

Herkunftsvergleich Karpfen

Schriftenreihe, Heft 8/2017



Vergleich der Eignung verschiedener
Gebrauchskarpfenbestände
(*Cyprinus carpio* L.) zur
Teichaufzucht unter Verwendung des
„Communal testings“ und Zuordnung von
Herkünften über Mikrosatelliten-
markeranalysen

Gert Füllner, Matthias Pfeifer, Sebastian Lippold, Thomas Heller, Andrea Standke
Klaus Kohlmann
Dieter Steinhagen
Grit Bräuer, Kerstin Böttcher
Andreas Müller-Belecke

Supported from European
Fisheries Fund in accordance
with Council Regulation
(EC) No 1198/2006



Gefördert aus Mitteln des
Europäischen Fischereifonds
Gemäß Verordnung (EG)
1198/2006

1	Einleitung	14
2	Vorhabensziel	16
3	Stand des Wissens.....	16
3.1	Leistungen der Fischart <i>Cyprinus carpio</i>	16
3.2	Herkunft und Verbreitung des Karpfens	18
3.3	Karpfenherkünfte/-stämme/-rassen/-linien.....	19
3.4	Die Vererbung qualitativer und quantitativer Merkmale beim Karpfen.....	20
3.4.1	Beschuppung	20
3.4.2	Körperform	21
3.4.3	Farbe.....	22
3.4.4	Wachstum und Futtermittelverwertung	23
3.4.5	Geschlechtsreife.....	23
3.4.6	Krankheitsresistenz	23
3.4.7	Produkteigenschaften.....	25
3.5	Leistungsprüfungen in der Karpfenzüchtung	27
3.6	Aktueller Stand der Zuchtarbeit beim Karpfen.....	30
3.7	Methodik der Leistungsprüfung	31
4	Methodik.....	32
4.1	Karpfenherkünfte.....	32
4.2	Genetische Identifizierung der Elterntiere.....	35
4.2.1	DNA-Isolierung aus Flossenproben.....	35
4.2.2	Genotypisierung der Eltern und Nachkommen.....	35
4.2.3	Elternschaftsanalyse	36
4.2.4	Dokumentation der Ergebnisse	37
4.3	Teichaufzucht der zu vergleichenden Karpfenherkünfte.....	38
4.3.1	Aufzuchteinheiten.....	38
4.3.2	Überwinterung.....	38
4.4	Vorbereitung der Versuchsteiche	39
4.4.1	Versuchsjahr 2013.....	39
4.4.2	Versuchsjahre 2014 und 2015.....	39
4.5	Tierärztliche Betreuung	41
4.6	Überwachung der Wasserparameter und Naturnahrungsentwicklung in den Versuchsteichen	41
4.7	Infektionsversuche von Karpfen mit dem Koi-Herpesvirus (KHV, CyHV-3).....	42
4.7.1	Fischhaltung.....	42
4.7.2	Tierversuchsgenehmigung	42
4.7.3	Prüfen auf Vorliegen einer KHV-Infektion.....	42
4.7.4	Anzucht eines KHV-Feldvirus-Isolats für nachfolgende Infektionsversuche	42
4.7.5	Infektionsversuch 1.....	42
4.7.6	Infektionsversuch 2 (Kohabitation)	43
4.7.7	Infektionsversuch 3 (Bad-Infektion)	43
4.8	Morphometrische Untersuchungen	43
4.9	Untersuchungen zur Produktqualität	44
4.9.1	Schlachtkörperuntersuchungen.....	45
4.9.2	Vorbereitung der Filets für weitere Untersuchungen	47
4.9.3	Untersuchungen der Karpfenfilets	49
4.9.4	Fleischfarbe.....	49
4.9.5	Garverlust.....	49
4.9.6	Fettsäureanalytik	50
4.9.7	Druckfestigkeit und Scherkraftmessungen (Textur).....	50

