

Die Sortierung von Zandern (*S. lucioperca*) im Larvenalter

Ulrich Knaus ¹ & Gerald Gallandt ²

¹ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern (LFA), Institut für Fischerei (IfF).

² Teichwirtschaft Boek (Müritz), Fischerei - Müritz Plau GmbH Mecklenburg - Vorpommern.

1. Einleitung

Das Sortieren von larvalen Zandern (*Sander lucioperca*, L.) wurde bisher nur ungenügend untersucht. Gerade die künstliche Haltung von Zanderlarven („Larviculture“) kann nur mit erhöhter Sensibilität gegenüber den Individuen umgesetzt werden. Insbesondere das Herausnehmen von Larven aus dem Haltungsmedium für das Sortieren (z.B. Sortierwippe) kann zu mechanischen Beeinträchtigungen und sogar Schädigungen führen. Verluste sind vorprogrammiert. Aus diesem Grund werden Methoden gesucht, eine Larvensortierung möglichst beeinträchtigungsfrei durchführen zu können. Daten zu den Auswirkungen des Sortierens auf die Größenvariabilität des Larvenbestandes, insbesondere der Frequentierung der Sortierungen sowie der Chargenbildung sind selten. Üblicherweise werden Zander einmal pro Woche sortiert. Zur Vermeidung suboptimaler Ergebnisse bei der künstlichen Haltung von Zanderlarven sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig. Ziel ist die Entwicklung eines speziellen Verfahrensprotokolls zur Stabilisierung der Größenheterogenität larvaler Zander durch verschiedene Methoden des Sortierens.

Wie viele Fischarten zeigen Zanderlarven (*S. lucioperca*, L.) mit dem Wachstum eine zunehmende Größenvariabilität („size heterogeneity“) welche oftmals Ursache und Effekt von Kannibalismus (Typ II) sein kann (Baras & Jobling, 2002). Offensichtlich wird die Ausprägung der Größenheterogenität stark vom Schlupfzeitpunkt der Larve bestimmt. Der

Schlupfzeitraum bei künstlich erbrüteten Zanderlarven kann bei 16 - 17 °C etwa 3 - 4 Tage andauern (eigene Erf.). Zwischen den ersten geschlüpften Larven und den letzten können 96 Stunden vergehen. Innerhalb dieses Zeitraumes kommt es zu einer divergierenden ontogenetischen Entwicklung der Larven (Entwicklungsvorsprung), die durch suboptimale Umweltbedingungen noch verstärkt werden kann. Hierbei entwickelt sich eine ausgeprägte Größenvariabilität. Gerade bei piscivoren Fischarten wie dem Zander, mit Kannibalismus in frühen Entwicklungsphasen, sind fatale Folgen bei unzureichender Korrektur der Größenheterogenität hinsichtlich der Bestandsgröße zu erwarten. Eigene Untersuchungen zeigten eine Dezimierung des Zanderlarvenbestandes um etwa 90 % durch Einfluss von Kannibalismus in Kombination mit natürlicher Mortalität (Knaus & Gallandt, 2012, unpubliziert).

Im Rahmen des Zanderpilotprojektes (Knaus et al., 2009) MV 350905 (DRM 106) des Institutes für Fischerei Rostock (IfF) der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA MV) wurde durch den Bearbeiter eine Analyse verschiedener Sortierungen bei larvalen Zandern durchgeführt. Die Arbeiten fanden am Standort Teichwirtschaft Boek (TW Boek; Pächter: Fischerei - Müritz - Plau GmbH) unter praktischen Bedingungen statt. Zum einen sollten Basisdaten zu Auswirkungen verschiedener Sortierungen bei larvalen Zandern erhoben werden, zum anderen sollte die Größenheterogenität durch den Variationskoeffizienten (CV [%]) als wichtiger Faktor zur Ausprägung von Kannibalismus näher verifiziert werden.

2. Material und Methoden

Die Zanderlarven (*S. lucioperca*) für den vorliegenden Versuch wurden im Bruthaus der TW Boek in einem speziell für Zander optimiertem Warmwasserkreislaufsystem (Erbrütungsrippen nach Knaus & Gallandt, 2011) künstlich erbrütet und angefüttert. Alle separierten Fischgruppen entstammen einem Bestand. Die Ernährung der Larven erfolgte durch lebende Planktonorganismen in Kombination („co-feeding“) mit einem mikropartikulärem Futtermittel (GEMMA MICRO[®], SKRETTING, Dänemark) sowie PERLA LARVA PROACTIVE (SKRETTING). Die Wassertemperatur lag während des

Sortierungsversuches bei ca. 18 °C. Ab einem Alter von 29 Tagen nach dem Schlupf (Larvenmasse: ca. 0,04 g; Länge: 12,8 mm ± 2,4) wurde mit der Sortierung begonnen. Die Sortierung erfolgte schonend durch verschiebbare Sortiergitter (1,5; 2,0 und 3,0 mm; Abb. 1) in den Haltungseinrichtungen. Für die Untersuchung wurde ein Zanderlarvenbestand von insgesamt 373 Larven der Länge [mm] und Breite [mm] nach vermessen.

