedlichen Größenklassen in jeder Stichprobe der verschiedenen Gruppen in gleicher Weise vertreten waren und die Vergleichbarkeit der Werte nicht beeinträchtigt wurde. Die verfügbaren Fische sowie die Zahl der untersuchten Fische sind hierbei in Tab. 3 und 4 angegeben.

#### 3.3.3.2. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1966

Um jegliche Verwechslung der Kreuzungsprodukte zu vermeiden, wurde die Brut in einzelnen Teichen aufgezogen (siehe Tab. 3). Dadurch entstand jedoch der Nachteil, daß durch die Verwendung der verschiedenen Teiche unterschiedliche Umweltbedingungen geschaffen wurden. Nur die reinrassigen Arten — also Spiegelkarpfen und Goldgiebel — konnten in einem Teich (Teich 34) untergebracht werden. Hingegen wurden die Nachkommen der Karpfen×Goldgiebel-Kreuzung — kurz „Karpfengiebel“ genannt — und die Abkömmlinge der Goldgiebel×Karpfen-Kreuzung — die „Giebelkarpfen“ — in zwei verschiedenen Teichen (Teich 31 und 35) gehalten. Somit sind der Einfluß der Fischart und der des Teiches „confounded“ und nicht voneinander zu trennen, so daß die ermittelten Differenzen weder eindeutig der Fischart noch der Umwelt zugeschrieben werden können. Für

eine Ermittlung der statistischen Sicherung der gefundenen Differenzen zwischen den Hybriden fehlen somit die nötigen Voraussetzungen. Über das unterschiedliche Wachstum von Karpfen, Goldgiebeln und deren Bastarde im ersten Sommer, und zwar der Nachkommenschaften, die zu weiteren Untersuchungen eingesetzt wurden — also die Nachkommenschaften aus den Teichen 31, 34 und 35 — gibt Tab. 8 Auskunft. Der Verlauf des Wachstums in den darauffolgenden Jahren ist weiterhin aus Abb. 5 abzulesen.

Tab. 8: Mittelwerte der Merkmale der Nachkommenschaften der ersten Versuchsreihe — Versuchsjahr 1966

Merkmal*	Art	Karpfen	Karpfen-giebel	Giebel-karpfen	Gold-giebel
	Teich	34	35	31	34
Anz. d. Beob.		13	10	25	13
1		30,85	10,80	11,84	19,77
2		11,79	8,28	8,55	9,13
3		9,38	6,68	6,66	7,16
4		2,99	2,09	2,06	2,38
5		1,48	1,31	1,06	1,09
6		2,87	2,07	2,11	2,26
7		4,60	3,26	3,13	3,60
8		2,73	1,99	1,99	2,24
9		2,99	2,90	2,18	2,42
10		1,90	1,38	1,34	1,36
11		2,60	1,89	1,96	2,42
12		1,11	0,82	0,84	1,21
13		3,64	2,33	2,29	2,49
14		1,74	1,32	1,43	1,54
15		2,43	1,58	1,80	2,02
16		1,24	0,92	0,97	1,20
17		2,19	1,56	1,72	1,87
18		1,76	1,23	1,30	1,30
19		1,59	1,24	1,26	1,41
20		1,56	1,07	1,20	1,35
21		1,57	1,22	1,22	1,36
22		0,44	0,41	0,37	0,40
23		2,29	1,54	1,67	1,97
24		1,83	1,20	1,35	1,54
25		3,92	2,82	2,93	3,59
26		2,06	1,42	1,46	1,93
27		1,80	1,90	1,88	2,59
28		2,39	2,37	2,28	2,00
29		3,27	3,23	3,16	3,17
30		1,90	2,02	2,01	1,87

Merkmal 1 = Körpergewicht (g)

Merkmal 2—26 = Körperabmessungen (cm)

Merkmal 27—30 = Körperproportionen (Indexwerte)

\* Erläuterung siehe Abb. 2

Für die Nachkommen der Paarungen innerhalb der reinen Arten, die wegen der leichten Unterscheidbarkeit in einem Teich gehalten wurden, wurde ein Varianzanalytischer Vergleich der statistischen Ergebnisse der Körpermessungen durchgeführt. Wie aus Tab. 9 hervorgeht, erwies sich der Karpfen hinsichtlich sämtlicher einfachen Körperdimensionen dem Goldgiebel hochsignifikant überlegen. Alle untersuchten Merkmale stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem artbedingten Größenunterschied zwischen Spiegelkarpfen und Giebel, der in der Fischzucht allgemein bekannt ist.

Tab. 9: Signifikanzquotienten der Differenzen von 14 Merkmalen zwischen einsömmerigen Karpfen und Goldgiebeln der ersten Versuchsreihe aus Teich 34 — Versuchsjahr 1966

	Varianzursache	FG*)	
	Arten	1	
	Rest	24	
	Total	25	
Merkmale	F-Test		Überlegene Art
Gewicht	11,721		Karpfen
Totallänge	47,928		Karpfen
Körperlänge	33,039		Karpfen
Vorderrückenlänge	20,147		Karpfen
Hinterrückenlänge	38,725		Karpfen
Kopflänge	32,761		Karpfen
Rückenflossenbasislänge	53,423		Karpfen
Größte Kopfhöhe	9,301		Karpfen
Größte Körperhöhe	5,245		Karpfen
Größte Körperbreite	3,796		Karpfen
Korpulenzfaktor	63,972		Goldgiebel
Hochrückigkeit	61,107		Goldgiebel
Relative Kopfgröße	1,539		Karpfen
Relative Körperbreite	0,712		Goldgiebel

\*) Freiheitsgrad

Hingegen ergab sich zugunsten des Goldgiebels eine hohe statistische Sicherung der Unterschiede in den Proportionen Korpulenzfaktor und Hochrückigkeit, zwischen denen eine enge Abhängigkeit besteht. Die hochsignifikant höheren Indexwerte des Goldgiebels sind auf den gedrungenen Körperbau dieser Art zurückzuführen.

Hinsichtlich der relativen Kopfgröße wies der Karpfen, in bezug auf die relative Körperbreite der Goldgiebel, die höheren Werte auf. Die Differenzen waren jedoch in beiden Fällen für eine statistische Sicherung nicht ausreichend und müssen deshalb dem Zufall zugeordnet werden (siehe Tab. 9).

### 3.3.3.3. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1967

Der bereits erwähnte Besatz von zwei Teichen mit zahlenmäßig etwa gleich großen Populationen, die sich jeweils aus Exemplaren aller vier Nachkommenschaften zusammensetzten, machte im Jahr 1967 die hierarchische Varianzanalyse anwendbar. So wurde zuerst die statistische Sicherung zwischen übergeordneten Gruppen — also „zwischen“ den beiden Teichen — ermittelt, sodann die zwischen untergeordneten Gruppen, d. h. zwischen den einzelnen Nachkommenschaften. Dies erfolgte — entsprechend der hierarchischen Einteilung unter Miteinbeziehung der Übergruppierung — „zwischen“ den Nachkommenschaften „innerhalb“ Teichen und zur Vervollständigung auch unter Ausschaltung des Teicheffektes zwischen den Nachkommenschaften.

Ferner wurden zwei einfache Varianzanalysen angeschlossen und die zwischen den Arten auftretenden Unterschiede jeweils gesondert nach Teichen auf ihre Signifikanz hin untersucht. Schließlich wurden — um verborgene Umwelteinflüsse aufzuzeigen — die Unterschiede zwischen jeweils genetisch homogenen Gruppen, jedoch entnommen aus verschiedenen Teichen, auf ihre statistische Sicherung hin geprüft.

Die hierarchische Varianzanalyse ergab in bezug auf keines der untersuchten Merkmale eine statistische Sicherung des Teicheffektes (Tab. 12), d. h. die auf den Einfluß des Teiches zurückzuführenden Merkmalsunterschiede waren nicht signifikant. Jedoch waren die Differenzen der Mittelwerte der Merkmale, die zwischen den einzelnen Nachkommenschaften der beiden Teiche auftraten und die in Tab. 12 zusammengefaßt sind, statistisch hoch gesichert, d. h. die Untergruppierung — die Einteilung in Nachkommenschaften — erwies sich im Gegensatz zur Übergruppierung — der Verteilung auf zwei Teiche — als signifikante Variationsursache. Dies galt in erster Linie für die Körper- und Totallänge, in zweiter Linie für das Gewicht. Ebenfalls durchwegs hoch waren die Quotienten, die die statistische Sicherung der Unterschiede zwischen den Gruppen oder Nachkommen — unter Ausschaltung des Teicheffektes — angeben. Sie lagen jedoch stets etwas unter den betreffenden Werten für die Differenzierung „zwischen den Gruppen innerhalb beider Teiche“, woraus auf gewisse Umwelteinflüsse zu schließen ist, die die artbedingten Unterschiede noch verstärkten.

Es galt deshalb, den Einfluß der Arten und etwaige wirksame Umweltfaktoren deutlicher voneinander abzugrenzen. Die Unterschiede, die sich zwischen den Mittelwerten der einzelnen Nachkommenschaften zeigten, wurden deshalb getrennt nach Teichen auf ihre Signifikanz hin geprüft. Es ergab sich eine hohe statistische Sicherung der Differenzen zwischen den Teichgefährten in jedem Teich, wobei die Quotienten für die in Teich 102 ermittelten Differenzen jedoch in den meisten Fällen über denen des Teiches 103 lagen (Tab. 14).

Durch diese beiden an die hierarchische Varianzanalyse angeschlossen einfachen Varianzanalysen wurde ebenfalls ein gewisser Umwelteinfluß

deutlich. Er war jedoch durch den weitaus stärkeren der Untergruppierung überdeckt. Dieser ist auf die genetischen Faktoren zurückzuführen. Er muß in Wirklichkeit noch höher angesetzt werden, als die hierarchische Analyse ergab, da aus technischen Gründen — nämlich durch die Verteilung auf zwei Teiche — jeweils zwei Nachkommenschaften gleicher genetischer Herkunft als gesonderte Gruppen innerhalb der Untergruppierung betrachtet wurden.

Um die etwaige Wirksamkeit der Teichumwelt festzustellen, d. h. um zu ermitteln, ob der Teicheffekt nicht doch als Variationsursache in Frage kommen kann, mußte der genetische Faktor nach Möglichkeit eliminiert werden. Dies war nur möglich, indem man die Analyse auf Merkmalsunterschiede bezog, die zwischen Gruppen genetisch gleicher Herkunft — jedoch gehalten unter verschiedenen Umweltbedingungen — ermittelt wurden, d. h. zum Beispiel zwischen zwei Nachkommenschaften von Spiegelkarpfen, von denen die eine Teich 102, die andere Teich 103 entstammte. Man beschränkte sich hierbei auf eine kleinere Anzahl von Stichproben (Tab. 15).

Die Analysen ergaben einen je nach Art unterschiedlichen Teicheffekt, was zwar auf eine Gen-Umwelt-Interaktion hindeutet, statistisch aber nicht gesichert werden konnte. So waren die Differenzen zwischen den beiden Gruppen der Karpfengübel — abgesehen von der größten Körperbreite — durchweg statistisch hoch gesichert. Der Signifikanzgrad war meistens sogar hoch bis sehr hoch — insbesondere war der Umwelteinfluß auf die wirtschaftlich wichtigen Proportionen Korpulenzfaktor und Hochrückigkeit und die damit zusammenhängende relative Körperbreite ausgeprägt.

Bei den Gübelkarpfen konnten nur die Unterschiede in der Hinterrückenlänge und in der relativen Kopfgröße statistisch gesichert werden. Auch beim Karpfen erwies sich der Teicheffekt in bezug auf die meisten Merkmale als signifikant, jedoch war der Grad der Sicherung fast immer deutlich niedriger als beim Karpfengübel. Der Goldgübel zeigte sich als völlig unabhängig von ökologischen Faktoren. Dies galt — abgesehen von den oben erwähnten Merkmalen — auch für die Hybriden mit Gübeln als mütterlichem Elternteil (Gübelkarpfen).

Wie stark lokale Umwelteinflüsse durch klimatische Faktoren modifiziert werden und welche mannigfachen Wechselwirkungen zwischen Arten und komplexen ökologischen Effekten anzunehmen sind, zeigt der Vergleich mit den entsprechenden Analysen des Jahres 1968, auf die später noch einzugehen ist.

In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Mittelwerte der durch Messung erfaßten Körpermerkmale verwiesen (Merkmal 1—26, Tab. 10). Die größten Unterschiede zum Populationsdurchschnitt weist der Karpfen auf, und zwar besonders im Hinblick auf Gewicht, Total- und Körperlänge, den Abstand zwischen Ende Kiemendeckel bis Afteröffnung, d. h. die Hauptbauchpartie, die Rückenflossenbasislänge und somit die Mittlrückenpartie und die größte Körperhöhe. Es handelt sich hier um wirtschaftlich wertvolle Merkmale. Gesichert höher als beim Gübel sind die Index-

Tab. 10: Mittelwerte der Merkmale der Nachkommenschaften der ersten Versuchsreihe — Versuchsjahr 1967

Art	Karpfen		Karpfengibel		Gibelkarpfen		Goldgibel		Teichgefährten	
	102	103	102	103	102	103	102	103	102	103
Teich										
AnzahlBeob.	9	11	20	20	20	20	15	20	64	71
Merkmal*										
1	769,33	559,27	206,75	152,20	223,05	255,95	130,67	138,30	273,13	232,13
2	33,07	29,59	21,70	17,36	21,40	21,68	16,94	16,91	22,10	20,34
3	27,67	24,53	17,78	14,10	17,53	17,71	13,75	13,75	18,15	16,63
4	8,49	7,96	5,66	4,71	5,52	5,66	4,75	4,75	5,80	5,49
5	4,28	4,03	2,89	2,02	2,60	2,99	2,25	2,23	2,85	2,66
6	8,60	7,64	5,71	4,74	6,04	5,90	4,75	4,59	5,99	5,47
7	13,18	11,86	8,68	7,50	8,57	8,49	7,05	7,14	8,90	8,36
8	9,11	8,09	5,81	4,65	5,62	5,66	4,73	4,56	5,96	5,44
9	9,09	7,91	5,67	4,81	5,94	5,93	4,78	4,71	6,02	5,58
10	5,10	4,70	3,61	2,98	3,90	3,56	2,71	2,71	3,70	3,33
11	7,79	6,65	5,16	4,86	5,20	5,26	4,93	4,55	5,38	5,16
12	2,77	2,64	2,02	1,86	2,12	2,20	1,75	1,88	2,09	2,08
13	11,23	10,10	7,05	5,57	7,07	7,15	5,11	5,20	7,18	6,61
14	3,91	3,57	2,89	2,78	3,11	3,04	2,48	2,58	3,01	2,92
15	6,10	5,40	4,23	3,51	4,20	4,26	3,25	3,38	4,25	3,98
16	2,83	2,43	2,12	1,87	2,10	2,08	1,89	1,86	2,16	2,01
17	6,01	5,36	4,16	3,24	4,12	4,36	3,30	3,29	4,21	3,89
18	5,36	4,88	3,47	2,57	3,57	3,51	2,22	2,57	3,47	3,19
19	5,04	4,31	3,49	2,75	3,22	3,36	2,89	2,79	3,48	3,17
20	4,73	4,32	3,16	2,08	3,31	3,09	2,27	2,23	2,83	2,72
21	3,92	3,49	2,65	2,59	3,02	2,97	2,15	2,18	2,83	2,72
22	0,93	0,91	0,75	0,69	0,75	0,81	0,69	0,69	0,76	0,75
23	6,03	5,33	4,17	3,65	4,32	4,35	3,38	3,51	4,33	4,07
24	5,80	5,08	3,31	3,07	3,60	3,66	3,00	2,95	3,68	3,51
25	12,07	10,28	7,57	6,98	7,75	7,77	6,67	6,69	8,05	7,63
26	5,24	4,83	3,50	3,57	3,96	3,83	3,36	3,37	3,86	3,78
27	2,08	2,09	2,02	2,80	2,25	2,21	2,67	2,80	2,25	2,53
28	2,30	2,39	2,35	2,02	2,27	2,28	2,07	2,06	2,25	2,16
29	3,22	3,21	3,12	2,98	2,91	3,01	2,92	3,00	3,02	3,03
30	2,31	2,13	2,16	1,96	1,99	2,03	2,00	2,00	2,09	2,02

Merkmal 1 = Körpergewicht (g), Merkmal 2—26 = Körperabmessungen (cm), Merkmal 27—30 = Körperproportionen (Indexwerte)

\* Erläuterung siehe Abb. 2

Tab. 11: Mittelwerte der Merkmale der Nachkommenschaften der ersten Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Art	Karpfen		Karpfengibelen		Gibelnkarpfen		Goldgibelen		Teichgefährten	
	103	105	103	105	103	105	103	105	103	105
Teich	103	105	103	105	103	105	103	105	103	105
AnzahlBeob.	10	10	20	20	20	20	10	10	60	60
Merkmale*										
1	1213,00	1098,50	377,05	357,20	341,90	380,00	188,10	197,50	473,17	461,73
2	39,40	38,29	27,88	26,83	26,12	26,25	19,07	19,10	27,74	27,26
3	32,50	31,76	22,93	21,99	21,20	21,33	15,65	15,52	22,73	22,32
4	9,47	9,55	7,20	7,08	6,57	6,76	4,79	5,02	6,97	7,04
5	6,10	5,70	4,26	3,81	3,98	3,69	2,75	2,58	4,22	3,88
6	9,71	9,70	6,78	6,46	6,40	6,43	4,96	4,90	6,84	6,73
7	16,63	16,41	11,99	11,79	11,27	11,33	8,97	8,96	12,02	11,94
8	10,63	10,20	7,55	7,14	7,26	6,81	4,81	4,84	7,51	7,16
9	10,12	10,05	7,17	6,78	6,82	6,79	5,24	5,28	7,22	7,08
10	6,57	6,48	4,65	4,55	4,11	4,21	3,20	3,23	4,55	4,54
11	8,56	8,50	6,07	6,02	5,90	5,92	5,12	5,20	6,27	6,26
12	3,37	3,15	2,46	2,38	2,27	2,34	1,90	1,93	2,46	2,42
13	13,75	12,75	8,67	8,46	8,26	8,37	5,93	5,81	8,92	8,70
14	4,35	4,25	3,29	3,29	3,25	3,49	2,58	2,74	3,33	3,43
15	7,65	7,31	5,23	5,08	5,15	5,16	3,65	3,76	5,34	5,26
16	3,33	3,16	2,24	2,18	2,34	2,29	1,91	2,10	2,40	2,36
17	7,62	7,20	5,26	5,10	5,16	5,21	3,87	3,87	5,39	5,28
18	6,70	6,64	4,51	4,40	4,38	4,31	2,69	2,66	4,53	4,45
19	5,98	5,82	4,24	4,13	4,20	4,42	3,14	3,26	4,33	4,36
20	5,88	5,27	4,00	3,81	3,88	3,74	2,43	2,60	4,01	3,83
21	4,14	4,01	3,17	3,03	3,21	3,10	2,41	2,44	3,22	3,12
22	0,89	0,92	0,79	0,79	0,77	0,77	0,76	0,71	0,80	0,79
23	7,01	7,04	5,08	4,86	4,98	5,08	4,13	4,05	5,21	5,16
24	6,47	6,18	4,18	4,10	4,20	4,38	3,49	3,54	4,52	4,45
25	12,92	13,04	8,58	8,63	8,56	8,91	7,48	7,66	9,11	9,30
26	6,43	5,61	4,31	4,18	4,38	4,57	4,18	4,24	4,67	4,56
27	1,97	1,94	1,73	1,84	1,91	2,11	2,71	2,84	2,00	2,11
28	2,52	2,44	2,68	2,56	2,48	2,40	2,10	2,03	2,49	2,40
29	3,34	3,28	3,38	3,41	3,31	3,33	3,16	3,17	3,32	3,32
30	2,02	2,33	2,00	2,07	1,95	1,95	1,79	1,81	1,95	2,03

Merkmale 1 = Körpergewicht (g), Merkmal 2—26 = Körperabmessungen (cm), Merkmal 27—30 = Körperproportionen (Indexwerte)  
 \* Erläuterung siehe Abb. 2



Tab. 12: Hierarchische Varianzanalyse zwischen 10 Merkmalen der Versuchsgruppen  
 Versuchsjahr 1967

Varianzursache	SQ*)	FG**)	MQ***)	F-Test	Merkmale
Teiche	56576,4	1	56576,4	0,082	Gewicht
Arten	4197126,6	7	599589,5	81,968	
Art. in. Teich.****)	4140550,3	6	690091,7	94,340	
Rest	928994,6	127	7314,9		
Total	5126121,2	134	38254,6		
Teiche	104,2	1	104,2	0,217	Totallänge
Arten	2988,5	7	426,9	104,385	
Art. in. Teich.	2884,3	6	480,7	117,536	
Rest	519,4	127	4,1		
Total	3507,9	134	26,2		
Teiche	77,5	1	77,5	0,219	Körperlänge
Arten	2196,6	7	313,8	105,155	
Art. in. Teich.	2199,1	6	353,2	118,353	
Rest	379,0	127	3,0		
Total	2575,6	134	19,2		
Teiche	3,3	1	3,3	0,113	Vorderrückenlänge
Arten	117,6	7	25,4	63,071	
Art. in. Teich.	174,3	6	29,0	72,218	
Rest	51,1	127	0,4		
Total	228,7	134	1,7		
Teiche	1,1	1	1,1	0,112	Hinterrückenlänge
Arten	60,7	7	0,7	46,156	
Art. in. Teich.	59,6	6	9,9	52,861	
Rest	23,9	127	0,2		
Total	84,6	134	0,6		
Teiche	9,1	1	9,1	0,326	Kopflänge
Arten	176,8	7	25,3	83,851	
Art. in. Teich.	167,7	6	28,0	92,787	
Rest	38,3	127	0,3		
Total	215,1	134	1,6		
Teiche	11,1	1	11,1	0,161	Rückenflossen-Basislänge
Arten	425,5	7	60,8	100,993	
Art. in. Teich.	414,4	6	69,1	114,747	
Rest	76,4	127	0,6		
Total	501,9	134	3,7		
Teiche	2,3	1	2,3	0,198	Größte Kopfhöhe
Arten	71,4	7	10,2	58,513	
Art. in. Teich.	69,1	6	11,5	66,083	
Rest	22,1	127	0,2		
Total	93,5	134	0,7		
Teiche	5,8	1	5,8	0,127	Größte Körperhöhe
Arten	289,7	7	41,4	60,903	
Art. in. Teich.	283,9	6	47,3	69,625	
Rest	86,3	127	0,7		
Total	376,0	134	2,8		
Teiche	0,2	1	0,2	0,026	Größte Körperbreite
Arten	40,1	7	5,7	29,299	
Art. in. Teich.	39,9	6	6,6	34,034	
Rest	24,8	127	0,2		
Total	64,9	134	0,5		

\*) Abweichungs-Quadratsumme

\*\*) Freiheitsgrade

\*\*\*) Mittelquadrat für den Mittelwert

\*\*\*\*) Arten innerhalb Teichen

Tab. 13: Hierarchische Varianzanalyse zwischen 10 Merkmalen der Versuchsgruppen — Versuchsjahr 1968

Varianzursache	SQ	FG	MQ	F-Test	Merkmale
Teiche	3921,63	1	3921,63	0,002	Gewicht
Arten	11924533,85	7	1703504,84	154,781	
Art. in. Teich.	11920612,22	6	1986768,70	180,518	
Rest	1232661,85	112	11005,91		
Total	13157195,70	119	110564,67		
Teiche	7,11	1	7,11	0,010	Totallänge
Arten	4078,38	7	582,63	202,301	
Art. in. Teich.	4071,27	6	678,55	235,606	
Rest	322,56	112	2,88		
Total	4400,94	119	36,98		
Teiche	5,17	1	5,17	0,011	Körperlänge
Arten	2884,05	7	412,01	201,807	
Art. in. Teich.	2878,89	6	479,81	235,020	
Rest	228,66	112	2,04		
Total	3112,71	119	26,16		
Teiche	0,17	1	0,17	0,005	Vorderrückenlänge
Arten	219,80	7	31,40	99,043	
Art. in. Teich.	219,63	6	36,61	115,461	
Rest	35,51	112	0,32		
Total	255,31	119	2,15		
Teiche	3,57	1	3,57	0,196	Hinterrückenlänge
Arten	112,60	7	16,09	50,163	
Art. in. Teich.	109,03	6	18,17	56,668	
Rest	35,92	112	0,32		
Total	148,52	119	1,25		
Teiche	0,35	1	0,35	0,009	Kopflänge
Arten	247,04	7	35,29	202,739	
Art. in. Teich.	246,69	6	41,11	236,192	
Rest	19,50	112	0,17		
Total	266,53	119	2,24		
Teiche	1,43	1	1,43	0,015	Rückenflossenbasislänge
Arten	585,01	7	83,57	132,950	
Art. in. Teich.	583,58	6	97,26	154,729	
Rest	70,40	112	0,63		
Total	655,41	119	5,51		
Teiche	0,08	1	0,08	0,005	Größte Kopfhöhe
Arten	95,16	7	13,59	114,347	
Art. in. Teich.	95,08	6	15,85	133,299	
Rest	13,31	112	0,12		
Total	108,47	119	0,19		
Teiche	1,01	1	1,01	0,017	Größte Körperhöhe
Arten	363,20	7	51,89	122,598	
Art. in. Teich.	362,19	6	60,36	142,634	
Rest	47,40	112	0,42		
Total	410,60	119	3,45		
Teiche	0,33	1	0,33	0,038	Größte Körperbreite
Arten	52,89	7	7,56	59,881	
Art. in. Teich.	52,56	6	8,76	69,423	
Rest	14,13	112	0,13		
Total	67,02	119	0,56		