4.9.8	Presswert	50
4.9.9	Sensorische Prüfung	50
4.10	Statistische Datenauswertung	51
4.11	Gesamtergebnis Leistungsprüfung	51
5	Ergebnisse K₁-Teichaufzucht, Versuchsjahr 2013	53
5.1	Vorstreckperiode	53
5.2	Besatz nach dem Vorstrecken	56
5.3	Ergebnisse K ₁ -Aufzucht im Versuchsjahr 2013	58
5.3.1	Wasseranalysen	58
5.3.2	Nährtierentwicklung	59
5.3.3	Futter	61
5.3.4	Probewägungen	62
5.3.5	Abfischungsergebnisse	64
5.4	Aufzuchtergebnisse nach Zuordnung der Spiegelkarpfenbestände	68
5.4.1	Zuordnung der K ₁	68
5.4.2	Ergebnisse der Teichaufzucht	68
5.4.3	Morphologie der einsömmerigen Karpfen	71
6	Ergebnisse KHV-Infektionsversuch	73
6.1	Infektionsversuch 1	73
6.2	Infektionsversuch 2 (Kohabitation)	74
6.3	Infektionsversuch 3 (Bad-Infektion)	76
6.4	Schlussfolgerungen aus den Infektionsversuchen	78
7	Ergebnisse der K₂-Teichaufzucht, Versuchsjahr 2014	78
7.1	K ₁ -Überwinterung	78
7.2	Teichaufzucht zweisömmeriger Karpfen	79
7.2.1	Besatz 2014	80
7.2.2	Tierärztliche Überwachung	80
7.2.3	Wasserparameter	81
7.2.4	Sichttiefe	82
7.2.5	Nährtiere	83
7.2.6	Fütterung	84
7.2.7	Abfischung 2014	84
7.2.8	Fischverluste	88
7.3	Ergebnisse der K ₂ -Teichaufzucht in den Teichen mit gemeinsamer Haltung (Communal testing)	88
7.3.1	Zuordnung der K ₂	88
7.3.2	Ergebnisse der K ₂ -Teichaufzucht	89
8	Ergebnisse der Speisekarpfen-Teichaufzucht im Versuchsjahr 2015	91
8.1	K ₂ -Überwinterung	91
8.2	K ₂ -Besatz	91
8.3	Ergebnisse Speisekarpfenaufzucht (SB)	92
8.3.1	Tierärztliche Untersuchungen	95
8.3.2	Wasserparameter	95
8.3.3	Zuordnung der K ₃	95
8.4	Ergebnisse Speisekarpfenaufzucht (CT)	95
9	Ergebnisse der tierärztlichen Betreuung	97
9.1	Ergebnisse aus den fischgesundheitlichen Untersuchungen 2013	97
9.2	Ergebnisse aus den fischgesundheitlichen Untersuchungen 2014	100
9.3	Ergebnisse aus den fischgesundheitlichen Untersuchungen 2015	102
9.4	Zusammenfassung und Wertung der Fischgesundheit im Projektzeitraum	103
10	Gesamtüberlebensrate	104
11	Ergebnisse der Untersuchungen zur Produktqualität	105
11.1	Produktqualität der zweisömmerigen Karpfen	105

11.1.1	Morphometrische Kennzahlen.....	106
11.1.2	Filetfarbe	112
11.1.3	Garverlust.....	114
11.1.4	Filetfettgehalt.....	115
11.1.5	Scherkraftmessung an Filetstücken der K ₂ -Karpfen (CT).....	119
11.2	Produktqualität der Speisekarpfen	119
11.2.1	Morphometrische Kennzahlen.....	119
11.2.2	Filetfarbe	124
11.2.3	pH-Werte.....	126
11.2.4	Filetfettgehalt Speisekarpfen	126
11.2.5	Fettsäureanalytik Speisekarpfen	127
11.2.6	Fleischfestigkeit (Scherkraftmessung) der Speisekarpfenfilets	128
11.2.7	Garverlust.....	129
11.2.8	Presswert	130
11.2.9	Ergebnisse der sensorischen Prüfung der Speisekarpfen.....	130
12	Ergebnisse der Leistungsprüfung	133
12.1	K ₁ -Teichaufzucht	133
12.2	Vitalität.....	134
12.3	K ₂ -Teichaufzucht.....	135
12.4	Speisekarpfenaufzucht.....	137
12.5	Leistung bei der Produktqualität	138
12.5.1	Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen	138
12.5.2	Produktqualität der Speisekarpfen	139
12.6	Gesamtergebnis Leistungsprüfung.....	142
12.7	Charakteristik der einzelnen Herkünfte.....	144
12.7.1	CZ1.....	144
12.7.2	BY1.....	144
12.7.3	PL1	145
12.7.4	SN1	145
12.7.5	SN2	145
13	Diskussion	145
13.1	Diskussion der Ergebnisse Leistungsprüfung.....	145
13.2	Diskussion Ergebnisse Infektionsversuch	148
13.3	Diskussion weiterer Ergebnisse	149
14	Schlussfolgerungen.....	154
	Literaturverzeichnis	157
	Anlage 1: Wasseranalysedaten der K₁-Teiche 2013.....	164
	Anlage 2: Wasseranalysedaten der K₂-Teiche 2014.....	166
	Anlage 3: Wasseranalysedaten der K₃-Teiche 2015.....	171
	Anlage 4: Daten Herkunftsvergleich K₁ (2013): Zuordnung der Einzelfische nach Genotypisierung	179
	Anlage 5: Ergebnisse der Sensorikprüfungen von Speisekarpfen.....	187