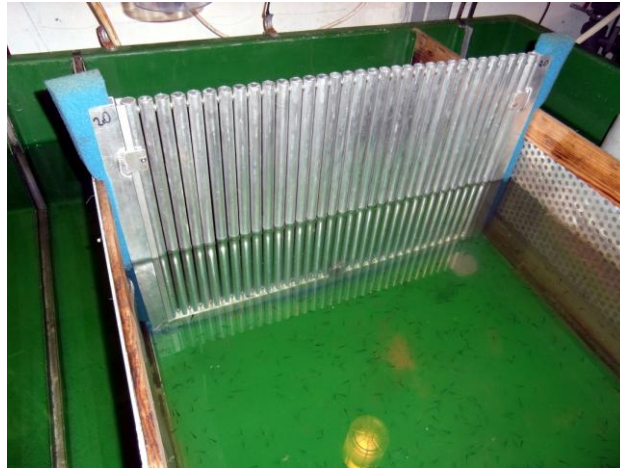


Abb. 1: Verschiebbares Sortiergitter (Abstand 2,0 mm) für die Sortierung larvaler Zander in einem Segment der Erbrütungsrinne (TW Boek, 2012).

Die Sortierungen wurden wöchentlich durchgeführt (insgesamt 5 Sortierungen), der Versuch lief über 29 Tage. Vor jeder Sortierung (und danach) wurden Zanderlarven entnommen und nach Länge [mm] (Totallänge) und Fischbreite [mm] mittels Präzisionsmessschieber vermessen. Die mathematische Analyse erfolgte durch Mittelwertbildung, Häufigkeitsdiagramme (Länge, Breite), Berechnung des Variationskoeffizienten der Fischlänge bzw. Breite ($CV_{(L)änge; (B)reite} [\%] = (SD \text{ Mittelwert}^{-1}) 100$; mit $SD = \pm =$ Standardabweichung) sowie durch Berechnung des Koeffizienten aus Fischbreite [mm] und Fischlänge [mm]: $Q [\%] = ((\text{Fischbreite [mm]} \text{ Fischlänge [mm]}^{-1}) 100)$.

3. Ergebnisse

Die Zanderlarven wurden durch Sortierungen am 01., 08., 16., 23. und 29. Tag jeweils in eine Gruppe kleinerer Fische und größerer Fische separiert. Tabelle 1 zeigt

Separationsparameter und Größenkennzahlen (Länge, Breite) der Zanderlarven während der Versuchslaufzeit. Der Längenzuwachs der Zanderlarven verdoppelte sich innerhalb des Versuchszeitraumes (12,77 mm Initiaillänge; 26,4 mm Endlänge = Faktor 2). Ebenso konnte eine näherungsweise Verdoppelung der Fischbreite von initial 1,86 mm zu 3,32 mm (Faktor 1,78 \approx 2) beobachtet werden.

Tab. 1: Kennzahlen durchgeführter Sortierungen der Fischlänge [mm] und Fischbreite [mm] mit Separation, Sortierabstand [mm], Stichprobenumfang [n], Mittelwert, Standardabweichung (\pm SD), Variationskoeffizient (CV [%]); jeweils unsortierte Bestände (Separation kleiner Charge) markiert.

| Sortierung | | Sortier- | | | Länge [mm] | | | Breite [mm] | | |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------------|----|------------|----------|--------------|-------------|----------|--------------|
| (SORT) Index | Datum | Separation | Abstand [mm] | n | Mittelwert | \pm SD | CV [%] | Mittelwert | \pm SD | CV [%] |
| I | 20.06.2012 | u¹ | | 30 | 12,77 | 2,40 | 18,83 | 1,86 | 0,27 | 14,77 |
| Ia | 20.06.2012 | -² | 1,5 | 30 | 11,83 | 0,84 | 7,08 | 1,4 | 0,10 | 7,27 |
| II | 27.06.2012 | u¹ | | 30 | 14,29 | 1,12 | 7,86 | 1,79 | 0,13 | 7,38 |
| IIa | 27.06.2012 | +³ | 2,0 | 17 | 15,93 | 1,60 | 10,05 | 2,13 | 0,29 | 13,74 |
| III | 05.07.2012 | u¹ | | 30 | 18,25 | 1,50 | 8,23 | 2,20 | 0,23 | 10,67 |
| IIIa | 05.07.2012 | +³ | 3,0 | 30 | 19,82 | 2,21 | 11,17 | 2,45 | 0,30 | 12,19 |
| IIIb | 05.07.2012 | -² | 3,0 | 30 | 17,31 | 1,37 | 7,93 | 3,06 | 0,19 | 9,00 |
| IVa | 12.07.12 (kleine) | u¹ | | 30 | 22,62 | 2,33 | 10,31 | 2,65 | 0,29 | 10,77 |
| IVb | 12.07.12 (große) | u¹ | | 30 | 25,09 | 3,81 | 15,19 | 3,08 | 0,35 | 11,51 |
| IVc | 12.07.12 (kleine) | -² | 3,0 | 30 | 22,88 | 2,10 | 9,20 | 2,61 | 0,22 | 8,26 |
| IVd | 12.07.12 (große) | +³ | 3,0 | 17 | 25,75 | 2,54 | 9,87 | 3,13 | 0,13 | 4,07 |
| V | 18.07.2012 | u¹ | | 69 | 26,40 | 2,43 | 9,19 | 3,32 | 0,39 | 11,62 |

¹ u = unsortierter Bestand, bzw. Bestand eine Woche nach erfolgter Sortierung (II, III, IV, V),

² - = Bestand separiert unter den angegebenen Sortierabstand [mm]; d.h. Gruppenbildung aller kleineren Larven,

³ + = Bestand separiert über angegebenen Sortierabstand [mm]; d.h. Gruppenbildung aller größeren Larven.