Tab. 14: Signifikationsquotienten der Differenzen von 14 Merkmalen jeweils zwischen den 4 Teichgefährten der ersten Versuchsreihe — Versuchsjahre 1967 und 1968

	Jahr	1967		1968	
	Varianzursache	FG	FG	FG	FG
	Arten	3	3	3	3
	Rest	60	67	56	56
	Total	63	70	59	59
Merkmale		Teich 102	Teich 103	Teich 103	Teich 105
		F-Test	F-Test	F-Test	F-Test
Gewicht		140,315	60,169	195,496	163,768
Totallänge		161,257	92,944	235,743	235,451
Körperlänge		163,380	92,453	195,721	301,098
Vorderrückenlänge		76,340	69,426	110,592	121,247
Hinterrückenlänge		49,000	56,562	43,124	88,370
Kopflänge		106,819	82,315	276,615	206,782
Rückenflossenbasislänge		156,458	91,400	166,681	141,293
Größte Kopfhöhe		103,216	44,974	170,242	111,293
Größte Körperhöhe		100,745	45,873	158,404	129,418
Größte Körperbreite		36,355	30,795	127,746	32,043
Korpulenzfaktor		13,654	21,905	55,556	38,389
Hochrückigkeit		7,753	32,144	32,480	28,848
Relative Kopfgröße		5,560	5,081	4,976	4,494
Relative Körperbreite		10,183	5,527	9,311	59,311

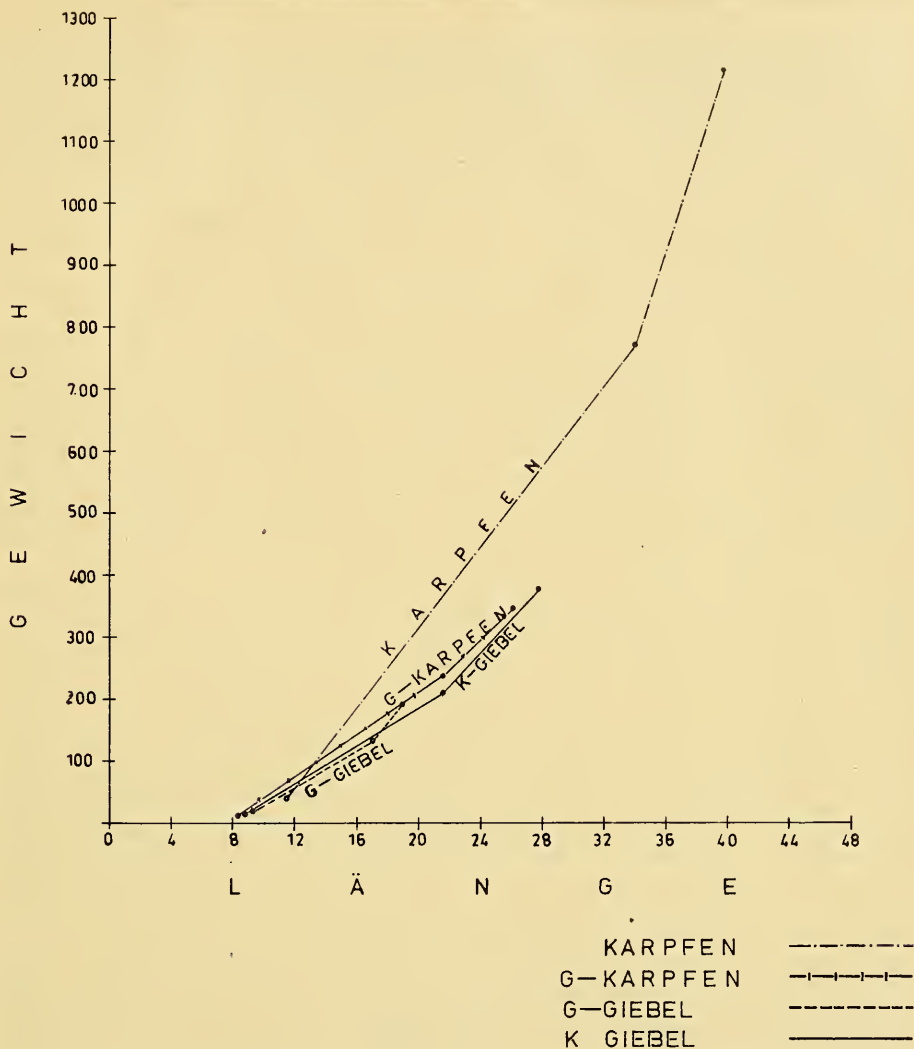
werte für Hochrückigkeit, relative Kopflänge und relative Körperbreite, während der Goldgibel den signifikant höheren Korpulenzfaktor aufweist.

Die Reziprokbastarde zeigen wesentlich kleinere Abweichungen der gemessenen Merkmale vom Populationsdurchschnitt, wenn auch die Werte im allgemeinen über denen der reinen Goldgibel liegen.

Was die Indexwerte betrifft, so zeigte sich der Goldgibel hinsichtlich des Korpulenzfaktors und der Hochrückigkeit dem Karpfen überlegen, auch besaß er den breiteren Körper. Hingegen zeichnete sich der Karpfen durch einen relativ kleinen Kopf aus. Die korrespondierenden Körperproportionen der Hybriden entsprachen gegenüber denen der Eltern einem Mischtyp, neigten aber mehr zum Goldgibel als zum Karpfen.

Man kann aus den Mittelwerten ferner entnehmen, daß der Einfluß des Teiches auf die Karpfengibel sehr ausgeprägt war. Dies galt vor allem für das Gewicht. Es lag — wie beim Karpfen — in Teich 103 sehr viel niedriger als in Teich 102. Die Gibelkarpfen reagierten umgekehrt, wenn auch weniger deutlich. So ergab sich in Teich 103 ein sehr großer Unterschied zwischen den beiden Reziprohybriden.





JAHR	KARPFFEN		K-GIEBEL		G-KARPFFEN		GOLDGIEBEL	
	G	L	G	L	G	L	G	L
1966	30.85	11.79	10.80	8.28	11.84	8.55	19.77	9.13
1967	769.33	33.07	206.75	21.70	233.05	21.40	130.67	16.94
1968	1213.00	39.40	377.88	27.88	341.90	26.25	188.10	19.07

G = GEWICHT  
L = LÄNGE

Abb. 3: Darstellung der Wachstumskurven der Versuchsgruppen der ersten Versuchsreihe — Versuchsjahre 1966, 1967 und 1968. (Gewicht [g]; Länge [cm])

Die Hochrückigkeit der Karpfen und Giebelkarpfen beider Teiche entsprach der der Karpfengiebel von Teich 102, während die Karpfengiebel von diesem Teich gedrungenere waren und hinsichtlich dieses Merkmals den Goldgiebeln ähnelten. Der Teicheffekt modifizierte das Erscheinungsbild der Hybriden somit erheblich und überlagerte die genetischen Faktoren.

#### 3.3.3.4. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Ähnliche Resultate wie bei den zweisömmerigen Fischen (1967) konnten dann auch bei den nunmehr dreisömmerigen im Versuchsjahr 1968 gewonnen werden. So erbrachte die hierarchische Varianzanalyse einerseits keine gesicherten Unterschiede zwischen den Teichen 104 und 105, andererseits ergaben sich jedoch hochsignifikante Differenzen der Merkmale zwischen den Arten innerhalb der Teiche. Auch unter Ausschaltung des Teicheffektes unterschieden sich die Arten hochsignifikant, jedoch waren die Quotienten — wie 1967 — stets etwas niedriger (Tab. 13).

Das deutet darauf hin, daß die Ausbildung der Merkmale zwar in erster Linie durch genetische Faktoren bestimmt wird, daß aber — wie 1967 — modifizierende Umwelteffekte angenommen werden müssen, die allein jedoch für eine statistische Sicherung nicht stark genug waren.

Verglichen mit 1967 errechneten sich — was die Differenzen sowohl der gemessenen Merkmale als auch der Proportionen zwischen den Gruppen innerhalb beider Teiche und zwischen Arten unter Ausschaltung des Teicheffektes betraf — weitaus höhere Variationsquotienten. Daraus geht hervor, daß die genetisch bedingten Unterschiede im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium sehr viel deutlicher ausgeprägt waren.

Wie die in Tab. 11 zusammengefaßten Mittelwerte erkennen lassen, beruht der höhere Signifikanzgrad in den Versuchen des Jahres 1968 auf den Unterschieden, die sich zwischen Spiegelkarpfen einerseits und den Hybridnachkommenschaften sowie Goldgiebeln andererseits zeigten. Hierbei fällt der Vergleich eindeutig zugunsten des Spiegelkarpfens aus, abgesehen von der Hochrückigkeit und insbesondere vom Korpulenzfaktor. In diesen Proportionen waren die Goldgiebel klar überlegen, die Werte der Hybriden jedoch den Karpfen angenähert, ausgenommen die Giebelkarpfen von Teich 105.

Was den Einfluß des Teiches jeweils im Hinblick auf eine Nachkommenschaft gleicher Herkunft betraf (Tab. 15), so war er 1968 insgesamt sehr viel schwächer als 1967. Die größte Anzahl signifikanter Unterschiede trat beim Giebelkarpfen auf, und zwar lag hinsichtlich Gewicht, Hinterrückenlänge und Korpulenzfaktor hohe statistische Sicherung in bezug auf größte Körperhöhe und -breite Signifikanz vor. Auch beim Karpfengiebel waren signifikante Differenzen in Total-, Körper- und Kopflänge sowie hinsichtlich der Hochrückigkeit zu verzeichnen. Die hohen Quotienten — wie 1967 — wurden jedoch in dieser Hybridnachkommenschaft nicht erreicht. Die Haltung in verschiedenen Teichen hatte 1968 im Gegensatz zu 1967 keinen signifi-

kanten Einfluß auf die Ausbildung der Merkmale der Spiegelkarpfen. Sie verhielten sich also wie die Goldgibel. Lediglich die größte und die relative Körperbreite waren je Teich bei den Spiegelkarpfen hochsignifikant verschieden.

Die Ergebnisse mögen auf den ersten Blick widersprüchlich erscheinen. Sie sind aber insofern aufschlußreich, als sie auf die komplexen Wechselwirkungen zwischen Nachkommenschaft, Nahrungsbedingungen, Witterung und Entwicklungsstufe (Alter) hindeuten, mit denen man rechnen muß. Wenn man die Mittelwerte von 1968 mit in Betracht zieht und mit denen von 1967 vergleicht, so zeigt sich, daß die bestehenden Unterschiede in erster Linie auf die Haltung in zwei verschiedenen Teichen im Jahr 1967 zurückgehen. Die 1967 in Teich 102 angesiedelten Exemplare wurden 1968 in Teich 103 übertragen, die von Teich 103 in Teich 105 (siehe Tab. 3). Der günstige Einfluß, den Teich 102 auf die Karpfengibel und vor allem auf die Spiegelkarpfen ausgeübt hatte, wirkte 1968 noch nach. Desgleichen ist die geringere Intensität des Wachstums, die die Gibelkarpfen 1967 in Teich 102 zeigten, 1968 noch erkennbar. Insgesamt waren die jeweils auf den hohen Populationsdurchschnitt bezogenen Differenzen 1968 geringer als 1967. Hierfür könnte man eine Reihe von Ursachen anführen, die im Rahmen der Diskussion behandelt werden.

Die für die beiden Teiche (Teich 103 und 105) getrennt vorgenommene statistische Auswertung der Unterschiede zwischen den Arten erwies sich in fast allen Fällen als hochsignifikant, abgesehen von der Proportion „relative Kopfgröße“ (die Differenz in der relativen Körperbreite war zwar in beiden Teichen gesichert, jedoch nur in Teich 105 hochsignifikant) — siehe Tab. 14.

1968 unterschieden sich die Variationsquotienten weniger ausgeprägt als 1967. Im allgemeinen war der Grad der statistischen Sicherung der beiden Teiche 1968 höher als 1967. Dies zeigte sich an den gemessenen Merkmalen deutlicher als an den Proportionen. Auch im Vergleich zur hierarchischen Varianzanalyse lagen die Quotienten höher, was in erster Linie mit der jeweils geringeren Zahl der Beobachtungen zusammenhängt.

### 3.3.3.5. Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Der Vergleich der Mittelwerte zwischen den einsömmerigen Teichgefährten, bei denen es sich — ausgenommen Teich 46 (Tab. 4) — um Nachkommen aus Kreuzungen handelte, mit den der Spiegelkarpfen als Kontrollgruppe, zeigte deren eindeutige Überlegenheit in bezug auf Gewicht und Körperdimensionen. Eine Ausnahme bildeten nur die beiden Beschuppungstypen aus der Kreuzung Nuduskarpfen  $\times$  Goldgibel (Teich 44 — Tab. 16), die die Spiegelkarpfen in fast allen Merkmalen übertrafen. Dies gilt insbesondere für den vollbeschuppten Typus. Bei den Proportionen wurden angenäherte Werte festgestellt, doch waren auch sie bei den Hybriden etwas günstiger. In bezug auf die relative Kopfgröße sind die Nach-

kommen aus der Kreuzung Spiegelkarpfen  $\times$  Karausche hervorzuhoben, die im Vergleich zum Spiegelkarpfen den kleineren Kopf besitzen, wie der etwas höhere Wert beweist (Teich 45 — Tab. 16).

Kleinere Werte für Hochrückigkeit und somit gedrungeneren Körperbau als beim Spiegelkarpfen wurden für eine Reihe von Hybriden ermittelt, und zwar für die Nachkommen der Kreuzungen Goldgiebel  $\times$  Nuduskarpfen (Teich 39, nur vollbeschuppter Typus), Naturgiebel  $\times$  Karausche (Teich 40), Goldgiebel  $\times$  Karausche (Teich 41), Nuduskarpfen  $\times$  Goldgiebel (Unterschied nur beim vollbeschuppten Typus deutlich — Teich 44), Spiegelkarpfen  $\times$  Karausche (Teich 45). Der größte Unterschied ergab sich — und zwar zugunsten der Giebel — zwischen Spiegelkarpfen und reinen Silbergiebeln (Teich 46).

Was den Korpulenzfaktor anbetraf, so fiel der Vergleich fast durchweg zugunsten der Spiegelkarpfen aus. Als Ausnahmen sind nur der vollbeschuppte Typus aus der Kreuzung Nuduskarpfen  $\times$  Goldgiebel (Teich 44) und der Hybriden Spiegelkarpfen  $\times$  Karausche (Teich 45) zu nennen, jedoch sind die Unterschiede nur gering.

Vergleicht man die vollbeschuppten Hybriden mit den zeilbeschuppten (Tab. 16), so zeigt sich zumindest als Tendenz die Überlegenheit des vollbeschuppten Typus. In bezug auf Gewicht und Körperlänge ist dies vor allem bei den Hybriden der Kreuzung Nuduskarpfen  $\times$  Goldgiebel (Teich 44 — Tab. 16) ersichtlich, weiterhin unterscheiden sich auch die beiden Typen aus der Kreuzung Goldgiebel  $\times$  Nuduskarpfen hinsichtlich des Gewichts (Teich 39). Bei den Hybriden dieser beiden Kreuzungen zeichnet sich auch jeweils der vollbeschuppte Typ durch den günstigeren Wert für Hochrückigkeit aus, die Unterschiede im Korpulenzfaktor sind jedoch gering. Im allgemeinen geringfügig sind auch die Abweichungen zwischen den Beschuppungstypen der Kreuzung Nuduskarpfen  $\times$  Naturgiebel (Teich 43).

Gesondert nach Teichen wurden die Unterschiede zwischen den Arten auf ihre statistische Sicherung hin untersucht. Hierbei wurden — wie oben bereits erwähnt — die beiden Beschuppungstypen, die aus einigen Kreuzungen hervorgingen (Teich 39, 43, 44 — Tab. 17) als getrennte Gruppen bezeichnet. Dies wirkte sich auf den Grad der statistischen Sicherung aus, worauf in der Diskussion noch verwiesen wird.

In fast allen Fällen zeigten sich gesicherte Unterschiede zwischen den Gruppen. Meist war der Grad der Sicherung hoch bzw. sehr hoch. Dies gilt vor allem in bezug auf Gewicht, Totallänge und Körperlänge. Bei diesen Merkmalen zeigen die Variationsquotienten vor allem beim Vergleich Spiegelkarpfen mit Hybriden aus Naturgiebel  $\times$  Karausche (Teich 40) extrem hohe Werte. Weit niedrigere Quotienten wurden jedoch errechnet, wenn — wie in Teich 43 und 44 — der mütterliche Elternteil ein Nuduskarpfen war. Aus den Mittelwerten geht hervor, daß die vollbeschuppten Nachkommen der Kreuzung Nuduskarpfen  $\times$  Goldgiebel in diesen und einer Reihe anderer Merkmale Spiegelkarpfen sogar überlegen waren. Bei den zeilbeschuppten war dies zwar auch erkennbar, jedoch waren die Unterschiede nicht so deutlich.





Tab. 17: Signifikanzquotienten der Differenzen von 14 Merkmalen jeweils zwischen Spiegelkarpfen und deren Teichgefährten — Versuchsjahr 1968

Varianzursache	FG	FG	FG	FG	FG	FG	FG	FG	FG
	F-Test	F-Test	F-Test	F-Test	F-Test	F-Test	F-Test	F-Test	F-Test
Arten	2	1	1	2	2	2	2	1	1
Rest	48	48	38	36	48	48	38	38	28
Total	50	49	39	38	50	50	39	39	29
Merkmale	Teich	Teich	Teich	Teich	Teich	Teich	Teich	Teich	Teich
	39	40	41	43	44	44	45	45	46
Gewicht	30,866	318,874	139,847	15,359	16,431	16,431	1,708	1,708	178,407
Totallänge	42,344	1021,046	439,716	13,303	9,308	9,308	1,564	1,564	186,547
Körperlänge	26,662	1014,245	402,504	9,762	14,717	14,717	0,546	0,546	196,199
Vorderrückenlänge	19,981	340,623	114,395	12,508	28,614	28,614	6,181	6,181	63,919
Hinterrückenlänge	5,173	160,678	64,885	0,564	1,881	1,881	0,204	0,204	144,556
Kopflänge	41,406	821,199	254,322	22,552	1,564	1,564	13,888	13,888	162,909
Rückenflossenbasislänge	33,524	790,235	286,383	12,666	16,533	16,533	3,823	3,823	152,967
Größte Kopfhöhe	28,611	563,938	153,142	9,745	2,724	2,724	2,233	2,233	127,843
Größte Körperhöhe	23,666	443,373	153,871	20,956	17,384	17,384	0,002	0,002	112,235
Größte Körperbreite	20,148	699,823	197,436	19,017	1,863	1,863	8,633	8,633	94,313
Korpulenzfaktor	0,287	80,398	3,854	6,931	0,009	0,009	2,177	2,177	0,150
Hochrückigkeit	4,294	26,363	47,738	29,021	4,288	4,288	6,417	6,417	25,988
Relative Kopfgröße	6,116	51,784	0,769	21,587	13,259	13,259	113,975	113,975	0,505
Relative Körperbreite	4,358	271,331	75,832	0,976	14,524	14,524	31,790	31,790	0,181
Entgegenstehende Kreuzungsart	Goldgabel × Nuduskarpfen	Naturgabel × Karausche	Goldgabel × Karausche	Nuduskarpfen × Naturgabel	Nuduskarpfen × Goldgabel	Nuduskarpfen × Goldgabel	Spiegelkarpfen × Karausche	Spiegelkarpfen × Karausche	Silbergabel × Silbergabel

Tab. 18: Signifikanzquotienten der Differenzen von 14 Merkmalen einsömmeriger Spiegelkarpfen der gleichen Nachkommenschaft der zweiten Versuchsreihe aus 7 Teichen — Versuchsjahr 1968

	Varianzursache	FG
	Gruppen	6
	Rest	136
	Total	142
Merkmale	F-Test	
Gewicht	153,146	
Totallänge	187,920	
Körperlänge	145,780	
Vorderrückenlänge	198,184	
Hinterrückenlänge	82,131	
Kopflänge	161,113	
Rückenflossenbasislänge	185,252	
Größte Kopfhöhe	108,827	
Größte Körperhöhe	179,089	
Größte Körperbreite	177,653	
Korpulenzfaktor	13,759	
Hochrückigkeit	33,168	
Relative Kopfgröße	10,229	
Relative Körperbreite	3,648	

Die geringsten Abweichungen wiesen Spiegelkarpfen auf und die Hybriden aus der Kreuzung Spiegelkarpfen  $\times$  Karasche. Statistisch gesichert waren nur die Differenzen hinsichtlich Vorderrückenlänge und Hochrückigkeit, hochsignifikant unterschieden sie sich in Kopflänge, größter Körperbreite sowie in relativer Kopfgröße und relativer Körperbreite, wobei sich der weitaus höchste Grad der Sicherung bei der relativen Kopfgröße ergab. Wie die der Berechnung zugrunde liegenden Mittelwerte zeigen (Tab. 16), waren in bezug auf alle diese Merkmale und Proportionen die Hybriden den reinen Spiegelkarpfen überlegen.

Beim Vergleich der Variationsquotienten fallen die großen Unterschiede im Signifikanzgrad auf, die zwischen den einzlenen Teichen bestehen. Es lassen sich dafür zwar Gründe anführen, die mit der statistischen Berechnung selbst zusammenhängen. So war die Zahl der Beobachtungen meist verschieden, ferner wurden in einigen Teichen die Differenzen zwischen reinen Arten und Hybriden (Teich 40, 41, 45) berechnet, in anderen die zwischen zwei reinen Arten (Teich 46), in wieder anderen zwischen einer reinen Art und zwei Beschuppungstypen eines Hybrids (Teich 39, 43, 44).

Dennoch muß man aus den Ergebnissen der sieben einfachen Varianzanalysen schließen, daß der Teicheffekt an der Ausbildung der Unterschiede mitbeteiligt war. Um die Einwirkung von Umweltfaktoren festzustellen, wurden deshalb die Werte der Spiegelkarpfenbestände der sieben Teiche der varianzanalytischen Berechnung unterworfen (Tab. 18). Sie ergab hochsignifikante (in bezug auf relative Körperbreite nur signifikante) Unterschiede zwischen den Kontrollgruppen der sieben Teiche. Der Einfluß der Umwelt ist somit wesentlich. Allerdings wurde durch die Varianzanalyse der Teicheffekt nur in bezug auf den Spiegelkarpfen festgestellt. Ob und inwieweit die Umwelt die einzelnen Hybriden beeinflußt, läßt sich allerdings der Analyse nicht entnehmen.

### 3.3.3.6. Korrelationen von Körpermerkmalen der Versuchsgruppen

Die Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Körpermerkmalen wurde jeweils für die einzelnen Arten innerhalb der Teiche, und zwar getrennt nach Jahrgängen, vorgenommen. Bei den Korrelationsberechnungen im Rahmen der ersten Versuchsreihe wurden je Art die Bestände beider Teiche zusammengefaßt, bei den Kreuzungen der zweiten Versuchsreihe die Spiegelkarpfen-Populationen aller sieben Teiche; der Teicheffekt wurde somit bei allen Berechnungen ausgeschaltet.

#### 3.3.3.6.1. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahre 1966, 1967 und 1968

1967 und 1968 wurden jeweils getrennt nach Jahrgängen die Zusammenhänge zwischen den Merkmalen der beiden reinen Arten Spiegelkarpfen und Goldgiebel sowie der Reziprokhybriden Karpfengiebel und Giebelkarpfen durch Korrelationsberechnung auf ihre statistische Sicherung hin untersucht (Tab. 19).

Von einigen Fällen abgesehen, stimmen die Ergebnisse der beiden Jahrgänge überein, wenn sich auch hinsichtlich des Grades der Sicherung Abweichungen ergaben. Diese weitgehende Übereinstimmung zeigt deutlich, daß das Alter der Fische die Beziehungen zwischen den einzelnen Merkmalen nicht wesentlich beeinflußt. Eine varianzanalytische Berechnung der Unterschiede zwischen den Korrelationskoeffizienten erübrigte sich demnach. Auch können die Ergebnisse der beiden Jahre gemeinsam besprochen werden, und zwar im Hinblick auf die wirtschaftlich wichtigen Merkmale.