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verbreitung des Karpfens. Schwarz: ursprüngliches Verbreitungsgebiet, schraffiert: Verbreitung durch den Menschen.....	19
Abbildung 2:	Farbkarpfen (Nishigi-Koi)	22
Abbildung 3:	Von DEMOLL et al. (1928) in die Leistungsprüfung einbezogene Karpfenrassen	28
Abbildung 4:	Wachstum der von DEMOLL et al. (1928) in die Leistungsprüfung einbezogenen Karpfenrassen.....	29
Abbildung 5:	Bereits phänotypisch waren die hochrückigen Spiegelkarpfen der ungarischen Linie 215 von in der Lausitz heimischen Linien zu unterscheiden. Hier werden zwei dreijährige Karpfen dieser Herkunft von Dr. Wolfgang Müller präsentiert.	30
Abbildung 6:	Neighbour Joining-Dendrogramm der deutschen Karpfenherkünfte (aus MÜLLER-BELECKE 2008).....	34
Abbildung 7:	Kapillar-Sequenz CEQ 8000 (BECKMANN COULTER).....	36
Abbildung 8:	Vorbereitung der K ₁ aus den CT-Teichen für die Mikrosatellitenanalytik.....	36
Abbildung 9:	Zuordnung der Nachkommen zu ihren Eltern (Beispiel zweisömmeriger Karpfen # 204)	37
Abbildung 10:	Die Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha inmitten der Lausitzer Teichlandschaft ist von Produktionsteichen umgeben; links die Überwinterungs- und Hälteranlage im Bau (Luftbild: Kristina Barthel)	38
Abbildung 11:	Teilansicht der Überwinterungs- und Hälteranlage des LfULG in Königswartha	39
Abbildung 12:	Ausbringung von Branntkalk mit dem JOSTA STREUMAX	40
Abbildung 13:	Teilansicht der VTA nach Branntkalkausbringung mit STREUMAX. Deutlich sind die gleichmäßige Verteilung des Branntkalks und ein ausgeprägtes Klarwasserstadium zu erkennen.	40
Abbildung 14:	Ermittlung der morphometrischen Daten.....	44
Abbildung 15:	Schlachtung der K ₂ für Untersuchungen zur Produktqualität und zur Entnahme der Gewebeprobe für die Genotypisierung im lfb	44
Abbildung 16:	Filetfettmessung mit DISTELL [®] -Fish-Fatmeter	46
Abbildung 17:	Enthäutungsmaschine.....	46
Abbildung 18:	Wägung eines Filets.....	47
Abbildung 19:	Wägung des Ovars eines weiblichen Speisekarpfens.....	47
Abbildung 20:	Gewebeproben der Karpfen in EPPENDORF [®] -Reaktionsgefäßen.....	48
Abbildung 21:	Nummerierte, einzeln verpackte Filets, für die Frostlagerung vorbereitet	48
Abbildung 22:	Wassertemperaturen in der Vorstreckperiode (Tagesmittelwerte der Station in der VTA) und Besatztermine der geprüften Karpfenlinien	53
Abbildung 23:	Überlebensrate (ÜLR) der geprüften Herkünfte beim Vorstrecken.....	54
Abbildung 24:	K _V der Herkunft CZ1	55
Abbildung 25:	K _V der Herkunft BY1	55
Abbildung 26:	K _V der Herkunft PL1 – einzelne Fische mit einem unregelmäßigen Schuppenbild	56
Abbildung 27:	Besatzplan VTA Königswartha Versuch Herkunftsvergleich 2013. Die rot beschrifteten Teiche dienen zum Vorstrecken bzw. zum Rückbesatz der separat gehaltenen Bestände (SB). Schwarz beschriftet sind die Teiche für die K ₁ -Aufzucht im Communal testing (CT).....	57
Abbildung 28:	Sichttiefe (nach SECCHI) in den CT-Brutstreckteichen; Teichtiefe 140 cm = Sichttiefe bis Grund; Einzelwerte und lineare Trendlinien der einzelnen Wiederholungen	59
Abbildung 29:	Sichttiefe (nach SECCHI) in den SB-Brutstreckteichen; Teichtiefe 140 cm = Sichttiefe bis Grund; Einzelwerte und lineare Trendlinien (Farben identisch).....	59
Abbildung 30:	Zooplanktonabsetzvolumen in den CT-Brutstreckteichen	60
Abbildung 31:	Zooplanktonabsetzvolumen in den SB-Brutstreckteichen	60
Abbildung 32:	Mittlere Stückmassen der Spiegelkarpfengruppe (CT-MrCavg) bzw. der Herkunft CZ1 (CT-ScCavg) bei Probenbefischungen und bei der Abfischung in den Teichen des Communal testing	63
Abbildung 33:	Ergebnisse der Probewägungen in den Teichen mit separater Aufzucht der Herkünfte und mittlere Stückmassen zur Abfischung	63
Abbildung 34:	Einsömmerige Karpfen der Herkunft CZ1 auf dem Sortiertisch.....	64
Abbildung 35:	Flächenerträge der K ₁ -Aufzucht bei separater Haltung der Linien	64