Allgemein zeigte die erste Separation der Zanderlarven den größten Einfluss auf die folgende Größenvariabilitätsentwicklung. Der Variationskoeffizient der Fischlänge (CV_{Länge} [%]) reduzierte sich nach der ersten Sortierung mit einem 1,5 mm Sortiergitter um etwa den Faktor 2,4 (Index SORT I CV_{Länge} = 18,83 und Index SORT Ia CV_{Länge} = 7,86 = Faktor

2,39). Eine vergleichbare Verringerung um den Faktor 2 konnte beim Variationskoeffizienten der Fischbreite (CV_{Breite} [%]) beobachtet werden (Index SORT I $CV_{\text{Breite}} = 14,77$ und Index SORT Ia $CV_{\text{Breite}} = 7,38 = \text{Faktor } 2,00$). Generell wurde nach jeder Sortierung eine Reduzierung des Variationskoeffizienten der Fischlänge als auch der Fischbreite beobachtet. Die Gruppe der kleineren Zanderlarven zeigte z.B. nach der ersten Sortierung einen $CV_{\text{Länge}}$ von 7,08 % (SORT Ia), während die Differenz des Variationskoeffizienten der folgenden Sortierungen im Vergleich zum CV des Ausgangsbestandes gegenüber der Gruppe kleinerer Zanderlarven geringer war (z.B. CV_{Breite} SORT III [10,67 %] zu CV_{Breite} SORT IIIb [9,00 %] bzw. $CV_{\text{Länge}}$ SORT IVa [10,31 %] zu $CV_{\text{Länge}}$ SORT IVc [9,20 %]).

Obwohl durch das Sortieren eine Verringerung des Variationskoeffizienten ($CV_{\text{Länge, Breite}}$ [%]) erreicht werden konnte, stieg während der Versuchslaufzeit die Größenvariation der unsortierten Bestände wieder an. Effektiv war am Ende des Versuches bei $CV_{\text{Länge}}$ ein etwa um die Hälfte reduzierter Wert von 9,19 % (SORT V) gegenüber dem Ausgangswert von 18,83 % (SORT I) feststellbar. Gleiches gilt für den CV_{Breite} , jedoch mit geringerem Faktor von ca. 1,2 mit 11,62 % (SORT V) und 14,77 % (SORT I).

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des Variationskoeffizienten (CV [%]) der Fischlänge [mm] und Fischbreite [mm] während der Versuchslaufzeit. Dargestellt wurde der anfänglich unsortierte Bestand (Index SORT I) sowie nach der Sortierung die jeweils unsortierten Bestände nach jeweils etwa einer Woche (Index SORT II, III, IVa und V). Erkennbar ist die Reduzierung des Variationskoeffizienten der Fischlänge und Fischbreite ($CV_{\text{Länge, Breite}}$ [%]) um etwa die Hälfte nach der ersten Sortierung. Im weiteren Verlauf des Versuches stabilisieren sich die Variationskoeffizienten mit einer leichten Erhöhung gegen Versuchende.

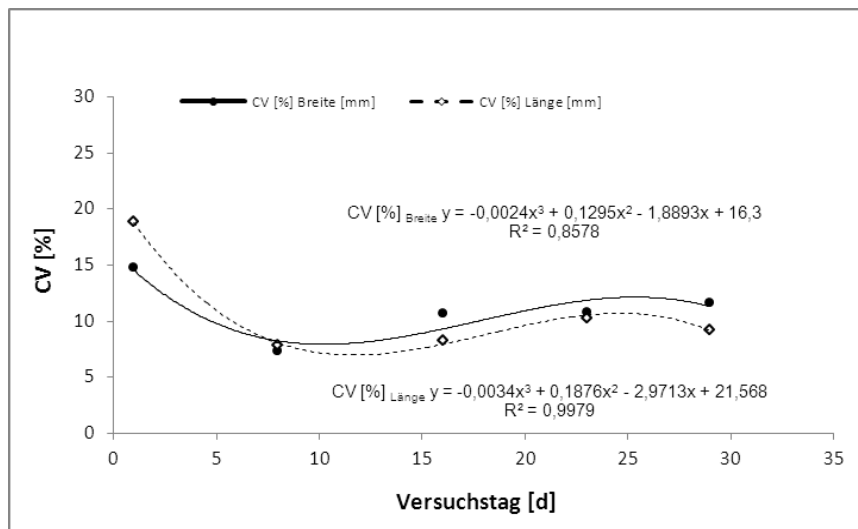


Abb. 2: Entwicklung des Variationskoeffizienten (CV [%]) der Länge [mm] sowie Breite [mm] larvaler Zander während des Versuches in intensiver Haltung (TW Boek, 2012).