1966 war die Anzahl der verfügbaren Exemplare für eine statistische Auswertung zu gering, da der Bestand des Teiches 33 verlustig ging. Deshalb wurden die Korrelationen zwischen den Merkmalen nicht berechnet. Die Beziehungen waren größtenteils so eng, daß sie sich als statistisch gesichert, meist sogar als hoch gesichert, erwiesen. Besonders straff war bei beiden Arten und in beiden Jahren der Zusammenhang zwischen Gewicht und Körperlänge sowie zwischen Gewicht und größter Körperhöhe. Be-

merkwürdig ist, daß — abgesehen von den Spiegelkarpfen des Jahres 1968 — die Beziehung zwischen größter Körperhöhe und Gewicht noch enger war als die zwischen Gewicht und Körperlänge. Das gilt auch für die Korrelation Gewicht und größte Körperbreite, jedoch nur für Giebel beider Jahrgänge und die Hybriden 1968. Durchweg sehr hochsignifikant waren Gewicht und der die Bauchpartie bestimmende Abstand zwischen dem Ende des Kiemendeckels bis zur Afteröffnung korreliert, desgleichen — ausgenommen der Goldgiebel 1968 — Gewicht und Kopflänge, wenn auch die Koeffizienten beim Spiegelkarpfen in beiden Jahren und bei den Hybriden 1968 etwas niedriger lagen.

Die Korrelationen des Gewichts zur Vorderrückenlänge und des Gewichts zur Hinterrückenlänge waren bei den reinrassigen Arten stets hochsignifikant. Was die Hybriden betraf, so war das Bild nicht einheitlich. Bei den Karpfengiebeln des Jahres 1967 waren beide Korrelationen hoch gesichert, 1968 jedoch nur die Beziehung zwischen Gewicht und Hinterrückenlänge. Bei den Giebelkarpfen war 1967 nur der Zusammenhang zwischen Gewicht und Vorderrückenlänge, 1968 nur der zwischen Gewicht und Hinterrückenlänge für eine statistische Sicherung eng genug.

Die Wechselbeziehungen zwischen Gewicht und den einzelnen Proportionen erreichten nicht die hochgradige Sicherung wie die zwischen Gewicht und gemessenen Körpermerkmalen. Die Korrelation zwischen Gewicht und Hochrückigkeit war nicht einheitlich; sowohl zwischen den Jahren als auch den Arten zeigten sich starke Schwankungen. Eine statistische Sicherung ergab sich bei den Karpfen und den Giebelkarpfen beider Jahrgänge sowie bei den Goldgiebeln und Karpfengiebeln des Jahres 1968.

Zwischen Gewicht und relativer Körperbreite bestanden nur sehr lose Zusammenhänge, wenn man von den reinen Arten im Jahr 1967 absieht, wo beim Spiegelkarpfen eine positiv signifikante, beim Goldgiebel eine negativ hochsignifikante Beziehung vorlag.

Die Korrelationen zwischen Gewicht und relativer Kopfgröße waren 1967 nur beim Karpfen gesichert, 1968 nur beim Goldgiebel, und zwar hoch gesichert.

Im Rahmen dieser Arbeit interessiert auch besonders die Beziehung zwischen der Körperlänge — einem für die teichwirtschaftliche Praxis bedeutsamen Merkmal — und den übrigen Abmessungen bzw. Indexwerten. Als statistisch sehr hoch gesichert erwies sich durchweg — wie zu erwarten — die Korrelation zwischen Körperlänge und Totallänge. Dies war auch im Hinblick auf die Beziehung zwischen Kopflänge und Körperlänge der Fall, wenn auch die Korrelationskoeffizienten niedriger waren und beim Goldgiebel 1968 nur eine 50%ige Sicherung vorlag.

In bezug auf die Korrelation zwischen Körperlänge und relativer Kopfgröße traten Unterschiede zwischen reinen Arten und Hybriden in Erscheinung. Bei Karpfen und Goldgiebeln waren die Werte in beiden Jahren signifikant bzw. hochsignifikant korreliert. Was die Hybriden anbelangt, so ließ sich nur beim Karpfengiebel 1968 eine statistisch hochgesicherte Korrelation nachweisen. Relative Kopfgröße und Hochrückigkeit waren

Tab. 19: Korrelationskoeffizienten von 15 wirtschaftswichtigen Merkmalen bei Fischen jeweils der gleichen Nachkommenschaft der zweiten Versuchreihe aus 2 Teichen — Versuchsjahre 1967 und 1968

Merkmal	1967				1968			
	102 und 103				103 und 105			
	Karpfen- gabel	Karpfen- gabel	Giebel- karpfen	Gold- gabel	Karpfen- gabel	Karpfen- gabel	Giebel- karpfen	Gold- gabel
	Koeffizienten							
Gewicht und Körperlänge	0,968	0,927	0,748	0,741	0,913	0,775	0,655	0,790
Gewicht und größte Körperbreite	0,800	0,913	0,355	0,951	0,766	0,836	0,814	0,915
Gewicht und relative Körperbreite	0,435	0,062	0,232	-0,553	-0,052	-0,060	0,204	-0,212
Gewicht und größte Körperhöhe	0,971	0,963	0,929	0,922	0,629	0,914	0,918	0,802
Gewicht und Hochrückigkeit	-0,428	0,071	-0,472	-0,103	0,367	-0,363	-0,574	0,300
Gewicht und Vorderrückenlänge	0,747	0,652	0,374	0,822	0,810	0,013	0,267	0,716
Gewicht und Hinterrückenlänge	0,735	0,479	0,240	0,545	0,550	0,562	0,363	0,615
Gewicht und Kopflänge	0,841	0,923	0,744	0,941	0,842	0,760	0,617	0,290
Gewicht u. Abst. Ende Kiemendeckel-After	0,943	0,907	0,517	0,890	0,911	0,804	0,627	0,828
Gewicht und relative Kopfgröße	0,431	-0,053	-0,193	-0,167	0,242	0,118	-0,192	0,556
Körperlänge und Totallänge	0,991	0,982	0,930	0,819	0,972	0,987	0,842	0,968
Körperlänge und relative Kopfgröße	0,500	0,164	0,143	0,489	0,464	0,441	0,073	0,726
Größte Kopfhöhe und größte Körperhöhe	0,913	0,895	0,772	0,871	0,742	0,648	0,711	0,386
Kopflänge und Körperlänge	0,837	0,897	0,706	0,651	0,797	0,786	0,678	0,368
Relative Kopfgröße und Hochrückigkeit	-0,080	-0,525	-0,451	-0,603	-0,397	-0,406	-0,157	-0,442
Anzahl der Beobachtungen	20	40	40	35	20	40	40	20

Tab. 20: Korrelationskoeffizienten von 15 wirtschaftswichtigen Merkmalen 143 einsömmeriger Spiegelkarpfen der gleichen Nachkommenschaft der zweiten Versuchsreihe aus 7 Teichen — Versuchsjahr 1968

Merkmale	Koeffizienten
Gewicht und Körperlänge	0,837
Gewicht und größte Körperbreite	0,872
Gewicht und relative Körperbreite	0,037
Gewicht und größte Körperhöhe	0,886
Gewicht und Hochrückigkeit	—0,352
Gewicht und Vorderrückenlänge	0,675
Gewicht und Hinterrückenlänge	0,440
Gewicht und Kopflänge	0,834
Gewicht und Abstand Ende Kiemendeckel — After	0,771
Gewicht und relative Kopfgröße	—0,178
Körperlänge und Totallänge	0,944
Körperlänge und relative Kopfgröße	—0,084
Größte Kopfhöhe und größte Körperhöhe	0,807
Kopflänge und Körperlänge	0,930
Relative Kopfgröße und Hochrückigkeit	—0,448

durchweg negativ korreliert. Mit zunehmend gedrungenerem Körperbau verringert sich somit der Anteil des Kopfes am Körper. Diese für den Züchter bedeutsame Beziehung erwies sich als hochsignifikant — 1967 bei beiden Hybriden und beim Goldgiebel sowie 1968 beim Karpfengiebel. 1968 waren die Werte gesichert beim Spiegelkarpfen und Goldgiebel korreliert, während beim Karpfen 1967 kein signifikanter Zusammenhang gegeben war.

### 3.3.3.6.2. Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Die Körpermerkmale von 143 einsömmerigen Spiegelkarpfen der gleichen Herkunft aus sieben nebeneinanderliegenden Teichen wurden miteinander in Beziehung gesetzt und die Korrelationen auf ihre Signifikanz geprüft (Tab. 20). Die Korrelationen wurden wiederum in hierarchischer Gliederung „innerhalb Teichen“ berechnet. Die Ergebnisse deckten sich in der Tendenz mit denen der Korrelationsberechnungen, die im Rahmen der Kreuzungen der ersten Versuchsreihe in bezug auf die zwei- und dreisömmerigen Spiegelkarpfen durchgeführt wurden. Die Korrelationskoeffizienten bei einsömmerigen Spiegelkarpfen entsprachen denen, die bei zwei- und dreisömmerigen Exemplaren berechnet wurden. Auf einige Ausnah-

men sei hingewiesen: Im Gegensatz zu den Spiegelkarpfen war bei den Kreuzungen der ersten Versuchsreihe die Korrelation zwischen Körperlänge und relativer Kopfgröße negativ und nicht gesichert. Eine negativ signifikante Beziehung lag auch zwischen Gewicht und relativer Kopfgröße vor, während die Werte bei zwei- und dreisömmerigen Karpfen positiv korreliert waren und die Beziehung sich 1967 als statistisch gesichert erwies (Tab. 19).

### 3.3.4. Meristische Eigenschaften der Versuchsfische

#### 3.3.4.1. Erste Versuchsreihe — Versuchsjahre 1966, 1967 und 1968

Die zählbaren Merkmale wurden — soweit nicht ohne weiteres, wie beispielsweise bei den Schuppen und Flossenstrahlen feststellbar, — teilweise unter Verwendung von Röntgenbildern oder nach Zergliederung der Versuchsfische ermittelt.

Im Rahmen der ersten Versuchsreihe wurden an den dreisömmerigen Nachkommenschaften folgende Resultate gewonnen, die in Tab. 21 zusammengefaßt sind.

Die Kiemenreusendornen der ersten Kiemenbogen der  $F_1$ -Generation erwiesen sich als robuster und kürzer als die ihrer Altersgenossen der reinen Arten, was jedoch die Zahl anbelangt, zeigten die Hybriden eine viel größere Variationsbreite, wie aus Tab. 21 zu ersehen ist.

Hinsichtlich der Zahl der Wirbel nahmen die Kreuzungsarten eine etwas intermediäre Stellung zwischen Goldgiebel und Spiegelkarpfen ein; einige Exemplare des Karpfengiebels besaßen jedoch mit 38 Wirbeln die gleiche Wirbelzahl, wie der Großteil der Spiegelkarpfen.

Die genaue Anzahl der Zwischenmuskelgräten war schwierig zu ermitteln, denn bei einigen Exemplaren — gleich, welcher Art — waren diese feinen Gräten durch die Mittelabschnitte der dorsalen bzw. ventralen Wirbeldornen im Röntgenbild so verdeckt, daß es Mühe machte, die einzelnen Fleischgräten genau zu unterscheiden. Ferner liefen bei einigen Exemplaren die Gräten in einer Spitze aus, bei anderen jedoch spalteten sie sich deutlich, andere wiederum hatten so feine Verästelungen an der Spitze, daß sie nur noch in ihren unteren Teilen auseinanderzuhalten waren.

Weder die unseren Goldgiebel kennzeichnende niedrige Zahl noch die im vorliegenden Fall für den Spiegelkarpfen typische hohe Anzahl der Zwischenmuskelgräten wurde auf die Hybriden eindeutig dominierend vererbt. Bei ihnen lag die Zahl etwa in der Mitte zwischen den Werten der reinen Arten. Einige Karpfengiebel wiesen jedoch ebensoviel Zwischenmuskelgräten wie der Spiegelkarpfen auf.

Hinsichtlich der Flossenstrahlzahl unterschieden sich die Hybriden unwesentlich von den Nachkommen der Ausgangsarten. Die niedrige Zahl von 16 gegliederten Strahlen, die die Rückenflosse des Goldgiebels aufweist, wurde bei keinem der Hybriden festgestellt, jedoch fand sich bei



einigen Exemplaren beider Kreuzungsarten die gleiche Zahl von gegliederten Strahlen wie beim Spiegelkarpfen, nämlich 21. In bezug auf die Anzahl der ungegliederten Strahlen stimmten beide Hybridarten mit dem Spiegelkarpfen überein. Die höchste gefundene Anzahl war drei, beim Goldgibel hingegen vier.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Strahlenszahl der Afterflosse. Auch hier waren die Unterschiede zwischen Hybriden und Ausgangsarten nur gering. Die Zahl der ungegliederten Strahlen schwankte bei Nachkommen der Kreuzungen wie auch bei denen der reinen Arten zwischen drei und vier. Die Zahl der gegliederten Strahlen war bei Goldgibel und Spiegelkarpfen konstant und betrug stets sechs, bei den Reziprokhybriden schwankte sie jedoch zwischen fünf und sieben.

Ein Vergleich der Schuppenformel war dadurch sehr erschwert, daß für den Spiegelkarpfen keine Schuppenformel im eigentlichen Sinne aufgestellt werden kann, denn weder auf der Seitenlinie noch oberhalb oder unterhalb davon finden sich zusammenhängende Schuppenreihen. Schuppenformeln lassen sich somit nur für den Goldgibel und die beiden Kreuzungsarten erstellen. Beim Goldgibel wurden zwischen 28 bis 30 Schuppen längs der Seitenlinie nachgewiesen, bei den Karpfengibel zwischen 34 und 40, bei den Gibelkarpfen zwischen 32 und 39. Beide Kreuzungsarten besitzen also mehr Schuppen als der Goldgibel. Oberhalb der Seitenlinie zählten wir bei den Hybridarten fünf bis sechs Schuppenreihen, beim Goldgibel sechs bis sieben.

Die Anzahl der Schuppenreihen unterhalb der Seitenlinie stimmt bei Karpfengibel und Goldgibel überein und liegt zwischen fünf und sieben. Beim Gibelkarpfen wurden hingegen sechs bis sieben Schuppenreihen unterhalb der Seitenlinie festgestellt — vergleichend sei hier die von Schindler (1968) für vollbeschuppte Karpfen angegebene Schuppenformel angeführt:  $35-39 \frac{5-6}{5-6}$

Interessant ist der Vergleich von Zahl und Anordnung der taxonomisch wichtigen Schlundzähne auf den Unterschlundknochen (5. Kiemenbogen) zwischen Reziprokhybriden und reinen Arten. Die Untersuchung von je 20 Exemplaren des Spiegelkarpfens und des Goldgibels erbrachte für jede Art eine gleichbleibende Anordnung der Zähne auf den Unterschlundknochen. Bei den Spiegelkarpfen waren die Zähne in drei Zeilen eingereiht, und zwar von innen nach außen in einer 3.1.1-Anordnung. Beim Gibel stehen auf beiden Schlundknochen je vier Zähne in einer Reihe. Im schroffen Gegensatz hierzu ließ sich bei den drei Hybridarten keine feste Zahnformel aufstellen. Es fand sich eine Vielzahl von Anordnungen, ohne daß ein Schema erkennbar war, wie aus Tab. 21 ersichtlich ist. Die Reziprokhybriden nahmen in bezug auf die Zahl und Anordnung der Schlundzähne weder eine mittlere Mischstellung zwischen den Ausgangsarten ein, noch kann man von einer typischen Bezahnungsformel sprechen.

Hinsichtlich der Anzahl der Barteln am Obermaul waren die beiden Hybridarten mit den Spiegelkarpfen konform. Die Erbanlage des wie alle



### 3.3.4.2. Zweite Versuchsreihe — Versuchsjahr 1968

Durch die zweite Versuchsreihe sollte ermittelt werden, inwieweit die Hybriden der Giebel-Kreuzungen den Nachkommen der reinen Giebel ähnelten bzw. sich von ihnen unterschieden (Tab. 22). Es zeigte sich, daß die Hybriden in bezug auf sämtliche meristischen Merkmale von den Nachkommen sowohl des reinen Gold- als auch des Silbergiebels erheblich abwichen, wie die in Tab. 22 zusammengefaßten Ergebnisse beweisen.

Beim Giebel fanden sich von allen Arten die größte Anzahl von Kiemenreusendornen, und zwar trug der 1. Kiemenbogen 37 Reusendornen. Die Anzahl wurde von keinem der Hybriden erreicht. Die Nachkommen der beiden Giebelvarietäten Goldgiebel und Silbergiebel — nämlich die goldgrünen Giebel (unter Nr. 23.924 in der ZSM ausgestellt) und die Silbergiebel (unter Nr. 23.932 in der ZSM ausgestellt) — besaßen weniger Wirbel als die gleichaltrigen Hybriden.

Was die Zwischenmuskelgräten anbelangt, so wiesen die reinen Giebelvarietäten sowie die *Carassius*-*Carassius*-Kreuzungsarten die wenigsten Gräten auf. In den Hybriden aus Kreuzungen, bei denen *Cyprinus*-Rassen beteiligt waren, fand sich eine hohe Anzahl von Zwischenmuskelgräten, was auf den genetischen Einfluß der Karpfenrassen schließen läßt.

Hinsichtlich der Zahl der Flossenstrahlen unterschieden sich — wie Tab. 22 bestätigt — die Kreuzungstypen nicht grundsätzlich von den Giebelvarietäten. Mit Hilfe von Röntgenbildern, die die Zahl der ungegliederten Strahlen der Rückenflossen deutlich erkennen lassen, wurde festgestellt, daß sowohl die Nachkommen der reinen Arten als auch die aus Kreuzungen hervorgegangenen Exemplare entweder drei oder vier ungegliederte Strahlen besaßen.

Innerhalb jeder der Kreuzungsgruppen fanden sich Exemplare mit nur 16 gegliederten Strahlen der Rückenflosse — der absolut niedrigsten Zahl, die bei den reinen Arten und Hybriden festgestellt wurde. Bei keinem der Nachkommen der reinen *Carassius* und der Hybriden aus den Kreuzungen *Carassius*-*Carassius* übertraf die Zahl der Gliederstrahlen 19.

In bezug auf die Anzahl der ungegliederten und gegliederten Strahlen der Afterflosse waren die Schwankungen nur gering. Auch hinsichtlich der Zahl der Schuppenreihen oberhalb und unterhalb der Seitenlinie waren die Abweichungen geringfügig (Tab. 22). Oberhalb der Linie wurden sechs bis sieben, unterhalb fünf bis sieben Schuppenreihen gezählt. Jedoch traten größere Schwankungen in der Zahl der Schuppen längs der Seitenlinie auf. Die niedrigste Anzahl wurde bei den Nachkommen von Naturgiebel  $\times$  Nuduskarpfen ermittelt, bei denen sich nur 26 bis 28 Schuppen auf der Seitenlinie fanden. Nicht wesentlich höher war die Zahl bei den Nachkommen der reinen Giebelvarietäten, die 27 bis 28 Schuppen besaßen. Bei den übrigen Hybriden war die Zahl der Schuppen deutlich höher und betrug zwischen 29 und 34. Heuschmann (1938) verweist auf eine eventuell engere Beziehung zwischen der Zahl der Schuppen auf der Seitenlinie und

Tab. 22: Meristische Eigenschaften der zweiten Versuchsserie — Versuchsjahr 1968

Teich	39	40	41	42	43	44	45	46	48	*
Art	Goldgibel × Nuduskarpfen	Naturgibel × Karausche	Goldgibel × Karausche	Goldgibel × Goldgibel	Nuduskarpfen × Naturgibel	Nuduskarpfen × Goldgibel	Spiegelkarpfen × Karausche	Silbergibel × Silbergibel	Goldgibel × Goldkarpfen	Karausche
Beschuppungstyp	vollb. zeilb.	vollb.	vollb.	vollb.	vollb. zeilb.	vollb. zeilb.	vollb.	vollb.	vollb.	vollb.
Anz. d. Beob.	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20	5 5	4
Reusendomen am 1. Kiemenbogen	23—24 22—24	30—33	30—32	32—37	32—36 29—33	25—31 24—28	25—30	26—37	29—30	24—32
Wirbelzahl	32—33 32—33	28—30	28—30	28—29	32—33 32—33	32—33 32—33	33—34	28—29	28—32	31—32
Zwischenmuskelgräten	77—103	98—103	55—90	58—89	89—111 79—103	82—105 82—106	83—105	54—89	93—103	70—95
Flossenstrahlen	3—4/16—19	2/16—17	3—4/16—18	3—4/16—19	3/19—21	3—4/19—21	3/20	3/16—19	3—4/17—18	3/16—18
Rückenflosse	2—3/6	3/6	2—3/6—7	3/5—6	3/7	3/6	2—3/6—7	3/6—7	3/8	3/6—8
Anerflosse	28—32 6—7	26—28	29—31 7	28—28 5—6	34—34 6	33—34 6	34—37 6	27—28 6	31—32 6	30—34 6—8
Schuppenformel	5—6	—	6	5—6	6—7	—	—	5—6	6	5—6
Anordnung der Schlundknochen	4:4 3:3	4:4 3:3	4:4	4:4	4:4	4:4	4:4	4:4	1.1.4:4.1.1	4:4
Barteln	4	2	—	—	4	4	4	—	4	—

\* 4 Karauschen aus dem Vereinsweiher in Bauerbach

der Zahl der Wirbel — eine Annahme, die durch die Ergebnisse der Untersuchungen nicht bestätigt wurde.

Wie zu erwarten, entsprachen Zahl und Anordnung der Unterschlundknochen mit Zähnen der reinen Giebelpaarungen genau der Schlundzahnformel der Eltern, und zwar ist jede Seite der Schlundknochen mit je vier Zähnen besetzt. Auch die einjährigen Nachkommen der *Carassius* × *Carassius*-Kreuzungen (Giebel × Karausche) wiesen das gleiche 4:4-Zahnsystem auf wie die beiden Elternarten. Die einsömmerigen Hybriden der *Cyprinus* × *Carassius*- und der *Carassius* × *Cyprinus*-Kreuzungen zeigten Abweichungen. Zwar wurde auch hier beim Großteil der Exemplare die 4:4-Zahnformel festgestellt, daneben gab es aber auch Exemplare mit einem 3:3-Zahnschema. Bei den Goldgiebel × Goldkarpfen-Hybriden trat sogar eine Bezahnung nach der Formel 1.1.4 : 4.1.1 auf.

Die Bartellosigkeit der *Carassius*-Arten vererbte sich auf die Nachkommen aus sämtlichen *Carassius* × *Carassius*-Paarungen bzw. Kreuzungen, also auf die reinen *Carassius*-Arten und deren Artbastarde. Im Gegensatz hierzu besaßen die Hybriden aus Kreuzungen, bei denen eine *Cyprinus*-Art als mütterlicher oder väterlicher Elternteil beteiligt war, Barteln. Bei den sehr kleinen einsömmerigen Fischen waren bei einem Teil der Individuen die Barteln noch nicht zu erkennen, bei anderen jedoch zwei oder vier Barteln bereits ausgebildet. Damit stimmt überein, daß bei den Reziprokbastarden der Kreuzung zwischen Karpfen × Goldgiebel bzw. Goldgiebel × Karpfen alle untersuchten zwei- und dreisömmerigen *Cyprinus* × *Carassius*- und *Carassius* × *Cyprinus*-Hybriden vier Barteln aufweisen (siehe Tab. 22).

### 3.3.5. Fortpflanzungsfähigkeit der dreisömmerigen Hybriden

Tab. 23: Zahl der geschlechtsreifen Exemplare einer Stichprobe von 100 *Cyprinus* × *Carassius*- bzw. *Carassius* × *Cyprinus*-Hybriden

Fischart	Karpfengiebel		Giebelkarpfen	
Anzahl der Beobachtungen	50		50	
Zahl der geschlechtsreifen Hybriden	10		9	
Geschlechter	6 M	4 W	4 M	5 W
ϕ Gewicht (g)	287,5	405,6	318,3	481,3

Angesichts der durch Bastardisierung verursachten Sterilität, die häufig in der Literatur erwähnt wird, erschien es überraschend, daß bei den anatomischen Untersuchungen zur Feststellung der meristischen Merkmale bei einigen Exemplaren der dreisömmerigen Reziprokybriden gut entwickelte Gonaden erkenntlich waren. Es wurden insgesamt 50 Exemplare jeder

Hybridnachkommenschaft auf ihre Fertilität geprüft. Die Bauchhöhle der überwiegenden Zahl der dreisömmerigen Bastarde war — wie bereits erwähnt (siehe Tafel II) — mit einem sehr starken Fettansatz ausgekleidet (wie an dem in der ZSM ausgestellten Exemplar Nr. 23.925 zu ersehen ist). Die Fettansammlung war bei manchen Exemplaren so stark, daß die Leibeshöhlenorgane erst nach deren Entfernung sichtbar waren. Solche Fische besaßen einen deutlich gewölbten Bauch, wenn auch nicht in dem Maße wie der reinrassige Giebel. Ihre Gonaden waren teils verkümmert oder nicht voll entwickelt, so daß eine Geschlechtszuordnung nicht möglich war.