Abbildung 36:	Abweichung der Flächenerträge vom mittleren Ertrag (100 %); Schuppenkarpfen (ScC) und Spiegelkarpfen (MrC) im Mischbestand (CT, blau) und bei separater Aufzucht (SB, grün).....	65
Abbildung 37:	Stückmassenverteilung der Fischproben aus der Zuordnung der Herkünfte über Mikrosatelliten.....	69
Abbildung 38:	Bei der K ₁ -Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte Stückmassen der einzelnen Herkünfte; links mit Standardabweichung.....	70
Abbildung 39:	Bei der K ₁ -Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte Flächenerträge der einzelnen Herkünfte; bei CT je ha extrapoliert	71
Abbildung 40:	Boxplot der Korpulenzfaktoren der K ₁ aus gemeinsamer Haltung.....	71
Abbildung 41:	K ₁ der Herkunft BY1	72
Abbildung 42:	K ₁ der Herkunft SN1	72
Abbildung 43:	K ₁ der Herkunft PL1	73
Abbildung 44:	K ₁ der Herkunft SN2.....	73
Abbildung 45:	Empfänglichkeit von Flossenkulturen von Karpfen unterschiedlicher Herkünfte für eine Infektion mit CyHV-3. Dargestellt ist die Anzahl CyHV-3 spezifischer Genom-Kopien in Kulturen von Flossenexplantaten von jeweils fünf Individuen der Zuchtlinien BY2, SN1, SN2, PL1 und CZ1.	74
Abbildung 46:	Mortalität von Karpfen der untersuchten Herkünfte nach Exposition von akut an KHV-I erkrankten Karpfen.....	75
Abbildung 47:	Mortalität von Karpfen aus unterschiedlichen Herkünften nach Bad-Exposition eines in der Zellkultur vermehrten virulenten Feldvirus, das frisch von akut an KHV-I erkrankten Karpfen isoliert wurde	77
Abbildung 48:	Stückverlust und Masseverlust der Bestände in der Überwinterung; Säulen links (Mc CT und Sc CT): Winterteich; rechte Säulen ÜHA; einfarbige Säulen: Stückverlust; Musterfüllung: Stückmasseverlust	79
Abbildung 49:	Besatzplan VTA Königswartha, Versuch Herkunftsvergleich 2014. Die mit CT1-5 gekennzeichneten Teiche sind die Mischbestände (Communal testing)	80
Abbildung 50:	Gemittelte Sichttiefe in den Versuchsteichen der einzelnen Herkünfte im Verlauf der Aufzuchtssaison....	82
Abbildung 51:	Plankton-Absetzvolumen bei der K ₂ -Aufzucht.....	83
Abbildung 52:	Entwicklung bedeutender Nährtiergruppen im Spektrum des untersuchten Planktons (Mittel aus je zwei CT-Teichen)	83
Abbildung 53:	Futterkurve für die über die Saison bei der K ₂ -Erzeugung verabreichten Futtergaben (Einzelgaben je VT).....	84
Abbildung 54:	Flächenerträge nach der Abfischung 2014.....	85
Abbildung 55:	Stückverluste bei der K ₂ -Teichaufzucht 2014.....	85
Abbildung 56:	Bei der K ₂ -Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte Flächenerträge der einzelnen Herkünfte; Beachte: CT-Teiche Teilerträge!	90
Abbildung 57:	Bei der K ₂ -Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte mittlere Stückmassen der einzelnen Herkünfte	90
Abbildung 58:	Besatzplan VTA Königswartha, Versuch Herkunftsvergleich 2015; Speisekarpfenaufzucht	92
Abbildung 59:	Bei der K ₃ -Aufzucht in gemeinsamer Aufzucht erreichter Flächenzuwachs der einzelnen Herkünfte	96
Abbildung 60:	Bei der K ₃ -Aufzucht in gemeinsamer Aufzucht erreichte Stückmassen der einzelnen Herkünfte; Mittelwerte und Standardabweichung	97
Abbildung 61:	K _V -Untersuchung.....	98
Abbildung 62:	Herbstuntersuchung der K ₁ , in diesem Fall SN1	98
Abbildung 63:	Ichthyophthirius-Befall bei K ₁ (PL1) im Frühjahr 2014.....	100
Abbildung 64:	Überlebensrate (kumulativ) der fünf geprüften Karpfenherkünfte; Ausgang je 100 Stück Karpfenbrut (K ₀)	104
Abbildung 65:	Überlebensrate (kumulativ) der fünf geprüften Karpfenherkünfte; Ausgang je 100 Stück vorgestreckte Karpfen (K _V)	105
Abbildung 66:	Boxplot der mittleren Stückmasse aller 450 K ₂ für die Schlachtkörperanalytik. Die Balkenbreite bildet die Stichprobengröße der einzelnen Herkünfte ab.	107
Abbildung 67:	Boxplot der Abweichungen der Mittelwerte der Massen des linken und rechten Filets der für die Bewertung von Schlachtkörper und Produktqualität genutzten Karpfen	107
Abbildung 68:	Boxplot des Korpulenzfaktors aller 450 vermessenen K ₂	108
Abbildung 69:	Boxplot des Körperlängen-Höhen-Verhältnisses aller 450 vermessenen K ₂	109