Die Häufigkeitsverteilung [Stk.] der Fischbreite [mm] aller sortierten und unsortierten Fischgruppen zeigt Abbildung 3. Allgemein ist eine Zunahme der Fischbreiten während des Versuches festzustellen (Wachstum: z.B. Mittelwert Breite SORT I: 1,86 zu Breite SORT V: 3,32). Die Sortierung mit einem 1,5 mm Sortiergitter zu Anfang des Versuches führte zu einer Häufigkeitsverschiebung der Fischbreite [mm] unter dem angegebenen Maß von 1,5 mm (Vergleich Häufigkeit [Stk.] der Fischbreite Index SORT I zu Index SORT Ia). Nach etwa einer Woche ist ein Häufigkeitshistogramm der Fischbreite [mm] mit großer Ähnlichkeit zum vorherigen unsortierten Bestand erkennbar. Analog verhalten sich weitere Häufigkeitsentwicklungen der Fischbreite unsortierter Bestände nach jeweils einer Woche (Abb. 4). Die Verschiebung der Häufigkeitsverteilung zeigt sich ebenso bei der Fischlänge [mm] (Abb. 5, 6). Durch Sortierungen verursachte Separation der Larven erzeugt gemäß der Abstandsweite der Sortiergitter (1,5; 2,0 und 3,0 mm) eine Gruppe kleinerer Fische, die hinsichtlich ihrer eigenen Größenvariabilität zu Ende des Versuches eine ähnliche Heterogenität wie die unsortierten Larven nach der ersten Sortierung (nach einer Woche) zeigen (Vergleich Index SORT V mit Index SORT I, Abb. 6). Ein Unterschied ist nur im Stichprobenumfang erkennbar.

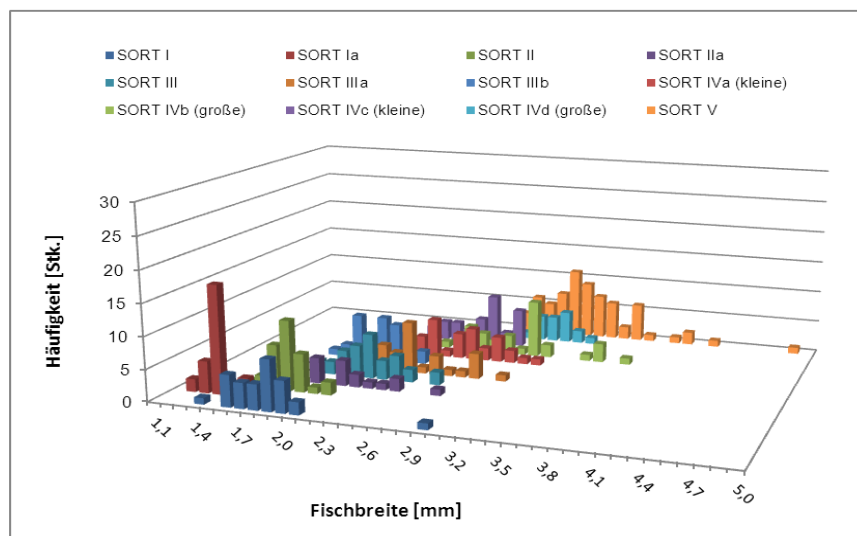


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung [Stk.] der Fischbreiten [mm] aller unsortierten und sortierten Fischgruppen während des Versuchszeitraumes (TW Boek, 2012).

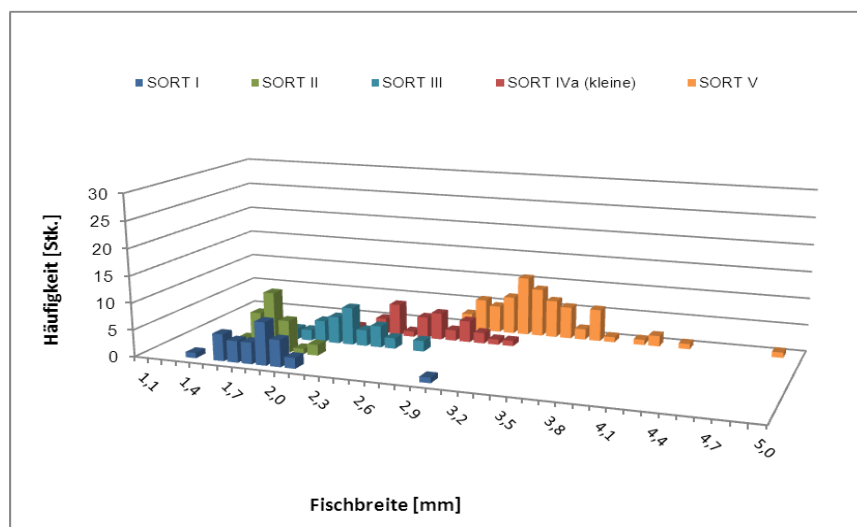


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung [Stk.] der Fischbreiten [mm] der anfangs unsortierten Fischgruppe (SORT I) sowie aller darauffolgenden Fischgruppen, welche eine Woche zuvor separiert wurden mit Sortierabständen von 1,5 mm (SORT II), 2,0 mm (SORT III), 3,0 mm (SORT IVa (kleine)) und 3,0 mm SORT V während des Versuchszeitraumes (TW Boek, 2012).