Im Gegensatz hierzu fanden sich Hybriden beider Kreuzungen, die — dem Augenschein zufolge — keinen starken Fettansatz aufwiesen. Bei diesen Individuen waren die Gonaden normal ausgebildet. Die Weibchen wiesen gut entwickelte Eierstöcke auf, die mit gelbweißen Eiern gefüllt waren. Ein solches Exemplar ist in der ZSM unter Nr. 23.925 ausgestellt. Ferner konnten in einigen Hybriden auch wohlgebildete Hoden nachgewiesen werden. Ein solches geschlechtsreifes Hybridmännchen ist unter dem Kennzeichen Nr. 23.925 in der ZSM zu besichtigen. Es fanden sich allerdings erst im Frühjahr 1969 männliche Exemplare, die nach sanftem Druck auf den Leib Samenflüssigkeit abgaben. Die mikroskopische Untersuchung zeigte bewegungsfähige Spermien im Ejakulat.

Insgesamt wurde innerhalb einer Stichprobe von 100 Reziprokhybriden nur bei 19 Exemplaren Geschlechtsreife festgestellt, und zwar waren davon zehn Karpfengiebel und neun Giebelkarpfen. Es erwiesen sich somit 19 bzw. 20 Prozent der untersuchten Exemplare eindeutig geschlechtlich differenziert.

In dieser Altersstufe wurde weder Bisexualität noch histologischer Hermaphroditismus bei den dreisömmerigen Hybriden nachgewiesen.

Um zu ermitteln, ob diese histologische Geschlechtsreife auch mit Fortpflanzungsfähigkeit verbunden war, wurden Anfang Mai 1969 drei Laichpaare, und zwar zwei Karpfengiebel-Paare und ein Giebelkarpfen-Paar, in drei verschiedenen Dubisch-Hofer-Laichteichen eingesetzt. Es wurden hierfür Männchen verwendet, die nach Anwendung von Druck auf die Bauchpartie Samenflüssigkeit abgaben. Die Weibchen wurden nach der äußeren Erscheinung — fülliger Leib — selektiert.

Während der vier Wochen, in denen die Hybridpaare in den Laichteichen verblieben, konnten lediglich Vorläufer des Laichspiels beobachtet werden. Zum gleichen Zeitpunkt hatten in anderen Laichteichen für andere Zwecke angepaarte Karpfen sowie Schleienlaicher (*Tinca tinca* L.) sich fortgepflanzt. Erst nach Beendigung der Laichtätigkeit anderer in Wielenbach laichender Paare entfernte man die für den Versuchszweck angesetzten Bastardfische. Hiermit blieb die Frage offen, ob die vermutete histologische Funktionsfähigkeit der Gonaden auch mit tatsächlicher Fähigkeit zu normalem Laichvorgang verknüpft ist.

#### 4. Diskussion der Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung der Literatur

Nach den Arbeiten u. a. von Berg (1932), Gasowska (1936), Heuschmann (1938/1957) ist nicht mehr zweifelhaft, daß der Giebel und die Karausche zwei verschiedene Arten der Gattung *Carassius* darstellen, im Gegensatz zu der Meinung von u. a. Berndt (1928), daß der Giebel eine Kümmerform der Karausche sowie der Andeutung von Schäperclaus (1953), daß die Entstehung des Giebels auf fertile Bastarde aus der Kreuzung von Karpfen und Karausche zurückzuführen sei. Fest steht auch — wie japanische Veröffentlichungen (Makino 1941 und Matsui 1934) nachweisen —, daß das Herkunftsgebiet des goldfarbenen Giebels in Ostasien liegt, im Vergleich zu der Karausche, die nach Ansicht von Berg (1932), Gasowska (1936) und Heuschmann (1938) ursprünglich in Mitteleuropa beheimatet war. In bezug auf die genetische Herkunft des Giebels nehmen diese Autoren aufgrund von Chromosomenuntersuchungen an, daß sich der Goldgiebel (Goldfisch) vom Ursprungstyp „Funa“ ableitet, mit „Hibuna“ („Common Goldfish“ — Makino 1941) und „Wakin“ als Zwischenstufen.

Nach wie vor bleiben aber beim Giebel verschiedene Aspekte bestehen, die noch geklärt werden müssen. So ist die systematische Beziehung zwischen Giebel und Goldfisch noch umstritten, und damit herrscht hinsichtlich der wissenschaftlichen Bezeichnung des Giebels bzw. Goldgiebels (Goldfisch) Unklarheit. Die Vermehrung des Giebels und die damit verknüpften Fragen des zahlenmäßigen Geschlechter-Verhältnisses (Sex-Ratio) einer Giebelpopulation sind nicht eindeutig geklärt. Da diese Fragen im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine gewisse, wenn auch untergeordnete, Rolle spielen, sei dieser Fragenkomplex anhand der Literatur sowie eigener Ergebnisse behandelt.

In der Frage der Beziehung zwischen Giebel und Goldgiebel (Goldfisch) herrscht zur Zeit verwirrende Unklarheit hinsichtlich der Stammform. Gemeint sind hierbei nicht die rot bis gelb gefärbten Mutanten, die spontan bei fast allen Fischarten gelegentlich auftreten (Ahl 1922, Sachs 1922, Schreitmüller 1923/1924), sondern die beliebten — meist in Parkteichen und Aquarien gehaltenen — Giebel, die volkstümlich „Goldfisch“ genannt, in dieser Arbeit aber aus Gründen der Genauigkeit als Goldgiebel bezeichnet werden. Zur exakten Unterscheidung wird der grünliche Giebel durchweg als Naturgiebel bezeichnet.

Die Beobachtungen der Nachkommenschaft der Goldgiebel  $\times$  Goldgiebel-Paarung von 1966 bewiesen einwandfrei, daß innerhalb dieser Nachkommenschaft Naturgiebel vorhanden waren, wie aus Tab. 6 hervorgeht. Auch aus der Nachkommenschaft der 1968 vorgenommenen Paarung von Goldgiebel  $\times$  Goldgiebel (ZSM Nr. 23.935  $\times$  23.921 — Tab. 7) entstanden grundsätzlich nur goldgrüne Giebel (möglicher Umfärbungstyp — ausgestellt in der ZSM unter Nr. 23.924).

Ob jedoch das goldene (Goldfisch) oder grünliche (Giebel) Exemplar die Ursprungsform ist bzw. ob ein Farbexemplar vom anderen abstammt, sollte anhand von weiteren Untersuchungen geklärt werden, da die Ergebnisse der Paarungen der Giebel unter sich (siehe Tab. 6 und 7) lediglich das Vorkommen des naturfarbenen grünlichen Giebels in der Nachkommenschaft einer Goldgiebel-Paarung erbrachten. Während *Bauch* (1953) den naturfarbenen grünlichen Giebel als Stammform des Goldfisches bezeichnet, vertreten *Makino* (1941/1955) aufgrund karyologischer Untersuchungen und *Matsui* (1934) die Ansicht, daß der Goldgiebel (Goldfisch) vom „Funa“ abstammt. *Makino* (1941/1955) und *Matsui* (1934) berichten weiterhin nur von einem goldenen Fisch im Ursprungsgebiet. Ferner betreffen die mannigfaltigen Veröffentlichungen über Goldgiebel-(Goldfisch-)Zucht im 16. Jahrhundert in China (u. a. *Böttger* 1913, *Brühl* 1910, *Lackmann* 1912, *Matsui* 1934) ausschließlich einen goldgelben Fisch. Dies läßt die Vermutung zu, daß — wenn der naturfarbene Giebel bzw. Silberkarausche die Stammform des Goldfisches ist — diese Farbform (grünlich) zur gleichen Zeit in Ostasien vertreten gewesen wäre. Allerdings mußte deren Züchtung und Selektion zurückgeblieben sein, wahrscheinlich wegen der geringen Nachfrage von Fischliebhabern.

Die ganze Frage der Beziehung zwischen Goldgiebel (Goldfisch) und Naturgiebel (Giebel) wird noch erschwert durch die Umfärbung einiger Exemplare des Giebels (Naturgiebel) im Jugendstadium, die nach *Schreitmüller* (1910) aber auch erst im vierten oder fünften Jahr einsetzen kann. So schien es auch bei vorhergehenden Untersuchungen bei der Frühjahrsabfischung 1969, als ob einige Exemplare des goldgrünen Giebels am Anfang einer Umfärbung zum Farbtyp der Eltern stünden.

Um den Fragenkomplex der Farbvarietäten des Giebels zu lösen, sind noch eingehendere Untersuchungen nötig, ähnlich, wie sie *Probst* (1953) hinsichtlich der Beschuppung des Karpfens durchgeführt hat.

Auch hinsichtlich der wissenschaftlichen Bezeichnung des Giebels bzw. Goldgiebels (Goldfisch) herrscht verwirrende Unklarheit. Dies geht aus der folgenden Tab. 24 hervor, die die von den einzelnen Autoren verwendeten Bezeichnungen zusammenfaßt.

Die überwiegende Zahl der chinesischen Arbeiten über den „Goldfisch“ (*Li* 1959/1969, *Luh* 1965) sowie japanische Veröffentlichungen über „Funa“ bzw. „Goldfisch“ (*Makino* 1965, *Takayama* u. a. 1961) — hier gleichzusetzen mit „Goldgiebel“ — beziehen sich auf „*Carassius auratus* L.“ (eine Ausnahme stellt hier die irrtümliche Bezeichnung des „Funa“ als „*Carassius carassius* L.“ dar, die sich bei *Kobayasi* 1963/1965 und *Makino* 1941 findet). Sie stimmen hinsichtlich der Bezeichnung mit *Lieder* (1955) überein, der eine Unterscheidung vornimmt, indem er den Goldfisch (Goldgiebel) als *Carassius auratus* L., den Giebel (Naturgiebel bzw. Silberkarausche) aber mit *Carassius auratus gibelio* (Bloch) bezeichnet (im Widerspruch hierzu stehen jedoch die oben angeführten Zitate des gleichen Autors, in denen er Giebel und Goldfisch gleichsetzt — Dt. Fischerei-Ztg. 3,



Tab. 24: Bezeichnungen des Giebels bzw. Goldgiebels (Goldfisch) bei den einzelnen Autoren

Giebel Silber-, Teich- karausche Crucian carp. C. a. g. (Bloch)	Goldfisch Goldfish C. a. g. (Bloch)	Giebel Silber-, Teich- karausche Crucian carp. C. a. L.	Goldfisch Goldfish C. a. L.	„Funa“ C. a. L.
Balon 1962 Bauch 1953 Berg 1932 Busnita u. a. 1959 Gasowska 1936 Heusch- mann. 1937/ 1938/1939 Lieder *1955 Skora 1961	Masai u. Sato 1964 Lieder *1955 **1956 Heusch- mann 1938/ ***1957	Ijeiri 1959 Laackmann 1910 Shcheti- nina 1956 Schreit- müller 1910	Bade 1901 Balon 1962 Battle 1940 Breder u. Rosen 1966 Brühl 1910 Fink 1927 Gilbert 1961 Gordon 1957 Kobayasi 1963/1965 Li u. a. 1959/1960 *Lieder 1955/1956 Luh u. a. 1965 Sasaki 1926 Schreit- müller 1926 Suzuki 1967 Watson u. a. 1963	Ijeiri 1959 Kinoshita 1933 Makino ***1941/1966 Sasaki 1926 Takayama u. a. 1961

C. a. g. (Bloch) = *Carassius auratus gibelio* (Bloch)

C. a. L. = *Carassius auratus* Linné

\* „Da aber die echte Karausche in Ostasien nicht auftritt und als „Funa“ in Japan die Wildform des Goldfisches — also *Carassius auratus gibelio* Bloch — bezeichnet wird, so wird Makino wohl Silberkarauschen vor sich gehabt haben“ (Lieder — Naturwiss. 42, 590, 1955).

\*\* „Daß echte Befruchtung beim Giebel nur stattfindet, wenn arteigene Sperma — also Milch von Giebel- oder Goldfisch-Milchnern zur Besamung verwendet wird“ (Lieder — Dt. Fischerei-Ztg. 3, S. 174, 1956).

\*\*\* Makino hat in einer früheren Veröffentlichung (1941) „Funa“ als *Carassius carassius* bezeichnet, was Anlaß zu dem erwähnten Hinweis Lieders (1955) auf die Karausche gab.

\*\*\*\* „Von Kreuzungen des „Goldfisches“, der nach unserer heutigen Auffassung nur eine Zuchtform des Giebels darstellt“ (Heuschmann — Hbd. Binnenfische-  
rei III, S. 176, 1957).

174, 1956 — bzw. den Goldfisch als *Carassius auratus gibelio* (Bloch) bezeichnet — Naturwiss., 42, 95, 1955).

Wie aus Tab. 24 ersichtlich ist, nehmen einige Autoren eine Unterscheidung der Bezeichnungen wie L i e d e r (1955) vor, andere bezeichnen umgekehrt den Goldgiebel (Goldfisch) mit *Carassius auratus gibelio* (Bloch), den Giebel (Naturgiebel) mit *Carassius auratus* L., wieder andere verwenden die eine bzw. die andere Bezeichnung für beide Typen.

Obwohl die Frage grundsätzlich den Taxonomen überlassen werden sollte, konnten die vorliegenden Untersuchungen einen Beitrag zu ihrer Lösung leisten. Die Aufspaltung der Nachkommenschaft einer Goldgiebel × Gold-

Tab. 25: Hybridkreuzungen des Giebels

<i>Carassius auratus</i> L.	<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)
<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>Rhodeus sinensis</i> — L u h u. a. 1965</li> <li>× <i>Carassius carassius</i> — P r o b s t 1937</li> <li>× <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> — S u z u k i 1956</li> <li>× <i>Carassius carassius</i></li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i></li> <li>× <i>Pseudogobio esocinus</i></li> <li>× <i>Gnathopogon elongatus</i></li> <li>× <i>Acheilognathus variegatus</i></li> <li>× <i>Zacco platypus</i></li> <li>× <i>Oryzias latipes</i></li> <li>× <i>Cobitis biwae</i></li> <li>× <i>Lefua echigonis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>Carassius vulgaris</i> } P r o b s t 1937</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> } zt. H e u s c h - m a n n 1938</li> <li>× <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i> M a s a i u. S a t o 1964</li> <li>× <i>Carassius carassius</i> K e i z (1954)</li> </ul>
„Funa“	Goldfisch
<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> M a k i n o u. a. 1955</li> <li>× Goldfisch — M a k i n o 1941</li> <li>× <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> K o b a y a s i 1965</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> T a k a y a m a u. a. 1961</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> — B a d e 1901</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> — F i s c h e r 1880</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> — G i l b e r t 1961</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> — H u b b s C. 1955</li> <li>× <i>Rhodeus sinensis</i> — L u h u. a. 1965</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> M a s a i u. S a t o 1964</li> <li>× <i>Cyprinus carpio</i> — M a t s u i 1934</li> <li>× <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i> S u z u k i 1963</li> </ul>

giebel-Paarung in verschiedene Farbvarietäten einschließlich des Naturgiebels (Giebel — Tab. 6 — bewies, daß es berechtigt ist, den Goldgiebel (Goldfisch) und den Naturgiebel (Giebel) unter einer Bezeichnung zu führen, also entweder als *Carassius auratus gibelio* (Bloch) oder als *Carassius auratus* L. zu bezeichnen, da diesen Benennungen offenbar nicht der Rang von Artbezeichnungen zukommt. Die Zusammenfassung der Giebelvarietäten unter einem wissenschaftlichen Namen entspricht dem Benennungsschema beim Karpfen, wo Spiegel-, Nackt-, Zeilen- und Goldkarpfen einheitlich mit *Cyprinus carpio* L. bezeichnet werden.

Es erhebt sich ferner die Frage der Vermehrung des Giebels. Wie aus der vorstehenden Tab. 25 hervorgeht, können die Eier des Giebelweibchens sowohl mit arteigenem Sperma als auch mit Sperma anderer Arten ohne weiteres befruchtet werden.

Reine Giebel entstanden jedoch in den untersuchten Beispielen nur bei Befruchtung mit arteigenem Sperma. Befruchtung mit Sperma anderer Arten führte zumindest bei den in Tab. 25 angeführten Kreuzungen stets zu Hybridnachwuchs. Bei den Kreuzungen zwischen weit entfernten Arten — z. B. zwischen Goldgiebel (Goldfisch) und *Pseudogobio esocinus* bzw. *Acheilognathus variegatus* (Suzuki 1965) — sind die Nachkommen nicht über das Larvenstadium hinaus lebensfähig gewesen. Keiner der Autoren beobachtete aber in diesen Fällen bei Artkreuzungen einen reinen Giebelnachwuchs, der auf Gynogenese bzw. Merospermie hätte schließen lassen. Auch bei dem in Wielenbach gehaltenen Tiermaterial gingen — wie Tab. 4 und 25 verdeutlichen — aus den Reziprokkreuzungen Spiegelkarpfen  $\times$  Goldgiebel bzw. Goldgiebel  $\times$  Spiegelkarpfen stets Hybridnachkommen beiderlei Geschlechts hervor. Desgleichen wurden bei der zweiten Versuchsreihe 1968 durch Besamung der Giebeleier mit artfremdem Sperma nur einwandfreie Hybridnachkommen erhalten, was sowohl die meristischen sowie morphologischen Eigenschaften beweisen (siehe Tab. 21 und 22).

Aus Tab. 2 geht ferner hervor, daß — gleichgültig, welche Farbvarietät des Giebels einschließlich des Naturgiebels als Rogner bei artfremden Kreuzungen verwendet wurde — niemals reine Giebelnachkommen zustandekamen. Bemerkenswert war einzig und allein, daß je ein Silber- und ein Schwarzrandgiebel — ohne sich vorher am Laichspiel beteiligt zu haben — Eier abgaben, worüber sich in der Literatur kaum Hinweise finden. Ein Beispiel einer solch spontanen Eiabgabe findet sich bei Shchetinina (1956); sie berichtet, daß in der fast männchenlosen Giebelpopulation der „Veselovsk Talsperre“ die Giebelweibchen auch ohne männlichen Reiz ihre Eier absetzten, die jedoch ohne Befruchtung zugrundgingen.

Die oben beschriebenen Beispiele von Kreuzungen des Giebels bieten also keinen Anhaltspunkt für eine etwaige Parthenogenese bzw. Gynogenese. Dies gilt — wie schon erwähnt — für alle Giebelvarietäten. Die in Tab. 25 zusammengefaßten Kreuzungen lassen ebenfalls erkennen, daß sowohl *Carassius auratus gibelio* als auch *Carassius auratus* L. sowie der japanische „Funa“ häufig mit anderen Arten gekreuzt werden und daß stets Hybridnachkommen daraus hervorgingen. Folglich dürfen die Behauptungen

von Balon (1962) — nach ihm auch von Romasow u. Golovinskaja (1960) sowie von Busnita (1959), Lieder (1955/1956/1957/1959) — über die gynogenetische Vermehrung des Giebels auf keinen Fall verallgemeinert werden, auch wenn Lieder (1957) einen Entwicklungsanstoß der Giebeleier durch artfremdes Sperma (Merospermie) einwandfrei festgestellt hat.

Auch die Ergebnisse, zu denen andere Autoren in bezug auf die Gynogenese bei Fischen gelangten, können keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit der Feststellung erheben. Andere Autoren stellten die Frage, ob Gynogenese überhaupt bei Fischen vorkommt.

Abgesehen von den Berichten von Kasansky (1928/1929), Melander u. Moten (1950), Trifonova (1931) über die ersten Stufen der Entwicklung unbefruchteter Fischeier liegen von einer Reihe von Autoren Angaben in bezug auf gynogenetische Vermehrung vor. Hertwig (1936) stellte die Hypothese von den „falschen Bastarden“ im Hinblick auf dieses Phänomen auf. Die meisten Berichte über Gynogenese beziehen sich auf Mitglieder der Poeciliiden, vor allem auf *Mollienesia formosa* und *Poeciliopsis lucida* (Haskins u. a. 1960, Hubbs (Carl) 1930—1955, Hubbs (Clark) 1959, Kallman 1962, Meyer 1938, Miller u. Schultz 1959, Schultz 1961/1967). So haben Hubbs (Carl) 1930—1955 und seine Mitarbeiter über 20 Generationen von *Mollienesia formosa* im Laboratorium gezüchtet, wobei gleichgültig ist, welches artfremde Sperma zur Kreuzung verwendet wurde; stets entstanden weibliche reine *M. formosa*-Nachkommen.

Im Einklang mit den Angaben von Lieder (1956/1957/1959) steht hierbei die bemerkenswerte Tatsache, daß solche weiblichen Fische, deren Eier das artfremde Sperma lediglich als Anstoß zur Vollendung der Entwicklung benötigten, selbst aus männchenlosen Populationen stammten.

Weiterhin erhebt sich die Frage, ob die Entstehung solch männchenloser Populationen beim Giebel bzw. bei anderen Fischarten auf Hybridisation zurückzuführen ist.

Bei euroasiatischen Fischen scheint dieses Phänomen der Männchenlosigkeit auf *Carassius*-Arten beschränkt zu sein (Lieder 1955, Schäperclaus 1953). Nikoljukin (1945) beschrieb lediglich eine matroklone Vermehrung bei Kreuzungen zwischen Karausche (*Carassius carassius* L.) und anderen Arten.

Wenn man von der Andeutung von Schäperclaus (1953) über eine Entstehung des Giebels durch Hybridisation absieht, liegen kaum Berichte darüber vor, daß die *Carassius*-Arten sich durch Hybridisation herausgebildet haben und somit die in dieser Gattung auftretende Männchenlosigkeit kreuzungsbedingt ist. Im Gegensatz dazu nehmen u. a. Hubbs (Carl) 1932 sowie Schultz (1961/1967) die Entstehung von *Mollienesia formosa* sowie *Poeciliopsis lucida* durch Hybridisation an. Als Ausgangsarten von *Mollienesia* bezeichnen Hubbs u. a. (1930—1955) *M. sphenops* × *M. latipinna*. Meyer (1938) hingegen sieht die Männchenlosigkeit als Folge von „selective Maturation“ (selektive Reifung) an. Stolk (1961) führt solche

parthenogenetischen Erscheinungen auf pathologische Veränderungen der Eier zurück. Nach Draighin (1949) zt. bei Lieder (1955) und Shchetinina (1956) ist der Grund für die Männchenlosigkeit beim Giebel das ungleichmäßige Absterben der Geschlechter auf einer bestimmten Entwicklungsstufe.

Keine dieser Behauptungen ist jedoch einwandfrei bewiesen worden. Dies trifft auch für die von Hubbs (Carl) und Mitarbeitern (1930—1955) auf Kreuzungen zwischen *Mollienesia latipinna* und *M. sphenops* zu, die die Autoren als Elternarten von *M. formosa* betrachten. Zwar gingen daraus phänotypische *M. formosa*-Nachkommen hervor, jedoch sowohl männliche als auch weibliche Individuen, während in der Natur Männchenlosigkeit überwiegt.

Rasch (1965) verglich die DNS (Desoxyribonukleinsäure) von phänotypischen *M. formosa*, die aus Kreuzungen von *M. formosa* mit *M. latipinna* bzw. *M. sphenops* hervorgegangen waren, mit reinen *M. formosa*. Bei den durch Hybridisation entstandenen Exemplaren war die DNS-Menge größer als bei den Nachkommen der reinen *M. formosa*, die die für diese Art spezifische DNS-Quantität aufwiesen. Gynogenetische Zeugung dürfte bei der Kreuzung deshalb nicht unbedingt anzunehmen sein.

Zudem bestätigten andererseits Haskins u. a. (1960), Hubbs (Carl) 1930—1955, Hubbs (Clark) 1959 sowie Kallman (1962) das Vorkommen von männlichen *Mollienesia formosa*. Es ist deshalb nicht damit zu rechnen, daß die Zeugung bei dieser Art ausschließlich gynogenetisch erfolgt. Folglich bedarf die Frage eines Zusammenhangs zwischen Männchenlosigkeit und gynogenetischer Vermehrung auch bei Giebeln weiterer Untersuchungen. Denn sowohl aus den Angaben der Literatur als auch aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen geht hervor, daß sich der Giebel nicht unter allen Umständen gynogenetisch vermehrt.

Angesichts der Tatsache, daß Hybridisation beim Giebel mit Erfolg durchzuführen ist — wobei die Möglichkeit einer etwaigen parthenogenetischen bzw. gynogenetischen Zeugung nicht ausgeschlossen sei — erscheint es berechtigt, der Hybridisation der Cypriniden eine geringe wirtschaftliche Bedeutung zuzusprechen und die statistisch ausgewerteten Daten im Hinblick darauf zu besprechen. Zunächst sei anhand der Ergebnisse der Varianzanalyse dargelegt, ob und inwieweit durch die Hybridisation gesicherte Unterschiede in den wirtschaftlich wichtigen Merkmalen bestehen.

Zunächst seien die Differenzen zwischen den Nachkommen der 1966er Kreuzungen der ersten Versuchsreihe einer Betrachtung unterzogen (Tab. 9). Der Vergleich der in einem Teich gehaltenen Nachkommen der beiden reinen Arten erbrachte die signifikante Überlegenheit der Spiegelkarpfen über ihre Teichgefährten, die Goldgiebel. Dies muß — da gleiche Umweltbedingungen herrschten — den genetischen Faktoren zugeschrieben werden. Dabei muß man aber berücksichtigen, daß der Wielenbacher Spiegelkarpfenstamm durch vieljährige Selektion, die im Hinblick auf hohe Wachstumsrate durchgeführt wurde, eine besonders schnellwüchsige Rasse

darstellt, während die Wielenbacher Goldgiebel bzw. Naturgiebel nicht besonders auf Leistung durchgezüchtet worden sind.