Abbildung 70:	Abhängigkeit des Filetanteils (mit Haut) von der relativen Kopflänge bei den untersuchten zweisömmerigen Karpfen (Datensätze aller Herkünfte)	109
Abbildung 71:	Boxplot der Relativen Kopflänge aller 450 K ₂ (Anteil Kopflänge von Gesamtlänge in %), gemessen am frisch toten Schlachtkörper	110
Abbildung 72:	Boxplot Filetanteil mit Haut (Filet in % der Fischgesamtmasse).....	110
Abbildung 73:	Boxplot Filetanteil ohne Haut (% von M _t)	111
Abbildung 74:	Boxplot Hautanteil (in % des Filets einschließlich Haut)	111
Abbildung 75:	Boxplot der CIE-Luminanz (Fleischhelligkeit L) der Filets großer K ₂	113
Abbildung 76:	Boxplot des CIE-a-Werts (grün -/rot +) der Filets großer K ₂	113
Abbildung 77:	Boxplot des CIE-b-Werts (blau -/gelb +) der Filets	114
Abbildung 78:	Garverlust bei großen K ₂ (in %); Mittelwerte (von je 25 Fischen mit je zwei Filets = 50 Proben pro Herkunft) und Standardabweichung.....	114
Abbildung 79:	Filetausbeute nach Schlachtung und einschließlich Garverlust	115
Abbildung 80:	Boxplot des Fettgehalts aller 450 K ₂ (Fett in % der FM), gemessen am frisch toten Schlachtkörper mit DISTELL®-Fettmessgerät.....	116
Abbildung 81:	Mittelwerte der Fettgehalte der untersuchten Filetproben großer K ₂ , unterteilt nach Sättigungsgrad der Kohlenstoffbindung (SFA = gesättigte Fettsäuren; MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren).....	117
Abbildung 82:	Körperlängen-Höhenverhältnis der untersuchten Speisekarpfen	120
Abbildung 83:	Korpulenz der untersuchten Speisekarpfen	121
Abbildung 84:	Gonadenanteil in Abhängigkeit von Herkunft und Geschlecht der Speisekarpfen	121
Abbildung 85:	Gonadenanteil der Speisekarpfen in Abhängigkeit von der Stückmasse (%).....	122
Abbildung 86:	Speisekarpfen, Filetanteil mit Haut (in % von M _t)	122
Abbildung 87:	Speisekarpfen, Hautanteil	123
Abbildung 88:	Speisekarpfen, Filetanteil ohne Haut	123
Abbildung 89:	Abhängigkeit des Filetanteils (mit Haut) von der relativen Kopflänge bei Speisekarpfen (Datensatz alle Herkünfte).....	124
Abbildung 90:	Boxplot der CIE-Luminanz (Fleischhelligkeit L) der Speisekarpfenfilets	124
Abbildung 91:	pH-Werte der Filets der Speisekarpfen nach der Tiefkühlagerung (Mittelwerte aus zwei Messungen im Kopf- und Schwanzbereich und Standardabweichung)	126
Abbildung 92:	Mittelwerte der Fettgehalte der untersuchten Filetproben bei Speisekarpfen, unterteilt nach Sättigungsgrad der Kohlenstoffbindung	127
Abbildung 93:	Beziehung zwischen Filetfettgehalt und der Filetfestigkeit, Werte der untersuchten Filets aus K ₂ (Vorjahr) und Speisekarpfen	129
Abbildung 94:	Leistung der untersuchten Herkünfte in der K ₁ -Teichaufzucht	134
Abbildung 95:	Vitalität der untersuchten Herkünfte (K ₁ -Infektionsversuche)	134
Abbildung 96:	Leistung der untersuchten Herkünfte bei der K ₂ -Aufzucht im Teich	136
Abbildung 97:	Leistung der untersuchten Herkünfte bei der Speisekarpfenaufzucht im Teich.....	137
Abbildung 98:	Leistung bei der Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen	138
Abbildung 99:	Leistung bei der Produktqualität der Speisekarpfen	140
Abbildung 100:	Leistung der untersuchten Karpfenherkünfte unter Berücksichtigung aller untersuchten Leistungsparameter	144
Abbildung 101:	Unterschiede in der Stückmassenentwicklung bei ein-, zwei- und dreisömmerigen Wild- und Teichkarpfen bei Haltung im gleichen Teich (neu gezeichnet nach STEFFENS 1964)	147
Abbildung 102:	Korrelation zwischen Stückmasse und Filetausbeute mit Haut bei Speisekarpfen; Daten aus PFEIFER & FÜLLNER 2008 sowie von K ₂ und Speisekarpfen aus der Leistungsprüfung 2015/16	150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Rangfolge der wichtigsten Fischarten der Weltaquakultur (FAO 2015)	14
Tabelle 2:	Kreuzungsergebnis der Vermehrung zweier heterozygoter Schuppenkarpfen $Ssnn \times Ssnn$	20
Tabelle 3:	Kreuzungsergebnis der Vermehrung zweier Zeilkarpfen $SsNn \times SsNn$	21
Tabelle 4:	Signifikante Unterschiede bei morphometrischen Merkmalen von Laichfischbeständen des Karpfens in Deutschland (nur Bestände mit Messungen an subadulten/adulten Individuen; $n = 26$); aus MÜLLER-BELECKE (2008)	22
Tabelle 5:	Mittlere Überlebensrate unterschiedlicher Karpfenlinien im ersten Aufzuchtjahr, Mittel der Jahre 1981–1996 (PILARCZYK 1998).....	24
Tabelle 6:	Gehalte an EPA und DHA (g/100 g Fischfilet) bei Karpfen sowie Gehalte an n-3- und n-6-Fettsäuren und ihr Verhältnis bei verschiedenen Fischarten	26
Tabelle 7:	Gruppierung genetisch ähnlicher Karpfenbestände (nach MÜLLER-BELECKE 2008).....	32
Tabelle 8:	Aufteilung und Zuschnitt der Becken der ÜHA Königswartha	39
Tabelle 9:	Wichtung einzelner Leistungskennzahlen für die Berechnung des Gesamtrankings bei BAKOS et al. (2006) und eigenen Untersuchungen	52
Tabelle 10:	Ergebnisse der Vorstreckperiode.....	54
Tabelle 11:	Besatz der Teiche mit K_V für das Communal testing (CT).....	56
Tabelle 12:	Besatz der Brutstreckteiche für die separate Aufzucht der fünf Karpfenherkünfte (Rückbesatz der Vorstreckteiche)	57
Tabelle 13:	Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter in den CT-Versuchsteichen (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum- [min] und Maximumwert [max])	58
Tabelle 14:	Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter in den SB-Versuchsteichen mit separater Haltung der Herkünfte (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum- [min] und Maximumwert [max]).....	58
Tabelle 15:	Zooplanktonabsetzvolumen (in ml/m^3) in den CT-Brutstreckteichen.....	61
Tabelle 16:	Zooplanktonabsetzvolumen (in ml/m^3) in den SB-Brutstreckteichen.....	61
Tabelle 17:	In den Brutstreckteichen (CT und SB) verabreichte Futtermengen und Futterqualitäten	62
Tabelle 18:	Zusammensetzung der in den Brutstreckteichen eingesetzten Futtermittel; Angaben nach NEHRING et al. (1972) bzw. der Hersteller.....	62
Tabelle 19:	Rangfolge der SB-Teiche nach Wassergüte und Nährtierentwicklung sowie nach Fischertrag nach dem Brutstreckverfahren.....	65
Tabelle 20:	Ergebnisse der K_1 -Aufzucht der zu prüfenden Karpfenherkünfte in separater Aufzucht (Rückbesatz der Vorstreckteiche)	66
Tabelle 21:	Ergebnisse der Aufzucht einsömmeriger Karpfen der Herkunft CZ1 in Vergleich zu allen Spiegelkarpfen (MrC) bei der Aufzucht in gemeinsamer Haltung (CT); Mittelwertvergleich (unterschiedliche Hochbuchstaben = signifikante Differenz).....	67
Tabelle 22:	Ergebnisse der Zuordnung der einsömmerigen Spiegelkarpfen zu den einzelnen Herkünften; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz (t-Test [$\alpha < 0,05$]).....	68
Tabelle 23:	Aufzuchtergebnisse der Aufzucht einsömmeriger Karpfen in den CT-Teichen.....	70
Tabelle 24:	Ergebnisse der Überwinterung der K_1 -Bestände (alle Angaben in %)	78
Tabelle 25:	Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter im Mischbestand (CT) (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum [min] und Maximumwert [max]).	81
Tabelle 26:	Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter bei separater Aufzucht (SB) (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum [min] und Maximumwert [max])	82
Tabelle 27:	Gesamtfuttermenge in der Versuchsperiode 2014 (Weizen)	84
Tabelle 28:	Gesamtdaten der Aufzucht von zweisömmerigen Karpfen im Jahr 2014.....	86
Tabelle 29:	Ergebnisse der Aufzucht zweisömmeriger Karpfen in den Teichen mit gemeinsamer Haltung (CT); Mittelwertvergleich zwischen Spiegel- und Schuppenkarpfen.....	87
Tabelle 30:	Ergebnisse der Zuordnung der Spiegelkarpfen (K_2) zu den einzelnen Herkünften (2014).....	88
Tabelle 31:	Aufzuchtergebnisse zweisömmeriger Karpfen der fünf Karpfenherkünfte in den CT-Teichen	89