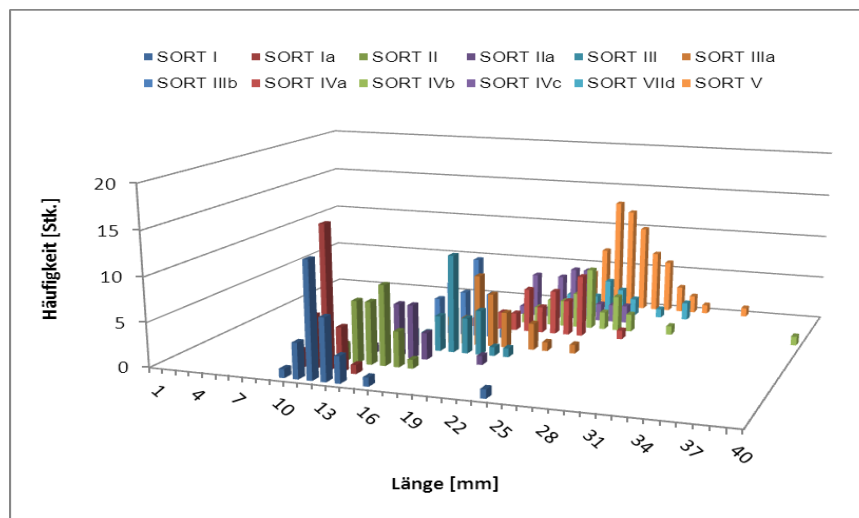


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung [Stk.] der Fischlängen [mm] aller unsortierten und sortierten Fischgruppen während des Versuchszeitraumes (TW Boek, 2012).

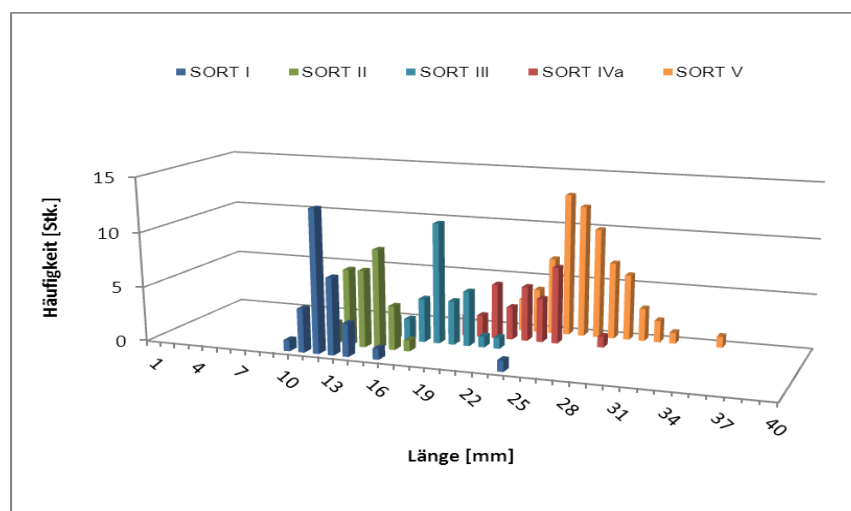


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung [Stk.] der Fischlängen [mm] der anfangs unsortierten Fischgruppe (SORT I) sowie aller darauffolgenden Fischgruppen, welche eine Woche zuvor separiert wurden mit Sortierabständen von 1,5 mm (SORT II), 2,0 mm (SORT III), 3,0 mm (SORT IVa (kleine)) und 3,0 mm SORT V während des Versuchszeitraumes (TW Boek, 2012).

Tabelle 2 zeigt Kennzahlen des Quotienten (Q [%]) aus Fischbreite [mm] und Fischlänge [mm]. Das Verhältnis der Zanderlarven Q zeigt den höchsten Wert zu Beginn des Versuches (Index I: 14,66 %). Folgende Werte für Q unsortierter Bestände (d.h. jeweils eine Woche nach der letzten Sortierung) schwanken nur gering zwischen 12,59 und 11,73 % (Index SORT: II, III, IVa und V). Abbildung 7 veranschaulicht die Entwicklung von Q der Sortierungen SORT I, II, III, IVa und V. Gegenüber den Mittelwerten für Q zeigt der Variationskoeffizient von Q: CV_Q [%] eine geringere Schwankung bei den jeweils unsortierten Beständen zwischen 8,71 und 7,27 % (Abb. 8).

Tab. 2: Kennzahlen des Quotienten aus Fischbreite [mm] und Fischlänge [mm] (Q [%]) mit Separation, Sortierabstand [mm], Stichprobenumfang [n], Mittelwert, Standardabweichung (\pm SD), Variationskoeffizient (CV [%]); jeweils unsortierte Bestände (Separation kleiner Charge) markiert.