Der Vergleich der Mittelwerte der beiden Versuchsjahre 1967 und 1968 (Tab. 10 und 11) ließ eine Überlegenheit der beiden Reziprokhybriden gegenüber dem reinen Goldgiebel erkennen. Sofern man etwaige Umwelteinflüsse vorerst ausklammert, war dies dem Heterosiseffekt zuzuschreiben. Man konnte also die Hybridisation als einen Fall des „Grading up“ (Veredelung) einer Wildform durch eine veredelte Form betrachten, die in der Tierzucht allgemein eingeführt ist. Vergleicht man aber die Werte für Körpergewicht und die übrigen Körperabmessungen, die 1967 und 1968 bei den beiden Hybridnachkommenschaften in den einzelnen Teichen festgestellt wurden, so zeigen sich auch innerhalb der gleichen Reziprokkreuzung je nach Teich und Jahr gewisse Schwankungen und zum Teil gegenläufige Tendenzen. Dies läßt auf den Einfluß nicht-genetischer Faktoren schließen. So könnte ein Teil der Schwankungen auf das Fehlen einer Vorselektion zurückgeführt werden, nachdem sich innerhalb der einzelnen Nachkommenschaften Vor-, Normal- und Nachwüchser befanden. Ferner war die Möglichkeit gegeben, daß auch Umweltfaktoren auf die einzelnen Gruppen unterschiedlich einwirkten.

Um zu exakten Ergebnissen zu gelangen, mußte somit der Teicheffekt in die statistische Betrachtung mit einbezogen werden; die hierarchische Varianzanalyse wurde in diesem Sinne durchgeführt. Die Einteilung in Übergruppen wurde zur Prüfung des Teicheffektes, die in Untergruppen nach Nachkommenschaften — d. h. nach dem genetischen Einfluß — vorgenommen (Tab. 15). In Bezug auf keines der Merkmale konnte der Umwelteinfluß in den beiden Versuchsjahren gesichert werden. Hingegen erwiesen sich die Unterschiede, die zwischen den Nachkommenschaften bei jedem der Merkmale auftraten, sowohl 1967 als auch 1968 als hochsignifikant. Der genetische Einfluß war somit dominierend. Ob dennoch ein gewisser Teicheffekt vorlag, sollte weiteren Analysen vorbehalten bleiben. So wurden im Zusammenhang mit der hierarchischen Varianzanalyse die Merkmalsdifferenzen unter Ausschaltung des Teicheffektes untersucht (Tab. 12 und 13). Die Ergebnisse stimmten durchweg überein, desgleichen die Resultate, die aufgrund der je nach Teich gesondert durchgeführten Varianzanalysen in bezug auf die Merkmalsunterschiede zwischen den Arten ermittelt wurden (Tab. 14).

Im Hinblick auf den möglichen wirtschaftlichen Wert der Hybridisation sind vor allem die hohe Signifikanz der Differenzen in Bezug auf Gewicht, Körperlänge, Körperhöhe und Kopflänge von Bedeutung. Die einfachen Varianzanalysen (Tab. 14) bestätigten auch die hohe Signifikanz der Indexwerte — wenn auch die Variationsquotienten die hohen Werte, die für Gewicht und Körperdimensionen errechnet wurden, nicht erreichten. Die Mittelwerte zeigten, daß in bezug auf Gewicht und gemessene Merkmale der Spiegelkarpfen, im Hinblick auf die Körperverhältnisse aber der Goldgiebel überlegen war; die Reziprokhybriden jedoch nahmen jeweils eine Zwischenstellung ein (Tab. 9).

Die Werte für Hochrückigkeit und Korpulenzfaktor lagen bereits bei den einsömmerigen Goldgibel im Vergleich zu den gleichaltrigen Spiegelkarpfen höher und waren hoch gesichert, wie die 1966 für Teich 34 durchgeführte einfache Varianzanalyse ergab (Tab. 9). Die 1967 und 1968 im Vergleich zum Karpfen bei den Hybriden erhöhten Werte für Hochrückigkeit und Korpulenzfaktor sind als Heterosiseffekt zu betrachten, der offensichtlich durch den Goldgibel verursacht wurde.

Nun ist aber bei der Beurteilung der Hochrückigkeit unter wirtschaftlichem Aspekt in Betracht zu ziehen, daß man sich beim Spiegelkarpfen nicht ohne weiteres am Zahlenwert orientieren darf, da der Rückenhöhe des Spiegelkarpfens eine optimale Grenze gesetzt ist (Wunder 1961). Inwieweit dies auch für die Hybriden gilt, mußte im einzelnen erst geklärt werden.

Wenn auch die Ergebnisse aller 1967 und 1968 durchgeführten Analysen insgesamt eine sehr gute Übereinstimmung ergeben, treten doch — was die Höhe der Variationsquotienten und somit den Grad der Sicherung anbelangt — in mehrfacher Hinsicht Schwankungen in Erscheinung. So konnte man aus den Variationsquotienten entnehmen, daß die Merkmalsunterschiede zwischen den Arten 1968 deutlicher waren als 1967 (Tab. 14). Wenn man auch die geringere Anzahl der Beobachtungen hierfür in Betracht ziehen muß, so dürften die Abweichungen in erster Linie auf das fortgeschrittene Entwicklungsstadium und die damit verbundene klarere Ausbildung artbedingter Körpermerkmale zurückzuführen sein. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Meßgenauigkeit mit zunehmendem Wachstum der Versuchstiere ansteigt. Was die verschiedenen Indexwerte betrifft, ist diese Abweichung jedoch nur beim Korpulenzfaktor ausgeprägt vorhanden, wie die Mittelwerte zeigen (Tab. 14).

Die großen Unterschiede, die 1967 zwischen den für die Teiche 102 und 103 errechneten Variationsquotienten bestanden (Tab. 14), waren 1968 nicht gegeben. Aus den Mittelwerten ist ersichtlich (Tab. 10 und 11), daß Teich 102 für Karpfen und Karpfengibel offenbar sehr günstig war. Der Bestand dieses Teiches wurde 1968 in Teich 103 übertragen, der — nach den Mittelwerten von 1967 (Tab. 10) zu schließen — die Entwicklung vor allem der Spiegelkarpfen leicht hemmte. Inwieweit Teich 103 sich auch 1968 auf Karpfen und Karpfengibel nachteilig auswirkte, läßt sich nicht sicher feststellen. Die Tatsache, daß beim Vergleich der varianzanalytischen Werte, die 1968 für die Teiche 103 und 105 berechnet wurden (Tab. 14), der Signifikanzgrad der artbedingten Unterschiede nicht in dem Maße abwich wie 1967, führt zu der Annahme, daß eine Reihe von Faktoren ausgleichend wirkte. Allerdings ist auch hier zu berücksichtigen, daß die Zahl der Beobachtungen nur 1968 für beide Teiche gleich war. Man könnte jedoch unterstellen, daß 1968 das fortgeschrittene Wachstumsstadium und vor allem die kühlere Witterung dem Teicheffekt entgegenwirkte, der 1967 in den großen Unterschieden der Mittelwerte und somit auch in den Variationsquotienten in Erscheinung trat (Tab. 14). Das Wachstum vor allem der Spiegelkarpfen dürfte 1968 in Teich 103 — verglichen mit dem der Artgenossen in

Teich 105 — nicht in dem Maße beschleunigt gewesen sein, wie dies 1967 der Fall war (Tab. 10 und 11 der Mittelwerte 1967 und 1968). Deswegen konnten sich 1968 in beiden Teichen etwa gleiche Unterschiede in den Abmessungen zwischen den Arten ausbilden, was in den stärker angenähernten Variationsquotienten zum Ausdruck kam (Tab. 14). Nicht deutlich war dies jedoch bei den Indexwerten.

Eine endgültige Aussage über die Stärke des Teicheffektes konnte erst getroffen werden, nachdem der Einfluß der Umweltfaktoren auf jeweils eine Gruppe — und zwar in beiden Jahren — varianzanalytisch untersucht wurde. Die Einwirkung der Umwelt erwies sich in bezug auf die meisten Merkmale beim Karpfen und Karpfengibel nur 1967 als signifikant (Tab. 15). Der Grad der statistischen Sicherung war vor allem beim Karpfengibel in diesem Jahr sehr hoch. Der Teicheffekt war somit je Jahr und je Nachkommenschaft unterschiedlich deutlich (Tab. 15).

Soweit eine genetisch bedingte Abhängigkeit von der Umwelt vorliegt, wie man dies beim Spiegelkarpfen und Karpfengibel annehmen muß (Tab. 15), dürfte diese im frühen Entwicklungsstadium größer sein als in einem späteren. Beim Gibelkarpfen hingegen kommt diese genetisch bedingte Reaktion erst auf einer späteren Entwicklungsstufe zum Vorschein (Tab. 14 und 15). Von großem Einfluß auf die unterschiedliche Wirkung der Teiche dürfte die Sommerwitterung sein. Die Wachstumsperiode des Jahres 1967 war warm und sonnig, und die Wassertemperatur muß dementsprechend hoch angesetzt werden. Die in Teich 103 augenscheinlich für Karpfen und Karpfengibel sehr vorteilhaften Umweltfaktoren sind wahrscheinlich erst in Zusammenhang mit den Temperaturverhältnissen voll wirksam geworden, während die insgesamt kühlere Sommerwitterung des Jahres 1968 wohl ausgleichend wirkte und den Teicheffekt abschwächte. Gibelkarpfen und Goldgibel erwiesen sich als weniger abhängig von der Witterung. Beim Gibelkarpfen war der Teicheffekt 1968 viel deutlicher als 1967, dieser Hybrid dürfte also bei niedrigeren Temperaturen auf die übrigen Umweltfaktoren stärker ansprechen als bei höheren, sofern der oben erwähnte Einfluß der Entwicklungsstufe nicht überwiegt. Anhand der Mittelwerte war auch bei den Nachkommenschaften der zweiten Versuchsreihe von 1968 (Tab. 16) ersichtlich, daß die Spiegelkarpfenkontrollgruppe die jeweiligen Teichgefährten hinsichtlich des Körpergewichts und der Körperabmessungen übertraf, die Nachkommen der Kreuzungen hingegen in den relativen Merkmalskombinationen überlegen waren, was auf die bei den einzelnen Kreuzungen beteiligte *Carassius*-Art zurückzuführen ist.

Die höheren Werte, die die Hybriden von Teich 44 (Tab. 16) in bezug auf Körpergewicht und Körperabmessungen im Vergleich zu ihren Spiegelkarpfen-Teichgenossen aufwiesen, können möglicherweise durch ungleiche Verteilung der Wuchstypen in den einzelnen Nachkommenschaften mitverursacht sein. Die Stichprobe der Hybriden wurde aus einer Population von insgesamt 92 Fischen entnommen, für die Auswahl der Spiegelkarpfen standen jedoch nur 27 Exemplare zur Verfügung (Tab. 4 und 16). Es be-



steht deshalb die Möglichkeit, daß bei der Auswahl der Individuen für die Spiegelkarpfenkontrollgruppe eine einseitige Stichprobe gezogen wurde.

Der Vergleich der Mittelwerte der beiden Beschuppungstypen innerhalb einer Hybridnachkommenschaft ließ erkennen, daß die vollbeschuppten Bastarde jeweils das höhere Gewicht und die größeren Körperdimensionen besaßen (Tab. 16), so daß eine Koppelung dieser Eigenschaften mit der genetischen Anlage für Beschuppung vorliegen dürfte. Dies deckt sich mit den Ergebnissen, zu denen Probst (1953), Schäperclaus (1953) und Lieder (1959) bei Karpfenkarauschen, Heuschmann (1938) bei vermuteten Karpfengiebel-Hybriden gelangten. Die kleine Auswahl der Beobachtungen bei den vorliegenden Versuchen läßt jedoch kein abschließendes Urteil zu.

Die je Teich gesondert vorgenommene Varianzanalyse erbrachte die hohe Signifikanz der Unterschiede zwischen den einzelnen Nachkommenschaften, und zwar im Hinblick auf fast alle Merkmale (Tab. 17). Die Variationsquotienten — abgesehen von Teich 45 —, in denen die Differenzen zwischen Kontrollgruppe und jeweils zwei Beschuppungstypen des gleichen Hybrides auf ihre statistische Sicherung hin untersucht wurden, waren niedriger als in den Teichen, in denen nur zwei Arten verglichen wurden. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß die Abweichungen zwischen Beschuppungstypen gleicher Herkunft im allgemeinen geringer sein dürften als die zwischen reinen Arten und Hybrid bzw. zwischen zwei reinen Arten.

Ein etwaiger Teicheffekt wurde dadurch ermittelt, daß die Kontrollgruppen aller sieben Teiche einer einfachen Varianzanalyse unterzogen wurden (Tab. 18). Es ergab sich eine sehr hohe Signifikanz im Hinblick auf Körpergewicht, sämtliche Körperdimensionen sowie für die Indexwerte. Der starke Einfluß der Umwelt auf den Karpfen, der sich schon bei den Untersuchungen im Rahmen der Nachkommenschaften der ersten Versuchsreihe (Tab. 14) gezeigt hatte, wurde somit eindeutig bestätigt. Seit langem ist bekannt, daß — wie auch andere Kaltblüter — die Fische in weit höherem Maße von den Umwelteinflüssen abhängig sind als die warmblütigen landwirtschaftlichen Nutztiere (Bank 1954, Mann 1960, Moav u. Wohlfarth 1962, Schäperclaus 1953).

Als die wichtigsten Ergebnisse der Varianzanalyse sei zusammenfassend nochmals herausgestellt: Die Merkmalsunterschiede zwischen den Gruppen waren fast durchweg hoch gesichert. Bei der hierarchischen Varianzanalyse ist in Wirklichkeit ein noch höherer Signifikanzgrad anzunehmen, als die Berechnungen erwiesen, da aus technischen Gründen zwei reine Arten und zwei Hybridnachkommenschaften jeweils gleicher Herkunft als gesonderte Arten in die Analysen aufgenommen wurden, worauf oben bereits verwiesen wurde. Ein Teicheffekt war gegeben, wenn auch modifiziert je nach Jahr und Gruppe. Die statistischen Ergebnisse schließen jedoch den Einfluß weiterer Faktoren nicht aus, die sich in ihrer Wirksamkeit vielfach überschneiden und deshalb im einzelnen nicht faßbar sind. Hierzu sind zu rechnen die mehr oder minder ungleiche Verteilung von Wuchstypen sowie ge-

notypische Unterschiede innerhalb von Nachkommenschaften gleicher Herkunft, die Mann (1960) sowie Moav u. Wohlfarth (1963) bei Karpfen nachwiesen. An dieser Stelle sei auf die Untersuchungen von Nakamura u. Kasahara (1957) verwiesen. Aufgrund der Aufzucht von Karpfen der gleichen Nachkommenschaft in einem gemeinsamen Teich bzw. in einzelnen Behältern — wobei die Umwelt aller Behälter einheitlich war — gelangten die Autoren zu dem Schluß, daß die Auswirkung der Aggressivität bei der Fütterung die Ursache der Größenklassenunterschiede innerhalb der Nachkommenschaft sei.

In bezug auf die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Körpermerkmalen liegen keine größeren Unterschiede zwischen den Arten vor. Dies gilt weniger für die Höhe der Koeffizienten als für die Art der Beziehungen als solche. So war bei allen Nachkommenschaften das Körpergewicht mit den übrigen wirtschaftswichtigen Merkmalen wie Körperlänge und Körperbreite straffer korreliert als mit den relativen Merkmalen wie z. B. Hochrückigkeit, was die Korrelationskoeffizienten anzeigten. Unsere Ergebnisse standen hierin in Einklang mit Nowak u. Kostomarov (1936) — siehe Tab. 19. Ob sich jedoch solch relativ niedrige Koeffizienten stets bei Korrelationen zwischen Körpergewicht und Indexwerten ergeben oder ob sie nur darauf zurückzuführen sind, daß die Körperproportionen ihre Optimalwerte noch nicht erreicht haben, ist weiteren Untersuchungen vorbehalten.

In einigen Fällen zeigten sich stärkere Abweichungen zwischen den Versuchsjahren. So lag gelegentlich in einem Jahr ein positiver, im darauffolgenden Jahr ein negativer Zusammenhang vor (Tab. 19). Als Erklärung kann dafür das Fehlen der Vorselektion angeführt werden, wenn nur ein relativ kleiner Tierbestand untersucht wurde, so daß Körpermerkmale von wenigen Exemplaren verschiedener Größenklassen in den Stichproben erfaßt wurden.

Eine statistische Auswertung der meristischen Merkmale — die z. T. für die systematische Unterscheidung der betreffenden Arten wesentlich sind — war wegen der je nach Teich unterschiedlichen und aus versuchstechnischen Gründen häufig zu kleinen Anzahl der Beobachtungen nicht sinnvoll. In diesem Zusammenhang sei auch auf Heuschmann (1938) und Kirpitschnikow (1961) verwiesen, die die Meinung vertreten, daß manche meristischen Merkmale zahlenmäßig nicht festgelegt sind und je nach Alter in einem gewissen Bereich schwanken. Skora (1961) hingegen ist entgegengesetzter Auffassung. Daß die Angaben einzelner Autoren in bezug auf die meristischen Merkmale von Giebel und Karasche erkennbar abweichen, geht aus Tabelle 26 hervor.

Seit langem ist bekannt, daß sich für Hybridfische keine einheitliche Zahnformel für die Schlundzähne aufstellen läßt (v. Siebold 1863). Es überraschte deshalb nicht, daß die dreisömmerigen und zum Teil auch die einsömmerigen Hybriden eine unterschiedliche Zahnformel aufwiesen (Tab. 21 und 22). Auffällig war jedoch, daß die Mehrzahl der einsömmerigen *Cyprinus* × *Carassius*-Hybriden eine einreihige Zahnordnung zeigte.

Tab. 26: Von anderen Autoren erfaßte morphologische Merkmale der *Carassius*-Arten

Gibel (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]) und Karausche (*Carassius carassius*?)

Fischart	Merkmal	Bauch (1952)	Berg (1932)		Gasowska (1935)	Heuschmann (1938/1957)	Matsui (1934)
Gibel	Flossenstrahlen						
	Rückenflosse	3/17—19	3—4/15—19		4/17—19	3/17—19	14—18
	Brustflosse	15—16				15—16	
	Bauchflosse	7—9				7—9	
	Afterflosse	2/5—7	2—3/5—6		3/6	2/5—7	6
	Schwanzflosse	19				19	
	Schuppenformel	27—31	29—34 5—7 5—7		29—31 6—7 5—6	27—31 6 6	29—31 4—6 5—6
	Reusendornen am 1. Kiemenbogen	35—40	39—50		42—52	35—43	
	Wirbelzahl	28—30				27—31	
	Schlundzähne		4 : 4			4 : 4	
Karausche				Nikoljukin (1946)			Skora (1961)
	Flossenstrahlen						
	Rückenflosse	3/17—19	3—4/14—21	3—4/16—19	3/16—19	3/17—19	3/16—18
	Brustflosse	14—16		3		14—16	14—15
	Bauchflosse	8—9				8—9	8—9
	Afterflosse	3/7	2—3/6—8	3/6 (5)	3/6—7	3/6—8	3/7
	Schwanzflosse	19				19	19—20
	Schuppenformel	32—35	28—37 6—8 6—7	32—35 7—8 (6) 7	32—35 7—8 6—7	32—35 7—8 5—6	33—36 6—8 5—7
	Reusendornen am 1. Kiemenbogen	25—33	23—33	28—33	26—35	23—33	26—34
	Wirbelzahl	31—35	31—34	31—34		31—33	31—34
Schlundzähne	4 : 4	4 : 4	4 : 4	4 : 4	4 : 4		

Das legt die Vermutung nahe, daß die Veränderlichkeit der Anordnung der Zähne auf den unteren Schlundknochen erst in einem späteren Wachstumsstadium die endgültige Ausbildung erfährt.

Nur mit Einschränkungen kann die Form der Schwimmblase als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal zwischen Hybriden und reinen Arten betrachtet werden, wie bei Skora u. a. (1963) geschehen. Zwar zeigten die Röntgenbilder (Tafel VI—VIII) der zur Untersuchung einheitlich vorbereiteten reinen Nachkommenschaften eine jeweils typische Schwimmblasengestaltung, doch wichen auch hier einige Exemplare vom arttypischen Bild ab. Was die Hybriden anbelangte, so fiel es sehr schwer, eine für die Kreuzungen typische Form der Schwimmblase nachzuweisen. Ob jedoch die Veränderung der Schwimmblase eine Abhängigkeit zu der Funktion dieses Organs darlegt — also ob z. B. die einzelnen Exemplare unterschiedliche Reaktionen bei der Betäubung für die Röntgenaufnahmen zeigten —, konnte nicht ermittelt werden.

Weiterhin hält Skora (1963) den Winkel der ersten Dornfortsätze der Brustwirbel zur Längsachse der Wirbelkörper zur Unterscheidung von Karauschen-Hybriden und echten Karpfen für geeignet. Auch dies konnte durch die vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigt werden. Es stellte sich aber aufgrund der Röntgenbilder heraus, daß ein Zusammenhang zwischen dem Winkel der Dornfortsätze und der Rückenhöhe bestand (Tafel VI—VIII).

Durch die Hybridisation wurde die Zahl der Zwischenmuskelgräten im Vergleich zu den Elternarten zwar herabgesetzt, jedoch nicht wesentlich reduziert. Eine in wirtschaftlicher Hinsicht völlig befriedigende Verringerung wurde in keinem Fall erzielt. Die züchterischen Möglichkeiten einer Reduzierung der Zwischenmuskelgrätenzahl durch Hybridisation dürften beschränkt sein; die Methode wird in Züchterkreisen nicht als erfolgversprechend betrachtet. Auf jeden Fall erfordert sie zahlreiche Kreuzungen mit umfangreichen Prüfungen. Der hohe technische Aufwand steht somit nicht in Einklang mit den „ökonomischen Realitäten“. Inwieweit durch die Hybridisation bessere Voraussetzungen für Mutationen geschaffen werden, bleibt abzuwarten.

Die Ergebnisse der durchgeführten künstlichen Besamung führten zu dem Schluß, daß der Befruchtungserfolg, d. h. die Zahl der befruchteten Eier sowie die Schnelligkeit der Eientwicklung, nicht unbedingt davon abhängig ist, ob die Elternteile der gleichen Art angehören. Vielmehr wurden der höchste Prozentsatz der Befruchtungen sowie die schnellste Eientwicklung bei Kreuzungen mit artfremdem Sperma gefunden, wie aus den Angaben der Tab. 2 hervorgeht.

Schließlich seien noch die Ergebnisse der Untersuchungen in bezug auf die züchterisch ebenfalls hoch bedeutsame Fortpflanzungsfähigkeit der Hybriden besprochen. Bei den dreisömmerigen Hybridpaaren unterblieb das Laichen (s. 3.3.5.). Dieses Fehlen des Laichvorganges kann dazu führen, daß den Reziprokhybriden — wie es Villwock (1958) tut — „Funktionalsterilität“ bei „histologischer Fertilität“ unterstellt wird. Um hierzu

Stellung nehmen zu können, seien die Umstände näher betrachtet, unter denen bei den Versuchen das Laichen der Hybridfische unterblieb.

Im Mai des Jahres 1969 herrschte eine für die Jahreszeit außergewöhnlich warme Witterung. Alle zu anderen Zwecken angesetzten Wielenbacher Karpfen-Laichpaare — einschließlich der normalerweise spätlachenden Schleien (*Tinca tinca* L.) —, die schon mehrmals in ihrem Leben sich fortgepflanzt hatten, hatten bis Ende Mai nach wenigen Tagen Aufenthalt in ihren Laichteichen abgelacht. Auch wurde die Auswahl der Weibchen mehr oder minder dem Zufall überlassen, da es keine unbedingt sicheren Anhaltspunkte für Feminität bei erstlachenden Exemplaren gibt. Außerdem konnten nur insgesamt drei Laichpaare in den drei verschiedenen Laichteichen ausgesetzt werden. Es liegen deshalb die oben erwähnten Gründe für die Annahme vor, daß die eingesetzten Paare dennoch laichfähig waren und daß die Laichfähigkeit von Goldgiebel×Karpfen-Hybriden wie überhaupt der *Carassius*×*Cyprinus*- bzw. *Cyprinus*×*Carassius*-Hybriden nicht unbedingt ausgeschlossen ist. Es finden sich auch in der Literatur Angaben über die Laichfähigkeit von Karpfen×Goldgiebel-Reziprokhybriden. Gilbert (1961) verweist auf Trautman (1957), der die Meinung vertrat, daß diese Hybriden laichfähig sind. Als Stütze seiner Meinung führte er an, daß an manchen Stellen des Eriesees in Kanada diese Hybriden — unter denen sich Angehörige sämtlicher Jahrgänge finden — allen anderen Fischen an Zahl deutlich überlegen sind. Dies deutet auf die Laichfähigkeit der Hybriden hin, wenn auch die „differential mortality“, die unterschiedliche Sterblichkeit der übrigen Arten und andere Faktoren als Ursache für das zahlreiche Vorkommen der Hybriden mit in Betracht gezogen werden müssen.