Tabelle 32:	Ergebnisse der Überwinterung zweisömmeriger Karpfen (Aufzuchtjahr 2014) für die gemischten (CT) und Reinbestände (SB).....	91
Tabelle 33:	Gesamtdaten der Aufzucht von dreisömmerigen Karpfen (K ₃) im Jahr 2015.....	93
Tabelle 34:	Aufzuchtergebnisse der Aufzucht dreisömmeriger Karpfen in den CT-Teichen der fünf Karpfenherkünfte ...	94
Tabelle 35:	Ergebnisse der Zuordnung der Spiegelkarpfen (K ₃) zu den einzelnen Herkunftten (2014).....	95
Tabelle 36:	Aufzuchtergebnisse bei der Speisekarpfenerzeugung in den CT-Teichen der fünf Karpfenherkünfte (Berücksichtigung der unterschiedlichen Anteile der Spiegelkarpfen-Herkünfte bereits beim Besatz der K ₂ aus Versuchsjahr 2014 (s. Tabelle 31)	96
Tabelle 37:	Fischgesundheitliche Untersuchungen im Jahr 2013.....	99
Tabelle 38:	Fischgesundheitliche Untersuchungen im Jahr 2014.....	101
Tabelle 39:	Fischgesundheitliche Untersuchungen im Jahr 2015.....	102
Tabelle 40:	Anzahl Fische je Herkunft für die Schlachtkörperanalytik	105
Tabelle 41:	Morphologische und physiologische Kennzahlen aller Schlachtkörper der zweisömmerigen Karpfen (2014); Mittelwerte und Standardabweichungen; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz (t-Test [$\alpha < 0,05$])	106
Tabelle 42:	Rangplatz der einzelnen Herkunftte bei morphologischen Parametern großer K ₂	112
Tabelle 43:	Mittelwerte, Standardabweichung, Minima und Maxima der CIE-Farbwerte der Fischfilets großer K ₂ der untersuchten Karpfenherkünfte	112
Tabelle 44:	Garverluste bei großen K ₂ -Mittelwerte (von je 25 Fischen mit je zwei Filets = 50 Proben pro Herkunft) und Standardabweichung; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz.....	115
Tabelle 45:	Vergleich der Fettgehalte, gemessen mit DISTELL®-Fatmeter am Gesamtfisch (430 Datensätze) bzw. Filetfettgehalt berechnet als Summe aller Fettsäuren (je fünf Proben von je fünf Fischen pro Herkunft).....	116
Tabelle 46:	Ergebnisse der Fettsäureanalytik an Filets großer K ₂ (Mittelwerte von fünf Proben von je fünf Filets); Angaben in % des Gesamtfetts.....	118
Tabelle 47:	Ergebnisse der Scherkraftmessungen an Filets großer K ₂ (Mittelwert \pm sd)	119
Tabelle 48:	Anzahl Fische je Herkunft für die Schlachtkörperanalytik	119
Tabelle 49:	Morphologische und physiologische Kennzahlen aller Speisekarpfen-Schlachtkörper (2015); Mittelwerte und Standardabweichungen; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz (t-Test [$\alpha < 0,05$])	120
Tabelle 50:	Mittelwerte, Standardabweichung, Minima und Maxima der CIE-Farbwerte der Fischfilets der Speisekarpfen der untersuchten Karpfenherkünfte innen (visceral) und außen (Hautseite) (in Klammern Werte für K ₂ im Vorjahr).....	125
Tabelle 51:	pH-Werte der Filets nach der Tiefkühlagerung (Mittelwerte aus zwei Messungen im Kopf- und Schwanzbereich) und Standardabweichung).....	126
Tabelle 52:	Vergleich der Fettgehalte bei Speisekarpfen, gemessen mit DISTELL®-Fatmeter am Gesamtfisch (430 Datensätze) bzw. Filetfettgehalt, berechnet als Summe aller Fettsäuren (je fünf Proben von je fünf Fischen pro Herkunft)	127
Tabelle 53:	Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Speisekarpfenfilets (Mittelwerte von fünf Proben von je fünf Filets); Angaben in % des Gesamtfetts.....	128
Tabelle 54:	Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Speisekarpfenfilets (Mittelwerte von fünf Proben von je fünf Filets); Angaben in g/100 g Filet	128
Tabelle 55:	Ergebnisse der Scherkraftmessungen an den Speisekarpfenfilets (Mittelwert \pm sd); Werte in Klammer: Ergebnisse der Messungen an großen K ₂ im Vorjahr	129
Tabelle 56:	Garverluste von je 25 Filets von Speisekarpfen (Mischprobe von je zwei Filets = 50 Proben pro Herkunft); Mittelwert und Standardabweichung	130
Tabelle 57:	Presswert von je 25 Filets von Speisekarpfen	130
Tabelle 58:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Farbe (Filet roh)“ bei Speisekarpfen unterschiedlicher Herkunft; F = 9,32	131
Tabelle 59:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Farbe (Filet gegart)“ bei Speisekarpfen unterschiedlicher Herkunft	131
Tabelle 60:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Geruch“ bei Speisekarpfen (rohe Filets) unterschiedlicher Herkunft	131