| Sortierung (SORT) Index | Datum | Separation | Sortier- Abstand [mm] | n | Q = (Breite [mm] Länge [mm] ⁻¹) 100 | | |
|-------------------------------|-------------------|----------------|-----------------------------|----|---|----------|-------------|
| | | | | | Mittelwert | \pm SD | CV [%] |
| I | 20.06.2012 | u ¹ | | 30 | 14,66 | 1,13 | 7,68 |
| Ia | 20.06.2012 | - ² | 1,5 | 30 | 11,86 | 0,92 | 7,74 |
| II | 27.06.2012 | u ¹ | | 30 | 12,59 | 1,02 | 8,09 |
| IIa | 27.06.2012 | + ³ | 2,0 | 17 | 13,38 | 1,13 | 8,46 |
| III | 05.07.2012 | u ¹ | | 30 | 12,08 | 0,88 | 7,27 |
| IIIa | 05.07.2012 | + ³ | 3,0 | 30 | 12,41 | 1,12 | 8,99 |
| IIIb | 05.07.2012 | - ² | 3,0 | 30 | 11,92 | 1,05 | 8,78 |
| IVa | 12.07.12 (kleine) | u ¹ | | 30 | 11,73 | 0,87 | 7,45 |
| IVb | 12.07.12 (große) | u ¹ | | 30 | 12,15 | 0,99 | 8,13 |
| IVc | 12.07.12 (kleine) | - ² | 3,0 | 30 | 11,45 | 0,9 | 7,89 |
| IVd | 12.07.12 (große) | + ³ | 3,0 | 17 | 12,23 | 1 | 8,21 |
| V | 18.07.2012 | u ¹ | | 69 | 12,59 | 1,1 | 8,71 |

¹ u = unsortierter Bestand, bzw. Bestand eine Woche nach erfolgter Sortierung (II, III, IV, V),

² - = Bestand separiert unter angegebenen Sortierabstand [mm],

³ + = Bestand separiert über angegebenen Sortierabstand [mm].

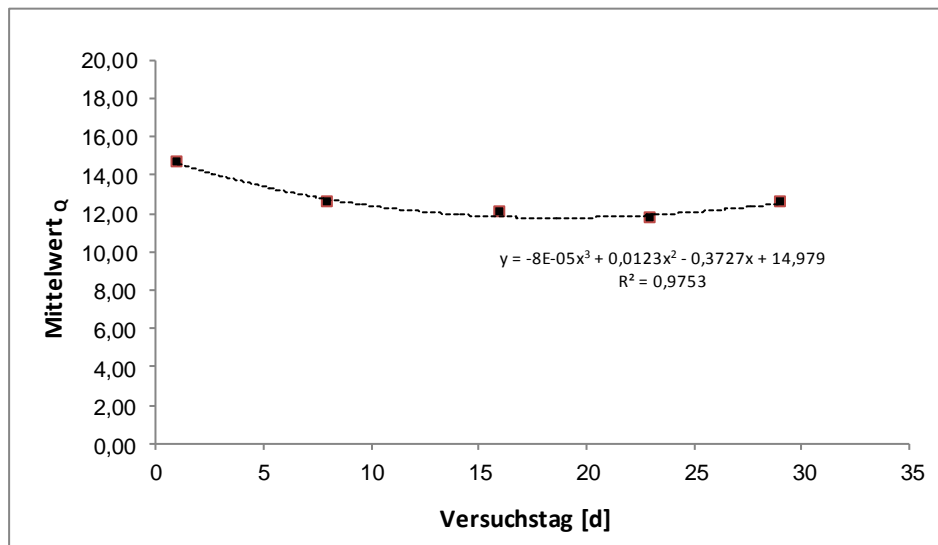


Abb. 7: Entwicklung der Mittelwerte von Q [%] (Verhältnis zwischen Breite [mm] und Länge [mm] der Zanderlarven) der unsortierten Bestände Indizes (SORT) I, II, III, IVa und V während der Versuchslaufzeit (TW Boek, 2012).

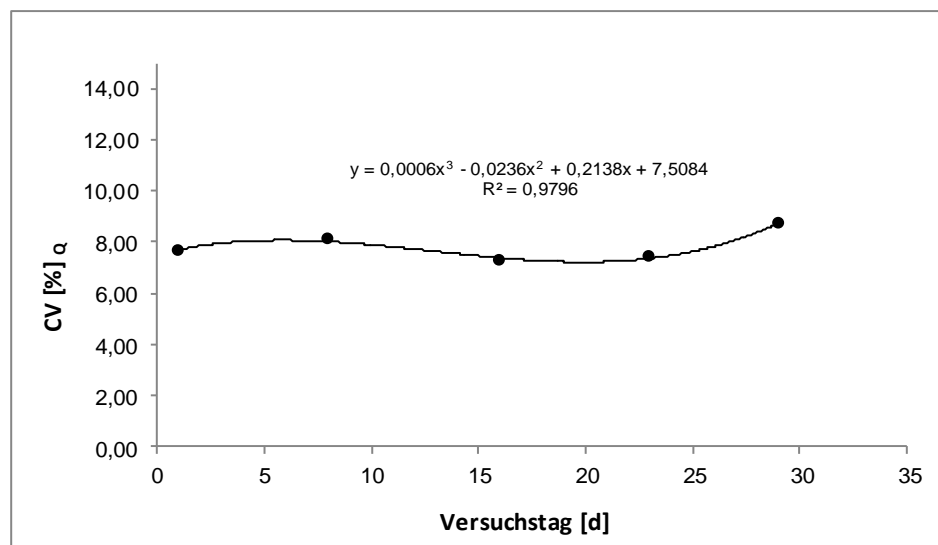


Abb. 8: Variationskoeffizient (CV [%]) des Quotienten aus Breite [mm] und Länge [mm] (Q [%]) larvaler Zander während des Versuches in intensiver Haltung (TW Boek, 2012).