Ferner berichtete bereits 1880 der Hoffischer Fischer, daß die in seinem Berliner Teich ausgesetzten Goldfisch×(Goldgiebel-) Karpfenhybriden mit hoher Wahrscheinlichkeit laichfähig waren. Kafuku (1968), Kafuku u. Matsushima (1968) sowie Skora (1968) bewiesen definitiv die Laichfähigkeit von Reziprokhybriden aus der Kreuzung zwischen Karpfen und der eng verwandten Karausche. Heckel u. Kner (1858) betrachteten *Cyprinus*-Hybriden als eigene Art, v. Siebold stellte 1863 jedoch fest, daß *Cyprinus Kollarii* als ein Bastard zwischen Karpfen und Karausche zu betrachten ist. Knauth (1883) berichtet über eine Brut aus der Paarung von *Cyprinus Kollarii* untereinander. Vom gleichen Autor liegen 1902 Angaben über eine „Cypriniden-Gesellschaft“ von Karpfenkarauschen vor, von deren Männchen er lebensfähigen Samen erhielt. Lieder (1955) stellte ebenfalls in einer Karpfen×Karauschen-Nachkommenschaft fruchtbare Rogner fest und zitiert hierzu Nikoljukin (1935), der Rückkreuzungen solcher Hybridweibchen mit Karpfen durchgeführt hat. Auch Walter (1913), auf den Schäperclaus (1953) verweist, vertritt die Laichfähigkeit der Karpfenkarauschen.

Heuschmann (1938) stellte an Bastarden — die er als Giebelkarpfen betrachtete — histologische Geschlechtsfähigkeit fest, konnte aber Laichfähigkeit trotz gemeinsamen Zusammenlebens im Teich nicht beobachten.

Die Vorverlegung der Geschlechtsreife wurde als ein mögliches Zuchtziel bereits erwähnt. Neue, durch Bastardierung entstandene Zuchtrassen haben sich bereits durch größere Anpassungsfähigkeit und eine Reihe anderer erwünschter Eigenschaften bewährt. Hier sind zu nennen die im Hinblick auf hohe Kälteresistenz für die sowjetische Arktis von Kirpitschnikov (1961) gezüchteten Karpfenrassenhybriden, die von Fishelson u. Popper (1966), Leviya u. Fishelson (1967) vorgenommenen Artbastardierungen von Cichliden zur Erreichung höherer Salinitätstoleranz sowie die von Keiz (1954) bei Cypriniden in bezug auf Krankheitsresistenz durchgeführten Artkreuzungen.

Längst bekannt und vielfach in der Literatur belegt ist die größere Anpassungsfähigkeit der Fischhybriden an Umweltbedingungen (Berndt 1928, Heuschmann 1938, Nikoljukin 1935, Schiemenz 1934, Wundsch 1947).

Es bleibt jedoch noch eine Reihe von Zuchtzielen, die bisher in der Praxis noch nicht erreicht wurden, da es noch nicht gelungen ist, diese Eigenschaften in den Hybriden fest zu verankern. Zu ihrer Verwirklichung bedarf es noch intensiver Forschungsarbeit. Hier ist an erster Stelle die Wachstumsheterosis zu nennen, die u. a. von Bailey u. Lagler (1937), Hubbs, Hubbs u. a. (1930—1955), Kosswig u. Sengün (1945) bei Centrarchidae-Hybriden und anderen Artbastarden ermittelt wurden. Ein für die Praxis verwertbarer Hybrid mit diesem Heterosiseffekt wurde noch nicht erzielt. In bezug auf den Verbraucherwunsch nach einem Fisch mit möglichst wenig Beschuppung dürfte die Bastardierung zwischen Giebel und Nuduskarpfen — sofern, wie anzunehmen ist, eine Weiterzüchtung der Bastardstämme durchführbar ist — einen größeren Erfolg versprechen, da bei dieser Kreuzung ein zeilbeschupppter Bastardfisch erzeugt wird, wie aus den vorliegenden Untersuchungen zu ersehen ist (Tab. 4). Inwieweit allerdings die Lebenstüchtigkeit und das Wachstum solcher zeilbeschupppter Bastarde mit dem Wachstumstempo ihrer vollbeschupppten Geschwister des gleichen Alters Schritt hält, muß näheren Untersuchungen überlassen werden.

Inwieweit die durch Hybridisation verursachte Sterilität für die Monosex-Kultur bzw. die Besatzregelung — wie Hickling (1960/1968) sowie Lagler u. Steinmetz (1957) für die Teichwirtschaft in warmen Ländern vorschlagen — einsetzbar ist, bedarf noch weiterer Untersuchungen, da bei einer großen Anzahl von Hybriden Fertilität nachgewiesen ist. So sind bereits fertile Hybriden festgestellt worden bei Artbastardierungen innerhalb der Catostomidae, Centrarchidae, Cichlidae, Coregonidae, Cyprinodontidae, Labridae, Esocidae, Percidae, Pleuronectidei, Poeciliidae und Salmonidae, wie aus den Arbeiten folgender Autoren zu entnehmen ist: Bailey u. Lagler (1938), Bauer (1958), Crossman u. Buss (1965), Heinrich (1967), Hubbs (Carl) u. a. (1941/1943/1957), Hubbs (Clark) 1960/1961, Kupka (1948), Lowe (1958), Nümann (1947), Newman (1914), Peters (1963), Pinney (1918), Raney (1940), Wright u. Buss (1958), Yashou v. a. (1959).

Crossman u. Buss (1965) bezweifeln, ob totale Sterilität bei Fischhybriden überhaupt vorkommt. In Anbetracht des häufigen Auftretens fertiler Hybriden dürfte eine Monosex-Hybrid-Kultur ohne gründliche Vorselektion nach Geschlecht kaum zu erreichen sein.

Ergänzend könnte gesagt werden, daß anstatt der in der Fischzucht heute noch üblichen gruppenweisen Paarungen der Laicher ohne strenge Individualauslese mit Vergleich der Werteigenschaften bei der Nachkommenchaft — die sich hemmend auf die züchterische Entwicklung auswirkt — die Einzelpaarung, verknüpft mit einer sorgfältigen Zuchtwertbeurteilung des betreffenden Individuums, auch in der Fischzucht entsprechende Fortschritte liefern müßte. Darüber hinaus sollte danach betrachtet werden, die aufgrund der wechselnden Umweltbedingungen hervorgerufenen und die Beurteilung erschwerenden Leistungsschwankungen durch eine optimale Gestaltung und Konstanz der Umweltverhältnisse weitgehend einzuschränken. Auf dieser Grundlage sind die Möglichkeiten gegeben, die Fischzucht auf das gleiche Niveau der Züchtung anderer landwirtschaftlicher Nutztiere zu bringen. Darüber hinaus hat der Fischzüchter den Vorteil, daß aufgrund der höheren Vermehrungsrate seiner Teichfische sowie der größeren Tierbestände günstigere Voraussetzungen für den Erfolg bei der Selektion auf bestimmte Zuchtziele zu erwarten sind.

## 5. Zusammenfassung

Angesichts des wertvollen Beitrages, den die Hybridisation zur Veredelung bzw. Entwicklung zahlreicher landwirtschaftlicher Nutztierassen leistet, war es Aufgabe der vorliegenden Arbeit, Wege und Möglichkeiten aufzuzeigen, den züchterischen Fortschritt in der Teichwirtschaft mittels gezielter Einzelpaarungen von Teichfischen sowie Untersuchungen der Nachkommenleistung am Einzeltier am Modellfall der Bastardierung der Fischarten *Cyprinus* und *Carassius* darzustellen.

Im Hinblick auf dieses Versuchsziel wurden in den Jahren 1966 bis 1969 entsprechende Paarungen durchgeführt und an den in getrennten Teichen aufgezogenen Nachkommen an jeweils 30 Körperteilen Meßdaten erfaßt sowie Erhebungen über meristische Merkmale an rund 600 Fischen angestellt. Soweit meristische Merkmale im Körperinneren zu untersuchen waren, geschah dies unter Zuhilfenahme von Röntgenaufnahmen.

Die Meßdaten wurden auf Lochkarten übertragen und mit Hilfe eines Computers varianzanalytisch ausgewertet. Desgleichen wurden die Korrelationen zwischen Körpermerkmalen innerhalb der verschiedenen Nachkommenschaften auf ihre Signifikanz geprüft.

Artkreuzungen erfolgten hauptsächlich zwischen Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) und Goldgabeln (*Carassius auratus gibelio* (Bloch)) mittels Besamung der abgestreiften Eier durch andere verwandte Fischarten. Dadurch sollte einerseits die Kreuzbarkeit des Giebels erwiesen, andererseits ein Beitrag zur Lösung des Problems geleistet werden, ob und inwieweit

die verschiedentlich in der Literatur beschriebene gynogenetische Vermehrung auftritt.

Zusätzlich wurden Artkreuzungen zwischen unterschiedlichen Farbexemplaren des Giebels mit einigen Beschuppungstypen des Karpfens sowie mit einer anderen Carassiusart, der Karausche (*Carassius carassius* L.) durchgeführt.

Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich wie folgt kennzeichnen:

- a) Alle untersuchten Farbexemplare des Giebels ließen sich sowohl mit dem Karpfen als auch mit der Karausche kreuzen. Die Nachkommen aus diesen Kreuzungen stimmten weder in den meristischen noch in den morphologischen Eigenschaften mit dem echten Giebel überein. Daraus kann man den Schluß ziehen, daß die gynogenetische Vermehrung des Giebels nicht verallgemeinert werden darf.
- b) Bei beiden Geschlechtern der dreisömmerigen Reziprokkreuzungen zwischen Karpfen und Goldgibel — also bei Karpfengibel und bei Gibelkarpfen — konnte bei 20 Prozent der Nachkommen Geschlechtsreife festgestellt werden.
- c) Die Nachkommenschaft aus Paarungen reiner Goldgibel untereinander spaltete sich in verschiedene Farbvarietäten — einschließlich des naturfarbenen Giebels — auf. Alle Farbtypen wurden überdies bereits im zweiten Lebensjahr laichreif.
- d) Die Erbanlagen für Vollbeschuppung eines Elternteiles — bei den vorliegenden Untersuchungen des Giebels oder der Karausche — dominierten auch bei den Arthybriden über die Erbanlage für Teilbeschuppung bei den Kreuzungen mit Spiegelkarpfen. Die Nachkommenschaften aus Kreuzungen zwischen schuppenlosen Nuduskarpfen und vollbeschuppten Goldgibel sowie Karauschen spalteten sich in zwei zahlenmäßig etwa gleiche Beschuppungstypen auf, und zwar in einen vollbeschuppten und in einen zeilbeschuppten Typus. Auch die Anlage für Barteln am Obermaul erwies sich als dominant, so daß aus Kreuzungen zwischen einem Bartelträger (Karpfen) und einem bartellosen Elternteil (Giebel oder Karausche) stets Hybriden mit Barteln hervorgingen.
- e) Die Letalfaktoren, die bei Rassenkreuzungen des Nuduskarpfens hervorgerufen werden können, traten bei den Artkreuzungen von Nuduskarpfen und Gibel bzw. Karauschen nicht in Erscheinung. Im Laichaufkommen konnten weder Mißbildungen, Lebensschwäche, noch sonstige Störungen beobachtet werden.
- f) Die experimentell erzeugten Bastarde (Karpfen-Goldgibel bzw. Goldgibel-Karpfen) wichen in der Körperform nicht wesentlich von den Ausgangsarten (*Cyprinus carpio* L. und *Carassius auratus gibelio* (Bloch)) ab. Dies war bei der Ähnlichkeit der Gestalt beider Arten zu erwarten. Sämtliche Hybriden trugen die für beide Elternarten Karpfen und Gibel typische konkav geschwungene Rückenflosse. Bei den Nachkommen aus Kreuzungen zwischen Gibel und Karauschen sowie zwi-



schen Karauschen dominierte die „Karpfenform“ über die „Karauschenform“, also die konvex geschwungene Rückenflosse.

- g) Bezüglich der wirtschaftlich wichtigen Merkmale lagen Körpergewicht und Körperabmessungen des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) hochsignifikant oberhalb, die entsprechenden Werte des Goldgiebels jedoch hochsignifikant unterhalb des Populationsdurchschnittes. Die reziproken Hybriden — Karpfengiebel und Giebelkarpfen — nahmen hingegen eine Zwischenstellung ein, d. h. sie standen den Populationsmittelwerten näher als die reinen Arten.
- In bezug auf die relativen Formmerkmale, vor allem hinsichtlich Hochrückigkeit und Korpulenzfaktor, erreichten die Karpfen oft nicht den Mittelwert der Teichgefährten, während der Giebel sich im Hinblick auf die Indexwerte als die überlegene reine Art erwies. Die reziproken Hybriden zeigten auch hierbei Zwischenwerte.
- h) Die Unterschiede zwischen Gewichten und gemessenen morphologischen Merkmalen von Teichgefährten verschiedener Nachkommenschaften waren bei den dreisömmerigen Fischen — also bei zunehmender Größe — deutlicher ausgeprägt als bei den ein- bzw. zweisömmerigen Fischen.
- i) Hinsichtlich den zwischen verschiedenen Körpermerkmalen jeweils einer reinen Art bzw. einer Hybridnachkommenschaft gebildeten Korrelation traten keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Arten zutage. Dabei zeigte sich das Körpergewicht mit allen übrigen wirtschaftswichtigen Körperdimensionen weitaus straffer korreliert als mit den relativen Formmerkmalen.
- j) Was die Umwelt — hier als Teichverhältnisse aufgefaßt — betrifft, zeigte sich bei Spiegelkarpfen und Karpfengiebel eine stärkere Abhängigkeit als beim Giebelkarpfen bzw. Goldgiebel.
- k) Abschließend wurden Möglichkeiten eines praktischen Einsatzes der Hybridisation im Rahmen der Binnenfischerei erörtert.

## 6. Literaturverzeichnis

- Ahl, E.: Albinismus bei Fischen. — Blatt. Aqu. & Terr. Kde. 33, 199—200, Stuttg. 1922.
- Aida, T.: Sex Reserval in *Aplocheilus latipes* and a New Explanation of Sex Differentiation. — *Genetics* 21, 136—153, N. Y. 1936.
- Alm, G.: Artificial Hybridization between different Spezies of the Salmon Family. — Rep. Inst. Freshw. Res., 36, 13—56, Schweden 1954.
- Anwand, K.: Ein weiterer Fund eines Heringzwitter *Clupea harengus* L.). — *Zs. Fisch.* (N. F.) 10, 383—386, Berlin 1961.
- Arens, H.: Bastardierung und Artbestimmung der Salmoniden. — *Allg. Fisch. Zt.* 34, 120—121, 1919.
- Askiray, F.: Genetical Contributions to the Systematical Relationship of Anatolian Cyprinodont Fishes. — *Hidrobiologi Istanbul, Serie B*, 1, 33—81, 1952.
- Bade, E.: Die mitteleuropäischen Süßwasserfische, Bd. I. — Verlagsbuchhandlung, 182 S., Berlin 1901.
- Baerends, G. P. u. Baerends — van Rooy, J. M.: An Introduction to the Study of Ethology of Cichlid Fishes. — *Behaviour, Suppl.* 1, 243 S., Leiden 1950.
- Bailey, R. M. u. Lagler, K. F.: An Analysis of Hybridization in a Population of Stunnet Sunfishes in New York. — *Papers Mich. Acad. of Sc.*, 23, 577—606, 1938.
- Balon, E. K.: Ökologische Bemerkungen über die Standorte der Donaufische mit einer Beschreibung des Fundes des *Carassius auratus gibelio* (Bloch). — *Acta Soc. Zool. Bohemoslovenicae*, 26, 333—351, 1962.
- Bank, O.: Das Längen-Gewichtsverhältnis des Karpfens. — *Der Fischwirt*, 4, 134—138, 1954.
- Battle, H. I.: Embryology and Larval Development of the Goldfish (*Carassius auratus* L.). — *Ohio J. Sc.*, 40, 82—93, 1940.
- Bauch, G.: Die einheimischen Süßwasserfische. — Neumann, 187 S., Berlin 1953.
- Benecke, B.: Ein neuer Cyprinidenbastard. — *Zool. Anz.*, 7, 228—230, Leipzig 1884.
- Berg, L. S.: Über *Carassius carassius* und *Carassius gibelio*. — *Zool. Anz.*, 98, 15—18, Leipzig 1932.
- Berndt, W.: Vererbungsstudien an Goldfischrassen. — *Zeitschr. f. Indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre*, 36, 160—349, Berlin 1925.
- — : Wildformen und Zierrassen bei der Karausche. — *Zool. Jb., Abt. Zool.*, 45, 841—972, Jena 1928.
- Blair, W. F.: Interbreeding of Natural Population of Vertebrates. — *Amer. Nat.*, 85, 820, 9—30, Lanc. 1951.
- Bozkurt, B.: Über Sterilität bei Zahnkarpfenbastarden. — *Hidrobiologi, Istanbul, Seri B*, X, 3, 143—163, 1945.
- Breder, C. M.: Reproductive Habits of the North American Sunfishes. — *Zoologica*, 21, 1—48, New York 1936.

- u. Rosen, D. E.: Modes of Reproduction in Fishes. — Nat. Hist. Press., 941 S., N. Y. 1966.
- Breider, H.: Über das Auftreten von Rudimentärhermaphroditismus nach Kreuzung getrenntgeschlechtlicher Arten. — Verh. Dtsch. Zool. Ges., 36, 190—195, 1934.
- Brühl, L.: Fischzucht in japanischen Binnengewässern. — Fischerei Ztg. Neudamm, 13, 261—267, 1910.
- Busnita, T. u. a.: La gynogenese chez *Carassius auratus gibelio* (Bloch). — Bulletin l'Association des Anatomistes. — 102, 204—211, Nancy 1959.
- Caspari, E. u. Watson, G. S.: On the Evolutionary Importance of Cytoplasmic Sterility in Mosquitoes. — Evolution, 13, 568—570, Chic. 1959.
- Clark, E.: Functional Hermaphroditism & Self Fertilisation in a Serranid Fish. — Science, 129, 215—216, Washington 1959.
- Clark, E. Aronson, L. u. Gordon, M.: Mating Behaviour Patterns in two Sympatric Species of Xiphophorin Fishes. — Bull. Amer. Mus. of Nat. Hist., 103, 135—226, 1954.
- Crossmann, E. J. u. Buss, K.: Hybridization in the Family Esocidae. — J. Fish. Res. Bd. Canada 22, 1261—1292, 1965.
- Cuenot, L.: La seiche commune de la Méditerranée, etude sur la naissance d'une espèce. — Arch. Zool. Exp. Générale, 75, 319—330, 1933.
- D'Ancona, U.: Sexual Differentiation of the Gonad & the Sexualisation of the Germ Cells in Teleosts. — Nature, 156, 603—604, London 1945.
- Darlington, C. D.: Polyploidy in Animals. — Nature, 171, 191—194, London 1953.
- Day, F.: Races and Hybrids among Salmonidae. — Proc. Zool. Soc. London, 17—40, 376—380, 581—593, 1884.
- Dobzhansky, T.: Die genetischen Grundlagen der Artbildung. — Gustav Fischer, 252 S., Jena 1939.
- — Studies on Hybrid Sterility II. — Genetics 21, 113—135, New York 1936.
- — u. Boche, R.: Intersterile races of *Drosophila pseudoobscura*. — Biol. Zbl., 53, 314—330, Leipzig 1933.
- — u. Sturtevant, A.: Geographical Distribution & Cytology of „Sex-Ratios“ in *Drosophila pseudoobscura* and Related Species. — Genetics, 21, 473—490, New York 1936.
- — u. Tan, C.: Studies an Hybrid Sterility III. — Z. f. Indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre, 72, 88—114, Leipzig 1936.
- Egashira M.: On the Survival Power of Male a. Female of *Carassius auratus*. — Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ. Sendau, Ser 4 (Biol.), 9, 415—426, 1935.
- FAO: Yearbook of Fisheries Statistics-Catches and Landings. — Vol. 24, Rome 1967.
- Federley, H.: Das Verhalten der Chromosomen bei der Spermatogenese der Schmetterlinge *Pygaere anachoreta*, *curtula* und *pigra*, sowie einigen ihrer Bastarden. — Z. f. Indukt. Abst.- und Vererbungslehre, 9, 1—110, Berlin 1913.
- — : Über subletale und disharmonische Chromosomen. — Hereditas, 12, 271—193, Lund 1929.
- Fink, M. C.: Der Goldfisch und seine Abarten. — Das Aquarium, 1, 9—13, Berlin 1927.
- Fischer, F.: Zur Karpfen-Bastardzüchtung (Karpfen × Goldfisch), Deutsch. Landw. Presse, Jg. VII, Nr. 40, 1880.
- Fishelson, L. u. Popper, D.: Experimente on Rearing Fish in Salt Waters near the Dead Sea. — FAO Symposium, VIII/E—7, 244—245, Rome 1966.
- Fowler, H. W.: Hermaphrodite Shad in the Delaware. — Science, 36, 18—19, N. Y. 1912.
- Franz, V.: Über Bastardpopulationen in der Gattung *Paludina*. — Biol. Zbl., 48, 79—93, Leipzig 1928.
- Gasowska, M.: Der Giebel — eine ostasiatische Silberkarausche (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]). — Zs. Fischerei, 34, 719—725, Berlin 1936.
- Gerschler, W. S.: Über alternative Vererbung bei Kreuzung von Cyprinodontiden-Gattungen. — Z. f. Indukt. Abst.- und Vererbungslehre, 12, 73—96, Leipzig 1914.

- Geyer, E.: Der zeitliche Ablauf der Bezahnung und des Zahnwechsels bei *Cyprinus carpio* L. — *Morph. Jb.*, 80, 280—354, Leipzig 1937.
- Gilbert, C. R.: Hybridization versus Integration. — *Copeia*, 181—192, Philad. 1961.
- Goldschmidt, R.: Die sexuellen Zwischenstufen. — *Monog. Gesamtgeb. Pflanzen, Tiere*, 23, 528 S., Berlin 1931.
- Goldschmidt, R.: A Critical Review of some Recent Work in Sex Determination in Fishes. — *Quart. Rev. of Biol.*, 12, 426—439, Baltimore 1937.
- Gordon, M.: Inheritance of Sex and Crossing-Over of the Sex Chromosomes in the Platyfish. — *Genetics*, 22, 376—292, N. Y. 1937.
- — : Spaciation in Fishes. — *Advances in Genetics*, 1, 95—132, N. Y. 1947.
- — : Sex Determination in *Xiphophorus (Platypoecilus) maculatus* III. — *Zoologica*, 37, 91—100, N. Y. 1952.
- — : „Physiological Genetics of Fishes“. — *Physiol. of Fishes*, Ed. E. Brown, Vol. II, 526 S., Acad. Press, N. Y. 1957.
- — u. Rosen, D. E.: Genetics of Species Differences in the Morphology of the Male Genitalia of *Xiphophorus* Fishes. — *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 95, 413—464, 1951.
- Greenberg, B.: Parental Behaviour and Imprinting in Cichlid Fishes. — *Behaviour*, 21, 1963.
- Günther, A.: On a Hybrid between the Roach and the Bleak (*L. rutilus* and *Alburnus lucidus*). — *Proc. Zool. Soc., London*, S. 50, 1889.
- Haldane, J. B. S.: Sex Ratio and Unisexual Sterility in Hybrid Animals. — *J. of Genetics*, 12, 101—109, London 1922.
- Hammond, J. u. a.: *Handbuch der Tierzucht*. — Bd. III, 456 S., Paul Parey, Hamburg 1961.
- Harrington, R. W.: Oviparous Hermaphroditic Fish with Internal Selffertilisation. — *Science*, 134, 1749—1750, N. Y. 1961.
- Haskins, C. P. u. Haskins, E. F.: The Role of Sexual Selection as Isolating Mechanisms in 3 Species of poeciliid Fishes. — *Evolution*, 3, 160—169, Lanc. 1949.
- Haskins, C. P., Haskins, E. F. u. Hewitt, R. E.: Pseudogamy as an Evolutionary Factor in the Poeciliid Fish *Mollienesia formosa*. — *Evolution*, 14, 473—483, Lanc. 1960.
- Heen, E. u. Kreuzer, R.: *Fish in Nutrition*. FAO Congress (Washington 1961), Fishing News (Books) Ltd., 447 S., London 1962.
- Heckel, J. u. Kner, R.: *Die Süßwasserfische der österreichischen Monarchie*. 388 S., Engelmann, Leipzig 1858.
- Hertwig, P.: Artbastarde bei Tieren. — *Handb. Vererbungswiss.*, 21, Bd. II B, 140 S., Bornträger, Berlin 1936.
- Heinrich, W.: Untersuchungen zum Sexualverhalten in der Gattung *Tilapia* und bei Artbastarden. — *Z. f. Tierpsych.*, 24, 684—754, Berlin 1967.
- Heuschmann, O.: Karausche (*Carassius carassius* L.) und Giebel (*Carassius auratus gibelio* [Bloch]). — *Zs. Fischerei*, 36, 249—285, Berlin 1938.
- — : Die Weißfische (Cyprinidae). *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, Bd. III, 24—199, Stuttgart 1957.
- Hickling, C. F.: The Malacca *Tilapia* Hybrids. — *Jour. of Genetics*, 57, 1—10, 1960.
- — : Fish Hybridization. *Proc. World Symposium on Warm-Water Pond Fish-Culture*, 4, Nr. 44, 1—11, Roma 1966.
- Hubbs, C. L. u. Hubbs, L. C.: Increased Growth in Hybrid Sunfishes. — *Papers Mich. Acad. Sc.*, 13, 291—301, 1930.
- — u. Hubbs, L. C.: Apparent Parthenogenesis in Nature in a Form of Fish of Hybrid Origin. — *Science*, 76, 628—630, N. Y. 1932.
- — u. Hubbs, L. C.: The Increased Growth, Predominant Maleness and Apparent Infertility of Hybrid Sunfish. — *Papers Mich. Acad. Sc.*, 27, 613—641, 1933.
- — Spaciation in Fishes. — *American Naturalist*, 74, 198—211, 1940.