Tabelle 61:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Geruch“ bei Speisekarpfen (gegarte Filets) unterschiedlicher Herkunft	132
Tabelle 62:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Festigkeit“ bei Speisekarpfen (rohe Filets) unterschiedlicher Herkunft	132
Tabelle 63:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Festigkeit“ bei Speisekarpfen (gegarte Filets) unterschiedlicher Herkunft	132
Tabelle 64:	Beurteilung der Ausgeprägtheit des Prüfkriteriums „Geschmack“ bei Speisekarpfen (gegarte Filets) unterschiedlicher Herkunft	132
Tabelle 65:	Leistung der untersuchten Herkünfte in der K ₁ -Teichaufzucht	133
Tabelle 66:	Leistung der untersuchten Herkünfte der K ₁ im KHV-Infektionsversuch/Vitalität	135
Tabelle 67:	Leistung der untersuchten Herkünfte in der K ₂ -Aufzucht	136
Tabelle 68:	Leistung der untersuchten Herkünfte in der Speisekarpfenaufzucht	137
Tabelle 69:	Leistungsvergleich der Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen	139
Tabelle 70:	Leistungsvergleich Produktqualität Speisekarpfen	141
Tabelle 71:	Gesamtergebnis der Leistungsprüfung Aufzuchtergebnisse	142
Tabelle 72:	Gesamtergebnis der Leistungsprüfung Produktqualität	143
Tabelle 73:	Gesamtergebnis der Leistungsprüfung (Aufzucht und Produktqualität)	143
Tabelle 74:	Herkunft und geografische Entfernung der Heimatteichwirtschaften der untersuchten Karpfenlinien	146
Tabelle 75:	Normstückverluste (in %) für Berechnung von Schäden in sächsischen Teichwirtschaften (LfULG 2015), Aufzuchtverluste in den hier beschriebenen Teichversuchen	149
Tabelle 76:	Fettgehalte bei Speisekarpfen bei identischer Teichaufzucht mit unterschiedlicher Ernährung: ausschließlich Naturnahrung bzw. zusätzliche Ergänzungsfütterung (aus PFEIFER & FÜLLNER 2008)	151
Tabelle 77:	Ergebnisse der Fettsäureanalytik aus dem Herkunftsvergleich gegenüber Literaturdaten für Speisekarpfen	151
Tabelle 78:	Ergebnisse der Fettsäureanalytik aus dem Herkunftsvergleich gegenüber Literaturdaten zu anderen Fischarten (ŁUCZYŃSKA et al. 2014)	152
Tabelle 79:	Erforderlicher Verzehr von Karpfenfilets großer K ₂ der untersuchten Herkünfte, um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft zu entsprechen (Basis 250 mg/d bzw. 1,75 g/Woche)	152
Tabelle 80:	Erforderlicher Verzehr von Speisekarpfenfilets der untersuchten Herkünfte, um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft zu entsprechen (Basis 250 mg/d bzw. 1,75 g/Woche)	153
Tabelle 81:	Erforderlicher Verzehr von Fischen, um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft zu entsprechen (Basis 250 mg/d bzw. 1,75 g/Woche): Literaturdaten	153