Die Häufigkeitsverteilung [Stk.] des Quotienten aus Fischbreite [mm] und Fischlänge (Q [%]) aller unsortierten und sortierten Fischgruppen zeigt Abbildung 9. Erkennbar ist abgesehen der Häufigkeit von Q vor der ersten Sortierung (SORT I) eine ähnliche Beziehung zwischen Fischbreite [mm] und Fischlänge [mm] (Q [%]) aller weiteren Sortierungen. Die Werte für Q des letzten unsortierten Bestandes (SORT V) zeigen innerhalb von Q höhere Werte der gefundenen Häufigkeiten [Stk.] im Gegensatz zu allen vorhergehenden Beständen.

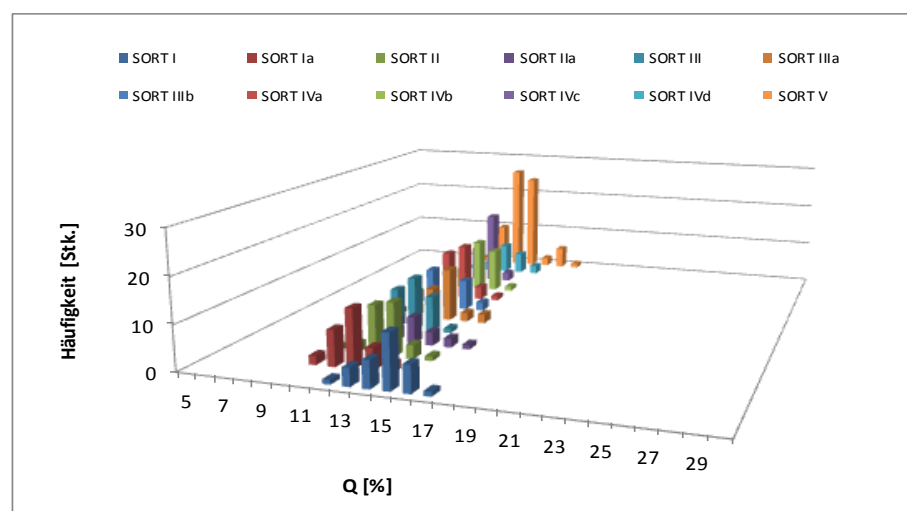


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung [Stk.] des Quotienten aus Fischbreite [mm] und Fischlänge (Q [%]) aller unsortierten und sortierten Fischgruppen während des Versuchszeitraumes (TW Boek, 2012).

4. Diskussion

Die vorliegende Untersuchung zeigt durch wöchentliche Sortierungen (Abstand: 1,5 mm, 2,0 mm und 3,0 mm) eine Reduzierung der Größenheterogenität bei larvalen Zandern eines Alters von 29 Tagen, ausgedrückt durch den Variationskoeffizienten der Fischlänge ($CV_{Länge}$ [%]) und Fischbreite (CV_{Breite} [%]).

Durch die erste Sortierung (1,5 mm) des unsortierten Bestandes wurde die höchste Reduktion der Größenheterogenität um etwa den Faktor 2 erreicht. Nach ca. 14 Tagen wurde wiederum ein Anstieg der Variationskoeffizienten ($CV_{Länge, Breite}$ [%]) beobachtet.

Das Sortieren kann demnach als bimodale Separation, als Trennung in jeweils eine Charge kleinerer und größerer Fische, in Abhängigkeit vom Sortiergitterabstand eines Larvenbestandes betrachtet werden. Hierbei bleiben jedoch die Eigenschaften der Zanderlarven hinsichtlich des Wachstums in den separierten Gruppen erhalten. Zu beobachten ist dieser Effekt durch das scheinbar wiederkehrende Auftreten der Größenheterogenität, ähnlich der Größenvariabilität des Anfangsbestandes. Untermauert wird diese Beobachtung durch den Quotienten Q [%] aus Fischbreite [mm] und Fischlänge [mm] ($\times 100$). Die Mittelwerte von Q zeigen nur geringe Abweichungen (Abb. 7) und schwanken zwischen 11,73 % und 14,66 % (nur unsortierte Bestände). Die geringe Schwankungsbreite wird besser verdeutlicht durch den Variationskoeffizienten von Q (CV_Q [%]), welcher innerhalb 7,27 % und 8,71 % variiert (Abb. 8; nur unsortierte Bestände). Das Verhältnis zwischen Fischbreite [mm] und Fischlänge [mm] hat sich demnach während der Versuchslaufzeit kaum verändert. Abgesehen einer höheren Schwankungsbreite von Q beim ersten unsortierten Bestand differieren die Werte nur gering und weisen auf eine fast gleich bleibende Größenheterogenitätsverteilung nach jeder wöchentlichen Sortierung hin. Wenn nach Baras & Jobling (2002) die Größenheterogenität Ursache und Effekt von Kannibalismus ist, sollte sich der Einfluss der Mortalität durch Kannibalismus innerhalb der sortierten Bestände nur moderat verringert haben. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stimmen überein mit einer Arbeit von Szczepkowski et al. (2011). Dabei zeigte die einmalige Sortierung mit einem 1,8 mm Sortiergitter bei Vergleich des finalen Variationskoeffizienten der Körpermasse (V) keinen signifikanten Unterschied zwischen Gruppen kleinerer Larven (37,6 g %), größerer Larven (44,7 %) und unsortierter Larven (44,8 %). Jedoch war eine signifikante Reduktion von Kannibalismus um etwa das Doppelte bei der Gruppe kleinerer Fische anfänglich erkennbar. Dieser Effekt wurde offenbar durch das Sortieren verursacht. Jedoch konnte nach drei Wochen in den sortierten Beständen wiederum erhöhter Kannibalismus festgestellt werden. Die Autoren begründen dies mit einer erhöhten Variation der Fischgröße während der Haltung. Auch im vorliegenden Versuch zeigte sich ein Anstieg der Variabilitätskoeffizienten ($CV_{Länge, Breite}$ [%]) während der Haltung nach etwa 14 Tagen (Abb. 2). Das wöchentliche Sortieren war folgend nur in der Lage die Größenvariabilität auf ein bestimmtes Maß zu begrenzen, jedoch nicht in der Gesamtheit zu reduzieren.