- — u. Kuronuma, K.: Hybridization in Nature between two Genera of Flounders in Japan. — Papers Mich. Acad. Sc., 27, 267—306, 1941.
- — u. Miller, R. R.: Mass Hybridisation between two Genera of Cyprinid Fishes in the Mohave Desert, Calif. — Papers, Mich. Acad. Sc., 28, 343—378, 1943.
- — Walker, B. W. u. Johnson, R. E.: Hybridization in Nature between Species of American Cyprinodont Species. — Cont. Lab. Vert. Biol. Mich. Uni., 23, 1—23, 1943.
- — u. Lagler, K.: Fishes of the Great Lakes Region. — Cambrook Press, Michigan 1947.
- — Hubbs, L. C. u. Johnson, R. E.: Hybridization in Nature between Species of Castostomid Fishes. — Contr. Lab. Vert. Biol. Uni. of Mich., 22, 1—76, 1943.
- — Hybridization between Fish Species in Nature. — Systematic Zoology, Vol. 4, Wash. 1955.
- Hubs, Clark: *Gambusia heterochir*, a new Poeciliid Fish from Texas with an Account of its Hybridization with *G. affinis*. — Tulane Stud. Zool., 5, 1—16, 1957.
- — u. Strawn, K.: Relative Variability of Hybrids between the Darters. — Evolution, 11, 1—10, Chic. 1957.
- — u. Drewry, G.: Long Duration of Sperm Function in two Euryhaline Fishes and its Lack of Significance in Hybridization. — American Naturalist, 92, 866, 378—380, 1958.
- — : Fertility of  $F_1$ -Hybrids between the Percid Fishes, *Etheostoma spectabile* and *E. lepidium*. — Copeia, 57—59, Philad. 1958.
- — Drewry, G. u. Warburton, B.: Occurance and Morphology of a Phenotypic Male of a Gynogenetic Fish. — Science, 129, 1277—1229, Wash. 1959.
- — : Population Analysis of a Hybrid Swarm between *Gambusia affinis* and *G. heterochir*. — Evolution, 13, 236—246, Chic. 1959.
- — : Duration of Sperm Function in the Percid Fishes *Etheostoma lepidum* and *E. spectabile*, Associated with Sympatry of the Parental Population. — Copeia, 1—8, Philad. 1960.
- — u. Delco, E. A.: Mate Preferences in the Males of Four Species of Gambusiine Fishes. — Evolution, 14, 145—152, Lanc. 1960.
- — : Isolation Mechanisms in the Speciation of Fishes. 5—23 (In Vertebrate Speciation, Ed. Blair, W. F.), Univ. of Texas Press, Austin 1961.
- — u. Strawn, K.: Infertility between 2 Sympatric Fishes, *Notropis intrensis* & *N. venustus*. — Evolution, 10, 341—344, Lanc. 1956.
- Huet, M. J.: Experimental Studies on Adaptive Evolution in *Gasterosteus aculeatus* L. — Evolution, 1, 89—102, Chic. 1947.
- Huxley, J. S.: Note on an Alternating Preponderance of Males and Females in Fish., J. of Genetics, 10, 265—276, London 1920.
- — : Late Fertilisation and Sex-Ratio in Trout. — Science, 58, 291—292, N. Y. 1923.
- Ijeiri, S.: Intersex and Neuter in the „Funa“ (*Carassius auratus*). — Zool. Mag., 68, 394—396, Tokyo 1959 (jap. mit engl. Zusammenfassung).
- Jäckel, A. J.: *Alburnus Rosenhaueri*, ein neuer Fischbastard. — Zool. Garten, 7, 20—25, Frankfurt 1866.
- Johnsgard, P. A.: Hybridization in the Anatidae and Taxonomical Implications. — Condor, 62, 25—33, Calif. 1960.
- Kafuku, T.: Studies on Hybrids between Carp and „Kawachi“ Crucian Carp. — I. Bull. of Freshwater Fish Res. Lab., 18, 21—40, Tokyo 1968 (jap. mit engl. Zusammenfassung).
- — u. Matsushima, M.: Studies on Hybrids between Carp and „Kawachi“ Crucian Carp. II. Bull. of Freshwater Fish. Res. Lab., 18, 41—48, Tokyo 1968 (jap. mit engl. Zusammenfassung).
- Kallman, K. D.: Population Genetics of the Gynogenetic Teleost *Mollienesia formosa*. — Evolution, 16, 497—504, Chic. 1962.

- Karbe, L.: Cytologische Untersuchungen der Sterilitäterscheinungen bei anatolischen Zahnkarpfen. — Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst., 59, 73—104, 1961.
- Kasansky, W. J.: Zur Morphologie der Hybriden der Cyprinidae. — Zool. Anz., 118, 129—142, Leipzig 1927.
- — : Die Befruchtung der Eier von *Esox lucius* L. durch das Sperma von Acipenseriden, Amphibien, Reptilien, Vögeln, Säugetieren. — Zool. Anz., 86, 88—93, Leipzig 1929.
- Keenleyside, M. H.: Some Aspects of Schooling Behaviour of Fish. — Behaviour, 8, 183—248, 1955.
- Keiz, G.: Das Auftreten der infektiösen Bauchwassersucht des Karpfens bei Cypriniden-Bastarden. — Fischwirt, 7, 198—200, 1954.
- Kinoshita, T.: A New Case of Hermaphroditism in *Carassius auratus* L. — J. of Sc. of Hiroshima Univ., Ser. B. Div. 1, Zool. Vol., 2, 205—210, 1933.
- Kirpitschnikow, V. S.: Die genetischen Methoden der Selektion in der Karpfenzucht. — Zs. Fisch., 10 N. F., 137—163, Berlin 1961.
- Knauth, K.: Über einen neuen fortpflanzungsfähigen Cypriniden aus Mittelschlesien. — Zool. Anz., 16, 448—450, Leipzig 1893.
- — : Cyprinidenbastarde. — Zool. Anz., 18, 407, Leipzig 1895.
- — : Über eine neue Varietät der Teichkarausche. — Korrespondenz im Zool. Garten, 36, 59—60, 1895.
- — : Zur Frage der Degeneration und Bastardbildung bei Fischen. — Fisch. Ztg. Neudamm, 5, 629, 1902.
- Kobayasi, H.: Morphological and Genetical Observations in Hybrids of some Teleost Fishes II. — Journ. of Hokkaido Gakugei University Sec. II A, Vol. 14, 1—23, 1963.
- — : A Chromosome Study in Loach-Funa Hybrids. — Zool. Mag., 74, 261—267, Tokyo 1965 (jap. mit engl. Zusammenfassung).
- Kosswig, C.: Die geschlechtliche Differenzierung bei den Bastarden von *Xiphophorus* und *Platypoecilus* und deren Nachkommen. — Z. f. Indukt. Abst.- und Vererbungslehre, 54, 226—305, Leipzig 1930.
- — : Syn-, pro- und metagame Geschlechtsbestimmung im Tierreich. — Der Züchter, 17, 28—32, Berlin 1931.
- — : Genotypische und phänotypische Geschlechtsbestimmung bei Zahnkarpfen. — Proc. VI. Int. Cong. Genetics, 2, 110—111, Ithaca 1932.
- — : Genotypische und phänotypische Geschlechtsbestimmung bei Zahnkarpfen. — II. Biol. Zbl., 53, 152—159, Leipzig 1933.
- — : Nicht homologe Heterochromosomen bei nächstverwandten Arten. — Biol. Zbl., 56, 199—207, Berlin 1936.
- — : Über die Verwandtschaftsbeziehungen Anatolischer Zahnkarpfen. — Hydrobiologi, Istanbul Seri B, 1, 186—198, 1953.
- Kosswig, C. u. Sengün, A.: Über arttrennende Mechanismen. — Hydrobiologi, Istanbul, Seri B, 10, 164—214, 1945.
- Kupka, E.: Chromosomale Verschiedenheiten bei Schweizerischen Coregonen. — Rev. Suisse Zool., 55, 285—293, 1948.
- Laackmann, G.: Die Zucht der Goldfische in Japan. — Blatt. Aqu. u. Terr. Kd., 23, 543—546, Stgt. 1910.
- Lagler, K. F. u. Bailey, R. M.: The Genetic Fixity of Differential Characters in Subspecies of the Percid Fish. — Copeia, 50—59, Philad. 1947.
- Lagler, K. F. u. Steinmetz, C.: Characteristics and Fertility of Experimentally Produced Sunfish Hybrids. — Copeia, 290—292, Philad. 1957.
- Lauprecht, D. E.: Die wichtigsten genetisch-statistischen Fachausdrücke der Tierzucht. — Ulmer, 33 S., Stuttgart 1966.
- Lavan, H.: Kernvererbung. — Z. f. Indukt. Abst.- und Vererbungslehre, 88, 443—477, Berlin 1957.

- — : Außerkeraryotische Vererbung. — Z. f. Indukt. Abst.- und Vererbungslehre, 88, 478—516, Berlin 1957.
- Laviya, Y. u. Fishelson, L.: Experimental Rearing of Tilapia Hybrids in Salt Water Ponds near the Dead Sea. — Fisheries and Breeding in Israel, 3, 1—28, 1967.
- Leiner, M.: Die drei europäischen Stichlinge und ihre Kreuzungsprodukte. — Zs. Morph. Ökol. Tiere, 28, 107—154, Berlin 1934.
- Li, P.: Variations of the Sex-Ratio and Differential Mortality in the Goldfish, *Carassius auratus*. — Acta Zool. Sinica, 11, 49—56, Peking 1959.
- Lieder, U.: Über die Bedeutung der Artkreuzung für die Züchtung neuer Nutzfischarten. — Dt. Fischerei-Ztg., 1, 247—251, Berlin 1954.
- — : Chromosomenstudien an Fischen II. — Zs. Fisch., 3 (N. F.), 375—382, Berlin 1954.
- — : Männchenmangel und natürliche Parthenogenese bei der Silberkarausche, *Carassius auratus gibelio*. — Naturwiss., 42, S. 590, Berlin 1955.
- — : Die Karpfkarausche. — Dt. Fischerei-Ztg., 2, 80—84, Berlin 1955.
- — : Einige genetische Probleme in der Fischzucht. — Zs. Fisch., 5 (N. F.), 133—142, Berlin 1956.
- — : Der Giebel, unsere interessanteste Fischart. — Dt. Fischerei-Ztg., 3, 54—59, Berlin 1956.
- — : Die Bedeutung des Giebels für die Fischzucht. — Dt. Fischerei-Ztg., 3, 174—176, Berlin 1956.
- — : Die Ergebnisse der im Jahr 1956 durchgeführten Karpfen-Karausche-Kreuzungen. — Zs. Fisch. (N. F.), 6, 283—299, Berlin 1957.
- — : Einiges über Fischbastarde. — Dt. Fischerei-Ztg., 4, 141—145, Berlin 1957.
- — : Über die Entwicklung bei männchenlosen Stämmen der Silberkarausche, *Carassius auratus gibelio* (Bloch). — Biol. Zbl., 78, 284—291, Leipzig 1959.
- Lindroth, A.: Time of Activity of Freshwater Fish Spermatozoa in Relation to Temperature. — Zoologiska Bidrag, 25, 165—168, Uppsala 1947.
- Loeb, J.: Heredity in Heterogenous Hybrids. — J. of Morph., 23, 1—15, 1912.
- Lotsy, J. P.: Evolution by Means of Hybridization. — M. Nijhoff, Hague, 166 S., 1916.
- Lowe, R. H.: Breeding behaviour Patterns and Ecological Differences between Tilapia Species in and their Significance for Evolution in the Genus *Tilapia*. — Proc. Zool. Soc., 132, 1—30, London 1959.
- Luh, T., Liu, J., Tu, M. u. Tung, Y.: Studies on the Inter-Subfamilial Crossing between Goldfish (*Carassius auratus* L.) and the Chinese Bitterling (*Rhodeus sinensis* G.). — Acta Biol. Exp. Sinica, 10, 61—66, Peking 1966.
- Makino, S.: Karyological Study of Goldfish of Japan. — Cytologica XII, 96—111, Tokyo 1941.
- Makino, S., Ojima, Y. u. Matsui, Y.: Some Cytological Features of Sterility in the Carp-Funa Hybrids. — Annot. Zool. Jap., 28, 12—16, Tokyo 1955.
- Mann, H.: Das Wachstum vorwüchsiger und zurückgehaltener Karpfen. — Allg. Fisch. Ztg., 85, 272—274, 1960.
- Masai, H. u. Sato, Y.: The Brain Patterns of the Hybrid Produced between *Carassius auratus auratus* and *Gnathopogon elongatus elongatus*. — Naturwiss., 51, 393—394, Berlin 1964.
- Matsui, Y.: Genetical Studies of the Goldfish of Japan 1, on the Varieties of Goldfish and the Variations in their External Characters. — Jor. Imp. Fish Inst., 30, 1—36, Tokyo 1934.
- Mayr, E.: Artbegriff und Evolution. — Paul Parey, 588 S., Hamburg 1967.
- Meise, W.: Über Artentstehung durch Kreuzung in der Vogelwelt. — Biol. Zbl., 56, 590—603, 1936.
- Melander, Y. u. Montén, E.: Probable Parthenogenesis in *Coregonus*. — Hereditas, 36, 105, Lund 1950.
- Menzbier, M.: Kreuzung und Aussterben von Tierarten. — Biol. Zbl., 427—438, Erlangen 1884.

- Meyer, H.: Investigations Concerning the Reproductive Behaviour of *Mollienesia formosa*. — *J. of Genetics*, 36, 329—366, London 1938.
- Miller, R. J.: Sexual Development and Hermaphroditism in the Hybrid Cyprinid. — *Copeia*, 450—452, Philad. 1962.
- Miller, R. R.: Speciation in Fishes of the Genera *Cyprinodon* and *Empetrichthys* Inhabiting the Death Valley Region. — *Evolution*, 4, 155—163, Chic. 1950.
- Miller, R. R. u. Schultz, R. J.: All Female Strains of the Teleost Fishes of the Genus *Poeciliopsis*. — *Science*, 130, 1656—1657, Wash. 1959.
- Moav, R. u. Wohlfahrt, G.: Breeding Schemes for the Genetic Improvement of Edible Fish. Progress Report, Fish Breeders Ass. of Israel, 1—39, 1963.
- Moore, J. A.: Abnormal Combinations of Nuclear and Cytoplasmic Systems. — *Adv. in Genetics*, 7, 139—182, N. Y. 1955.
- Morris, D.: Homosexuality in the Spined Stickelback. — *Behaviour*, 4, 233—261, 1952.
- — : The Rep. Behaviour of the Zebra Fish (*Poephila Guttata*) with Special Ref. to Pseudomale Behaviour and Displacement Activities. — *Behaviour*, 6, 271—322, 1954.
- Morris, M.: The Behaviour of the Chromatin in the Hybrids between *Fundulus* and *Ctenolabrus*. *J. Experimental Zool.*, 16, 501—521, Philad. 1914.
- Myers, G. S.: The Endemical Fauna of Lake Lanao and the Evolution of Higher Taxonomic Categories. — *Evolution*, 14, 232—333, Lanc. 1960.
- Myrberg, A.: A descriptive Analysis of the Behaviour of African Cichlid Fish *Pelmatochromis guentheri*. — *Animal Behaviour*, 13, 312—329, 1965.
- Naeve, H.: Eine Kreuzung *Danio analipunctatus* und *D. rerio*. — *Blatt Aqu. u. Terr. Kd.*, 23, 470, Stuttgart 1910.
- Newman, H.: Modes of Inheritance in Teleost Hybrids. — *J. of Exp. Zool.*, 16, 447—499, 1914.
- Newman, H. H.: Development and Heredity in Heterogenic Teleost Hybrids. — *J. of Experimental Zool.*, 18, 511—576, Philad. 1915.
- Nakamura, N. u. Kasahara, S.: A Study on the Phenomenon of the Tobi-Koi or Shoot Carp III. On the Results of Culturing the Modal Group and the Growth of Carp Fry Reared Individually. — *Bull. Jap. Soc. of Sc. Fisheries*, 22, 674—678, 1957.
- Navashin M.: Chromosome Alterations Caused by Hybridization and their Bearing upon Certain Genetic Problems. — *Cytologia*, Vol. 5, Nr. 1, 169—203, 1934.
- Nikoljukin, N. I.: Über Kreuzungsversuche an Knochenfischen. — *Zool. Anzeiger*, 112, 305—318, Leipz. 1935.
- — : Über die rein-matrokline Nachkommenschaft einiger Kreuzungen der Knochenfische. — *Compte rendus (Doklady) de l'Academie de Sc. d'URSS*, 3, 373—375, Moscow 1946.
- Noble, G.: Sex Recognition in the Sunfish *Eupomotis gibbosus*. — *Copeia*, 151—155, 1934.
- Nowak, W. u. Kostomarov, B.: Biometrische Studien über die tschechoslowakischen Karpfen. — *Der Karpfen aus Hluboka n. VI (Frauenberg)*, Zs. Fisch., 34, 1—22, Berlin 1936.
- Nümann, W.: Artbildungsvorgänge bei Forellen (*S. lacustris* & *S. carpio*). — *Biol. Zbl.*, 66, 77—81, 1947.
- Patterson, J. T. u. Stone, W. S.: Hybrids and Hybrid Sterility in „Evolution in the Genus *Drosophila*“. — *Macmillan*, 610 S., N. Y. 1952.
- Peters, M.: Fortpflanzungsbiologie und tiersoziologische Studien an Fischen. — *Z. Morph. und Ökol. Tiere*, 37, 387—425, Berlin 1941.
- Pinney, E.: A Study of the Relation of the Behaviour of the Chromatin to Development and Heredity in Teleost Hybrids. — *J. of Morphology*, 31, 225—291, 1918.
- Plate, L.: Selektionsprinzip und Problem der Artbildung. — *Engelmann, Leipzig & Berlin* 1913.



- Probst, E.: Die künstliche Befruchtung bei Karpfen und Schleien. — Bastardierungsversuche. — Fisch. Ztg., 40, 392—395, 404—409, Neudamm 1937.
- — : Die Beschuppung des Karpfens. Ergebnisse Wielenbacher Vererbungsversuche. — Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, 1, 150—227, 1953.
- Post, A.: Vergleichende Untersuchung der Chromosomenzahlen bei Süßwasser-Teleostiern. — Zt. Zool. Syst. Evol. Forsch., 3, 47—93, Frankf. 1965.
- Prokofieva, A.: On the Chromosome Morphology of certain Pisces. — Cytologia, 5, 498—506, Tokyo 1934.
- Raney, E. C.: Reproductive Activities of a Hybrid minnow *Notropis cornutus* × *N. rubellus*. — Zoologica, 25, 361—367, N. Y. 1940.
- Rasch, E., Darnell, R., Kallman, K. u. Abramoff, P.: Cytophotometric Evidence for Triploidy in Hybrids of the Gynogenetic Fish, *Poecilia formosa*. — J. of Exp., 160, 155—170, Philad. 1965.
- Reinboth, R.: Morphologische und funktionelle Zweigeschlechtlichkeit bei marinen Teleostiern. — Zool. Jb. Abt. Physiol., 69, 405—480, Jena 1962.
- — : Natürlicher Geschlechtswechsel bei Serranidae. — Anat. Zool. Jap., 36, 173—178, 1963.
- — : Amphisexuelle Fische. — Umschau 67, 256—257, 1967.
- Robson, G. u. Richards, O.: The Variation of Animals in Nature. — Longmans Green 1. — Ed., 425 S., London 1936.
- Rosen, D. E. u. Gordon, M.: Functional Anatomy and Evolution of Male Genitalia in Poeciliid Fishes. — Zoologica, 38, 1—47, N. Y. 1953.
- Sachs, W. B.: *Platypoecilius maculatus* (Gthr.) Gold. Blatt Aqu. u. Terr. Kd., 33, 52—53, Stuttgart 1922.
- Sasaki, K.: On the Sex-Ratio of *Carassius*. — Sc. Report, Tohoku Imp. Univ., 1, 299—238, 1926.
- Sato, D.: Karyotype Evolution in Vertebrata with Special Reference to Protokaryotype. — Sc. Papers Coll. Gen. Education Univ. Tokyo, 12, 39—72, 1963.
- Schäperclaus, W.: Die Züchtung von Karauschen mit höchster Leistungsfähigkeit. — Zs. Fisch., 2 (N. F.), 19—69, Berlin 1953.
- Schiemenz, P.: Betrachtung über die wichtigeren Fische unserer Seenwirtschaft. Die Karausche (*Carassius vulgaris*). — Fisch. Ztg., 37, 837—838, Neudamm 1934.
- Schindler, O.: Unsere Süßwasserfische. — Kosmos, Franckh'sche Verl., 234 S., Stuttgart 1968.
- Schmalhausen, J. u. Dobzhansky, T.: Factors of Evolution XIV., 327 S., Philad. 1949.
- Schreitmüller, W.: Über das Laichgeschäft des Goldfisches in Aquarien. — Blatt. Aqu. u. Terr. Kd., 21, 773—775, 810—811, Stuttgart 1910.
- — : Die Zucht der Goldorfe (*Idus melanotus*) in Aquarien. — Blatt. Aqu. u. Terr. Kd., 34, 167—168, Stuttgart 1923.
- — : Einiges über Karpfkarausche und Karauschkarpfen. — Blatt. Aqu. u. Terr. Kd., 35, 89, Stuttgart 1924.
- — : Spätes Umfärben von Goldfischen (*Carassius auratus* L.) im Freien. — Wochenschr. Aqu. u. Terr. Kd., 23, 5—6, Braunschweig 1926.
- Schultz, R. J.: Reproductive Mechanisms of Unisexual & Bisexual Strains of the Viviparous Fish *Poeciliopsis*. — Evolution, 15, 302—325, Kansas 1961.
- — : Gynogenesis and Triploidy in the Viviparous Fish *Poeciliopsis*. — Science, 157, 1564—1567, N. Y. 1967.
- Sengrün, A.: Experimente zur sexuell-mechanischen Isolation II. — Hydrobiologi Istanbul, Serie B, 14, 114—128, 1949.
- Shchetinina, L. A.: On the Reproductive Behaviour of the Prussian Carp in the Veselovsky Water Reservoir. — Zool. Jurnal, 35, II, 1517—1521, 1956 (russ. mit engl. Zusammenfassung).