Bei größeren Zandern (unsortiert: 38,8 g; klein: 28,5 g; groß: 49,6 g) zeigte sich durch einmalige Separation kein Einfluss wichtiger Wachstumsparameter wie Biomassezuwachs oder täglicher Wachstumsrate (Zakęś et al., 2004). Jedoch wurde eine Reduzierung des Variationskoeffizienten der Körpermasse (CV_{BW} [%]) bei der Gruppe kleinerer Fische beobachtet. Allgemein zeigte die Gruppe kleinerer Fische eine bessere spezifische Wachstumsrate (SGR), Zuwachs und Futterverwertung. Durch Kombination der Werte der kleineren Fische mit der Gruppe größerer Fische zeigte sich kein Unterschied zum unsortierten Bestand. Die Autoren bezweifeln daher die Effektivität der Sortierung bei Zandern diesen Alters (Juvenile).

Der Einfluss der Größenheterogenität wird auch beim Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) diskutiert. Kestemont et al. (2003) fanden bei larvalen sowie postlarvalen Flussbarschen (*Perca fluviatilis*) keinen Einfluss der initialen Größenheterogenität auf Überlebensrate oder spezifische Wachstumsrate. Auch Melard (2008) beobachtete keinen Unterschied durch Sortieren juveniler Flussbarsche im Vergleich zu einem unsortierten Bestand. Mandiki et al. (2007) konstatierten eine negative Korrelation zwischen Wachstumsrate und Größenheterogenität bei larvalen *P. fluviatilis*. Die These von Baras & Jobling (2002) der Förderung von Kannibalismus mittels Reduzierung der mittleren Fischgröße durch Entfernen (Sortieren) der größten Fische (im Gegensatz zur Entfernung der kleineren Fische) konnte bei Mandiki et al. (2007) nicht bestätigt werden. Die Aussortierung kleinerer Fische schwächte die Kannibalismusrate nicht ab. Das Aussortieren größerer Fische zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Fischgröße.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Sortierung larvaler Zander (Alter: 29 Tage nach dem Schlupf, Initialmasse ca. 0,04 g, Initillänge 12,8 mm) zeigte den größten Einfluss auf die Reduktion der Größenheterogenität bei der ersten Sortierung des unsortierten Bestandes mit einem 1,5 mm Sortiergitter. Obwohl weitere Sortierungen mit einem Gitterabstand von 2,0 und 3,0 mm anfangs eine moderate Reduktion der Größenvariabilität zeigten, wuchs nach jeweils einer Woche der Zanderlarvenbestand ähnlich der vorherigen Größenheterogenitätsverteilung heran. Ausdruck einer sich nur gering veränderten

Größenvariabilität sind die geringen Schwankungsbreiten des Quotienten Q [%] aus Fischbreite und Fischlänge sowie dessen Variationskoeffizient (CV_Q [%]) mit geringer Variabilität. Somit scheint der Einfluss von Kannibalismus in größerem Maße nur durch die erste Sortierung verringert worden zu sein. Empfohlen werden kann eine weitere Sortierung nach 14 Tagen. Ab diesem Zeitpunkt erhöhte sich nachweislich der Variationskoeffizient der Fischlänge und Fischbreite ($CV_{Länge, Breite}$ [%]).

Zukünftige Untersuchungen sollten den Einsatz von Sortiergittern dieser Größe bei larvalen Zandern unter vergleichenden Bedingungen verifizieren. Weiterhin ist die Sortierfrequenz (z.B. alle 14 Tage) von entscheidender Bedeutung. Notwendig sind ebenso schonende Sortiermethoden für jüngere Zanderlarven („Selbstsortierung“). Allgemein sollte wie von Baras & Jobling (2002) gefordert die Dynamik des Kannibalismus bei Zanderlarven und Juvenilen detailliert beschrieben werden. Hierbei sind insbesondere das Auftreten von Kannibalismus, Wachstumsvorteile kannibalistischer Individuen und Analyse von Umweltparametern mit Einfluss auf Kannibalismus von besonderer Wichtigkeit.