- Silbey, C. G.: Hybridization in the Red-Eyed Towhees of Mexico. — *Evolution*, 8, 252—290, Chic. 1954.
- — : Hybridization in Birds. — *Bull. Bri. Orn. Club*, 79, 154—158, 1959.
- v. Siebold, C. T.: Die Süßwasserfische von Mitteleuropa. — Verlag W. Engelmann, 430 S., Leipzig 1863.
- Skora, S.: Karausche aus der Teichwirtschaft Golysz. — *Acta Hydrobiol.*, 3, 91—112, Krakow 1961.
- — : Die Karpfkarausche und ihre Zucht in Teichen. — *Acta Hydrobiol.*, 4, 245—266, Krakow 1962.
- — : Die Vererbung einiger Elternmerkmale bei dem Mischling Karpfkarausche. — *Acta Hydrobiol.*, 5, 343—352, Krakow 1963.
- — : Charakteristik zweier Populationen von Karpfkarauschen aus den Teichwirtschaften Golysz und Landek. — *Acta Hydrobiol.*, 7, 329—340, Krakow 1965 (poln. mit dt. Zusammenfassung).
- — : Auswirkung der Rückkreuzung zwischen Mischlingen von Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) und Karauschen (*Carassius carassius* L.) auf Wachstum und Variabilität der Nachkommenschafts-Population. — *Acta Hydrobiol.*, 10, 233—257, Krakow 1968.
- Slashtencko, E. P.: A List Natural Fish Hybrids of the World. — *Hydrobiologi*, Istanbul, Serie B., 4, 76—97, 1957.
- Spurway, H.: Hermaphroditism with Self-fertilisation and the Monthly Extrusion of Unfertilised Eggs in the Viviparous Fish *Lebistes reticulatus*. — *Nature*, 180, 1248—1251, London 1957.
- Steinmann, P.: Polytypie und intraspezifische Evolution bei Süßwassertieren. — *Schweiz. Zs. Hydrolog.*, 14, 313—332, 1952.
- Sterba, G.: Süßwasserfische aus aller Welt. — Zimmer & Herzog, 638 S., Berchtesgaden 1959.
- Stern, C.: Interspecific Sterility. — *Amer. Nat.*, 70, 123—141, 1936.
- Stolk, A.: Ovarial Teratoma Caused by Pathological Parthenogenesis in the Viviparous Cyprinodont *Heterandria formosa*. — *Naturwiss.*, 48, 167, Berlin 1961.
- Suomalainen, E.: Parthenogenesis in Animals. — *Advances in Genetics*, 3, 193—253, N. Y. 1950.
- — : On Polyploidy in Animals. — *Proc. Finnish Acad. Sc. a. Letters*, 105—119, Helsinki 1958.
- Suzuki, R.: A Study of Interfamilial Crossing between Minnow and Mud Loach. — *Bull. Aichi Gakugei Univ. Nat. Sc. Section 4*, 29—34, 1956.
- — : Development of Goldfish Eggs, Inseminated with some Foreign Sperms. — *Zool. Mag.*, 66, 34—37, Tokyo 1957 (jap. m. engl. Zusammenf.).
- — : Artificial Ovulation in the Minnow, River-Chub, Goldfish and Crucian carp. — *Bull. Aichi Gakugei Univ.*, 6, 31—35, 1957.
- — : Hybridization Exp. on Cyprinid Fishes V. Reciprocal Crosses between *Carassius carassius auratus* and *Gnathopogon elongatus elongatus*. — *Anat. Zool. Jap.*, 36, 203—207, Tokyo 1963.
- — : Hybridization Experiments in Cyprinid Fishes VIII. — *Jap. Jour. Ichth.*, 13, — — 64—68, 1965.
- Svärdson, G.: Chromosome Studies on the Salmonidae. — *Rept. Inst. Freshwater Res.*, 23, Schweden 1945.
- — : Young Silbing Fish Species in N. W. Europe. — In W. F. Blair ed. *Vertebrate Speciation XVI*. Univ. of Texas Press. Austin, 642 S., 1961.
- Svärdson, G. u. Wickbom, T.: The Chromosomes of Two Species of Anabantidae with a new case of Sex-Reversal. — *Hereditas*, 28, 212—216, Lund 1942.
- Swarup, H.: Effect of Triploidy on the Body size, General Organisation and Cellular Structure in *Gasterosteus aculeatus*. — *J. of Genetics*, 56, 143—155, 1959.
- Takayama, S. u. a.: On the Mosaic Organisation of Cortical Aveoli in Eggs of Carp-Funa Hybrids. — *Anat. Zool. Jap.*, 34, 128—131, Tokyo 1961.

- Tavolga, W. N.: Reproductive Behaviour in the Gobid Fish *Bathygobius soporator*. — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 104, 431—459, 1954.
- Tinbergen, N. u. van Ierse, J. J.: Displacement Reactions in the Threespined Stickleback. — Behaviour, 1, 56—63, 1948.
- Trivonova, A.: Zur Frage der Parthenogenese und Hybridisation der Fische. — Zool. Anz., 98, 193—198, Leipzig 1931.
- Tsuyuki, H. u. Roberts, E.: Zone Electrophoretic Comparison of Muscle Myogens and Blood Proteins of Artificial Hybrids of Salmonidae with their Parental Species. — J. of Fish. Res. Board. Can., 22, 767—773, 1965.
- Turner, C. L.: An Ovary in the Yellow Perch (*Perca flavescens*). — Science, 74, 370—371, N. Y. 1931.
- Villwock, W.: Weitere genetische Untersuchungen zur Frage der Verwandtschaftsbeziehungen anolischer Zahnkarpfen. — Mittl. Hamburg Zool. Mus., 56, 81—152, 1958.
- Volpe, E. P.: Evolutionary Consequences of Hybrid Sterility & Vigour in Toads. — Evolution, 14, 181—193, Lanc. 1960.
- Wagler, E.: Fische und Fischerei in den Bayerischen Voralpenseen (Die Karausche). — Allg. Fisch. Ztg. 75, 364—366, München 1950.
- Watson, L. u. a.: The Hematology of Goldfish *Carassius auratus* L. Cytologia, 28, 118—130, Tokyo 1963.
- Welykochatjko, T. D.: Über den Hybriden *Scardinius erythrophthalmus* und *Alburnus alburnus*. — Zool. Anz., 91, 24—26, Leipzig 1930.
- White, M. J. D.: Animal Cytology & Evolution. II. Ed. Camb. U. P., 454 S., 1954.
- Whitehead, R. A.: The L. H. and Breeding Habits of the W. Afric. Fish *T. mariae* and the Status of *T. meeki*. — Proc. Zool. Soc., 139, 535—543, London 1962.
- Wickbom, T.: Cytological Studies on the Family Cyprinodontidae. — Hereditas, 29, 1—24, Lund 1943.
- Wickler, W.: Signal Value of the Genital Tassel in the *T. macrochir*. — Nature, 208, 595—596, 1965.
- Winge, Ö.: One Sided Masculine and Sex-Linked Inheritance in *Lebistes reticulatus*. — J. of Genetics, 12, 145—162, London 1922.
- — — : The Nature of Chromosomes. — Proc. VI Int. Congress of Genetics, 1, 343—355, N. Y. 1932.
- Wojnarovich, E.: Ausreifen von Karpfenlaich in Zugergläsern und Aufzucht der Jungfische bis zum Alter von 10 Tagen. — Allg. Fisch. Ztg., 86, 680—682, 1961.
- Wright, J. E. u. Buss, K.: Barriers to Artificial Hybridization of Certain Species of the Salmonidae. — Proc. X. Int. Congr. of Genetics, Vol. II, 322, 1958.
- Wunder, W.: Leistungsprüfungen in der Karpfenzucht. — Arbeiten der DLG, 67, 56 S., Frankfurt 1961.
- Wundsch, H. H.: Die Karausche als zeitgemäße Aufgabe der Teichzüchtung. — Tierzucht, 1, 19—21, Berlin 1947.
- Yeates, M. T. M.: Modern Aspects of Animal Breeding. — Butterworths, 3, 371 S., London 1965.
- Zarnecki, S. u. Rychlichi, Z.: Beobachtungen des Laichaktes des Karpfens. — Dt. Fisch. Ztg., 10, 167—172, Berlin 1963.
- Zijlstra, J., Baerends, G. P. u. Greenberg, B.: A Quantitative Description of the Behaviour Changes during Rep. Cycle of the Cichlid Fish. (*Aequidens portalegrensis*). — Proc. Kon. Nederland. Acad. v. Wet., C 68, 135—149, 1965.

Anschriften der Verfasser:

Dr. J. A. Adumua-Bossmann, P. O. Box 398, Accra/Ghana  
Dr. G. Keiz, Bayer. Staatsmin. f. E. L. F., D 8 München 22



## ANHANG

Tafeln und Tafelerklärungen

Tafel I bis XII

## Erklärung zu Tafel I

Ein versenkter Käfig für Versuchsfische



**Tafel II**



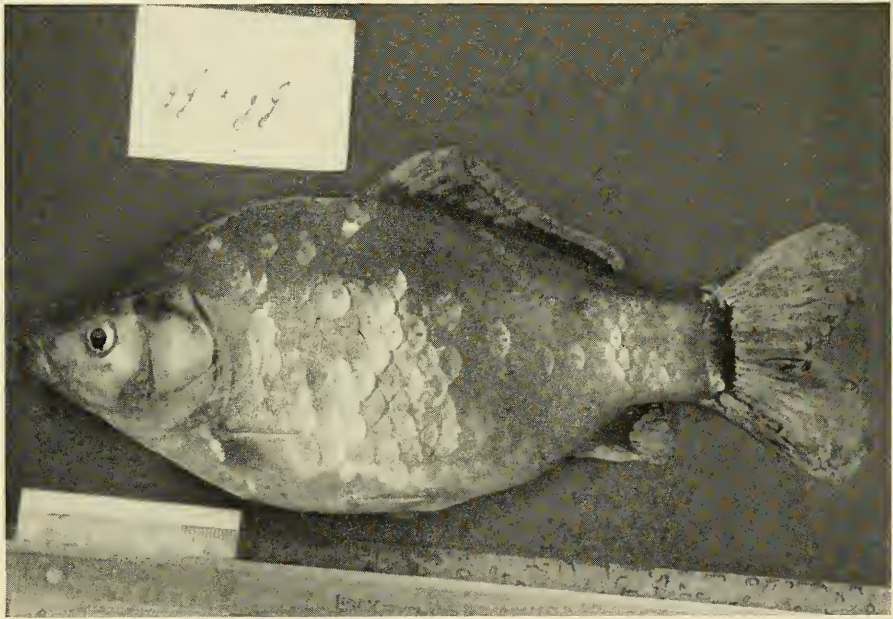
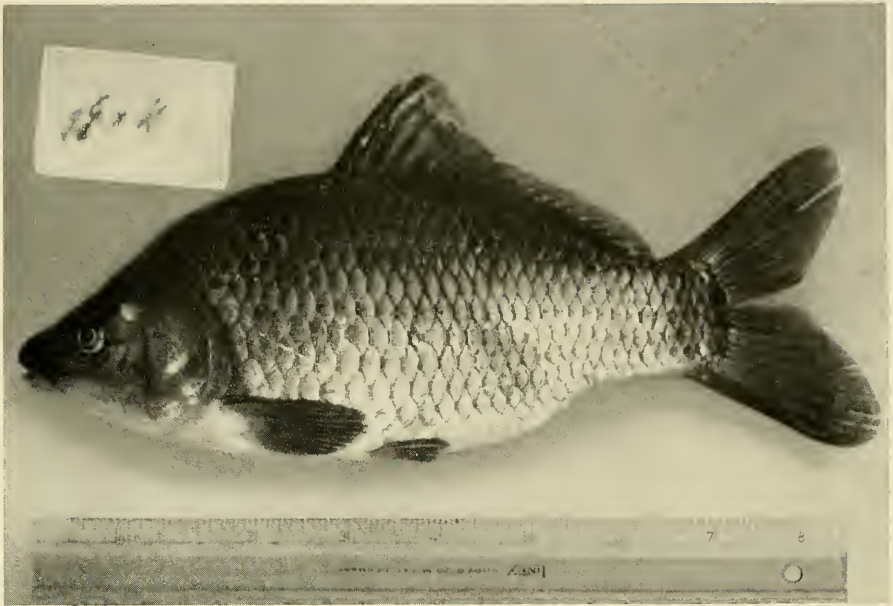


## Erklärung zu Tafel II

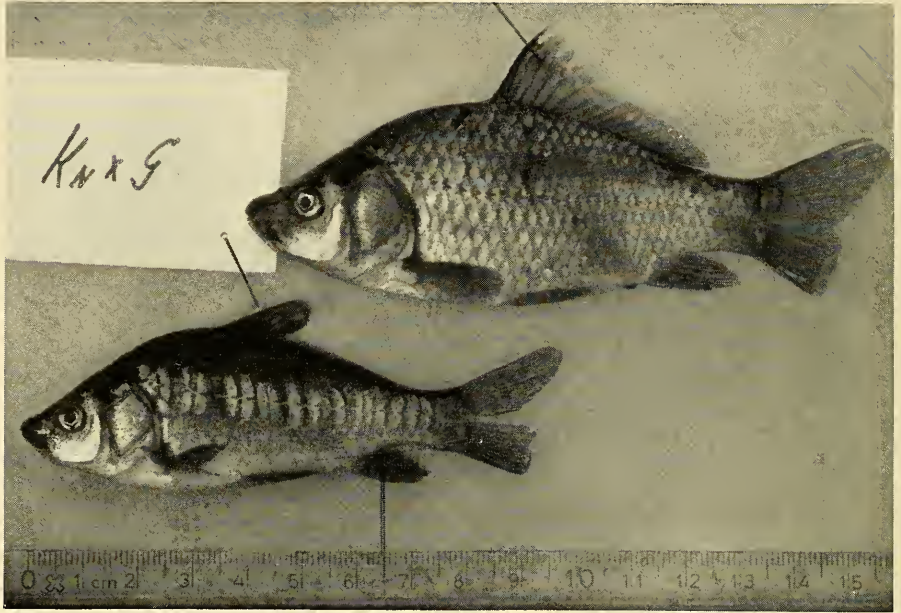
Blick in die mit Fett ausgekleidete Bauchhöhle  
eines dreisömmerigen Karpfen × Giebel — Hybrids

### Erklärung zu Tafel III

- Fig. 1:** Dreisömmeriger Goldgiebel × Spiegelkarpfen-Bastard  
(Maßstab zeigt ausnahmsweise „Zoll“ an)
- Fig. 2:** Dreisömmeriger Goldgiebel



Tafel IV



### Erklärung zu Tafel IV

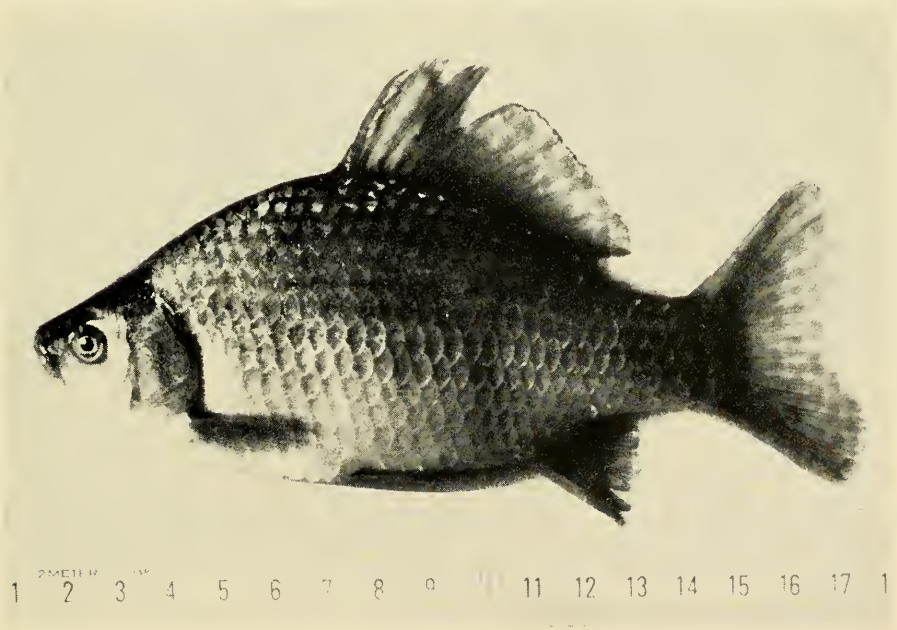
Fig. 1: Einsömmerige Nachkommen einer Nuduskarpfen × Giebel-Kreuzung

Fig. 2: Einsömmerige Goldgiebel × Karausche-Bastarde

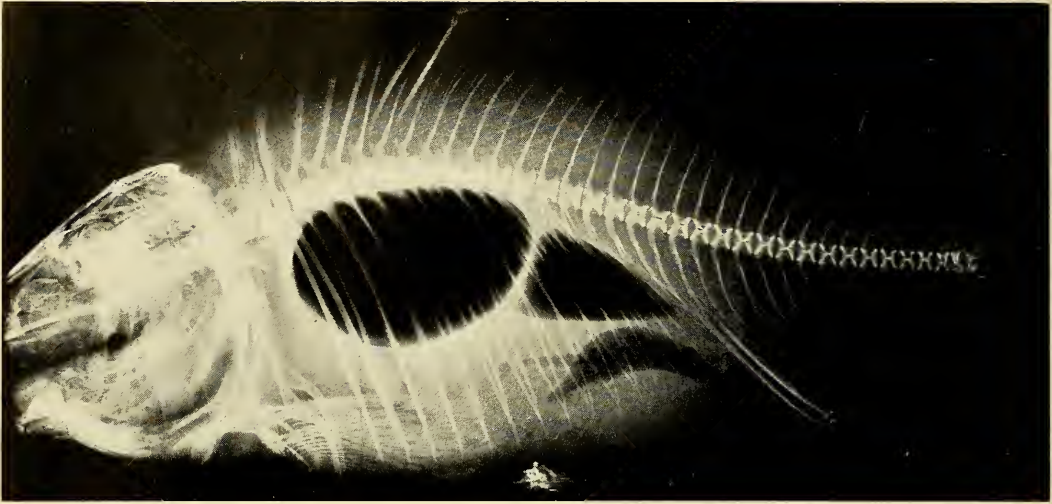
### Erklärung zu Tafel V

Fig. 1: Einsömmerige Spiegelkarpfen × Karausche-Bastarde

Fig. 2: Karausche aus dem sog. Vereinsweiher in Bauerbach



**Tafel VI**





### Erklärung zu Tafel VI

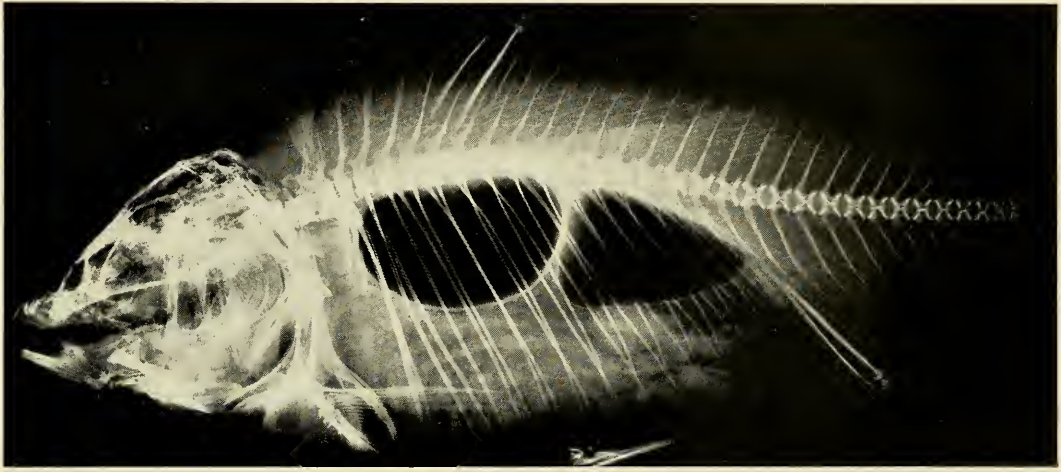
Fig. 1: Röntgenbild eines dreisömmerigen Spiegelkarpfens

Fig. 2: Röntgenbild eines dreisömmerigen Goldgiebels

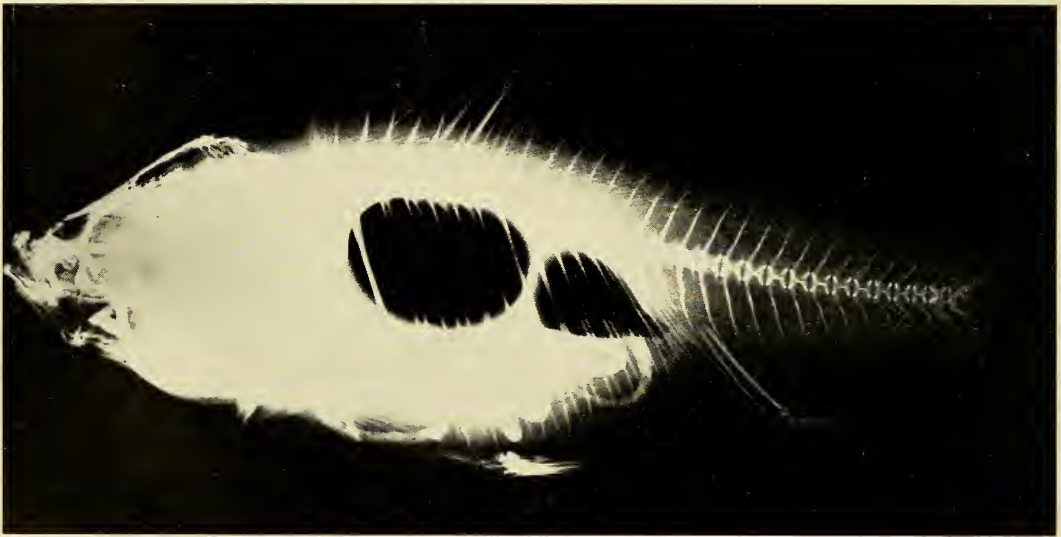
## Erklärung zu Tafel VII

Fig. 1: Röntgenbild einer Karasche

Fig. 2: Röntgenbild eines dreisömmerigen Bastardes aus Karpfen × Goldgiebel



**Tafel VIII**



### Erklärung zu Tafel VIII

Fig. 1: Röntgenbild eines einsömmerigen Bastardes aus Goldgiebel × Karausche

Fig. 2: Röntgenbild eines einsömmerigen Bastardes aus Spiegelkarpfen × Karausche

### Erklärung zu Tafel IX

Fig. 1: Schlundzähne eines dreisömmerigen Goldgiebels

Fig. 2: Schlundzähne eines dreisömmerigen Bastardes aus Spiegelkarpfen × Goldgiebel

Fig. 3: Schlundzähne eines einsömmerigen Bastardes aus Goldgiebel × Nuduskarpfen







### Erklärung zu Tafel X

Fig. 1: Schlundzähne eines einsömmerigen Bastardes aus Goldgiebel × Karausche

Fig. 2: Schlundzähne eines einsömmerigen Bastardes aus Spiegelkarpfen × Karausche

Fig. 3: Schlundzähne von Karauschen aus dem sog. Vereinsweiher in Bauerbach

### Erklärung zu Tafel XI

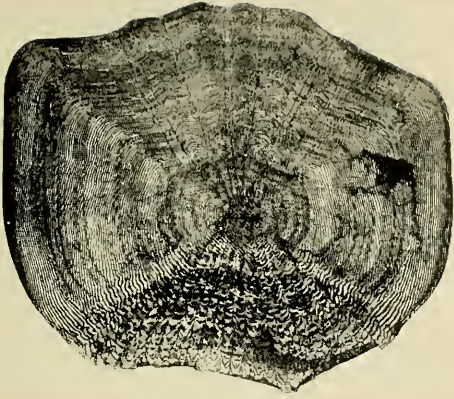
Fig. 1: Schuppe eines dreisömmerigen Bastardes aus Goldgiebel × Spiegelkarpfen

Fig. 2: Schuppen eines dreisömmerigen Goldgiebels

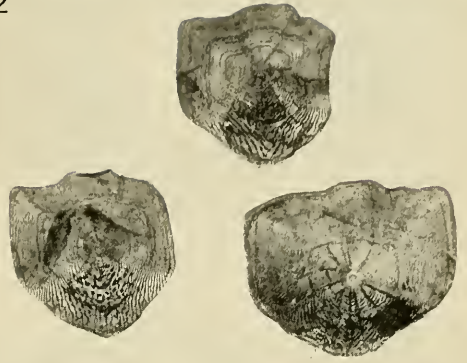
Fig. 3: Schuppen eines zeilbeschappten Bastardes aus Nuduskarpfen × Goldgiebel

Fig. 4: Schuppen eines vollbeschappten Bastardes aus Nuduskarpfen × Goldgiebel

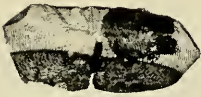
1



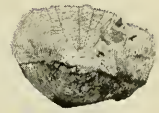
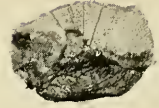
2



3

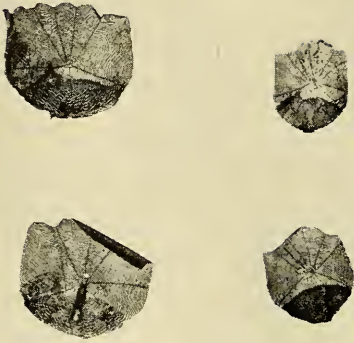


4

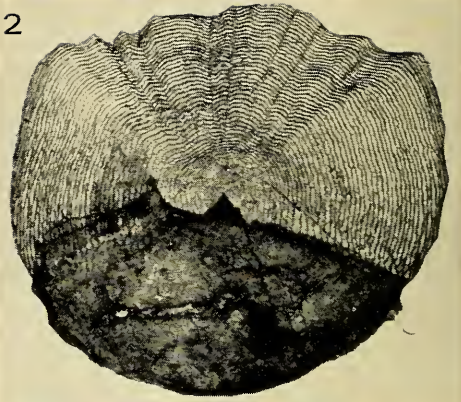


**Tafel XII**

1



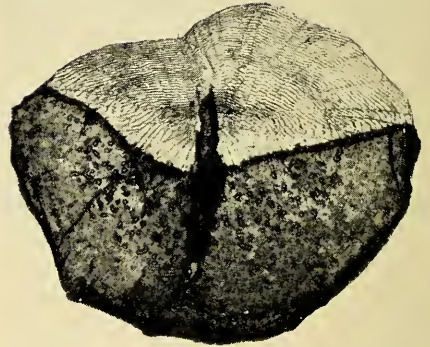
2



3



4



## Erklärung zu Tafel XII

- Fig. 1:** Schuppen eines einsömmerigen Bastardes aus Goldgiebel × Karausche  
**Fig. 2:** Schuppe eines einsömmerigen Bastardes aus Spiegelkarpfen × Karausche  
**Fig. 3:** Schuppe einer Karausche aus dem sog. Vereinsweiher in Bauerbach  
**Fig. 4:** Schuppe eines einsömmerigen Spiegelkarpfens