Abkürzungsverzeichnis

avg	Mittelwert
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
CCB	Common Carp Brain-(Zelllinie)
CT	Communal testing: Aufzucht aller zu prüfenden Herkünfte in einer gemeinsamen Haltungsumwelt (in der Regel in einem Teich) im Gegensatz zu SB (s. dort) in dieser Arbeit
CyHV-3	Cyprinus Herpesvirus 3 (der Erreger der KHV)
EPA	Eicosapentaensäure
DHA	Docosahexaensäure
FA	Futteraufwand: Einsatzmenge von Einheiten Getreide je Einheit Abfischungsbiomasse
FQ	Futterquotient: Futtereinsatz je kg Zuwachs
GZF	Getreidezufütterung
IASP	Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte der Humboldt-Universität Berlin
IfB	Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow
IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin-Friedrichshagen
IGV	Institut für Getreideverarbeitung GmbH
K ₀	Karpfenbrut
K _v	vorgestreckte Karpfen
K ₁	einsömmerige Karpfen
K ₂	zweisömmerige Satzkarpfen
K ₃	dreisömmerige Karpfen
K _{Sp}	Speisekarpfen (hier synonym mit K ₃)
K _L	Laichkarpfen
KHV	Koi-Herpesvirose
KHV-I	Koi-Herpesvirus-Infektion
LAVES	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
L _t	Longitudi totalis = Gesamtlänge eines Fisches
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
MrC	Spiegelkarpfen (Mirror Carp)
M _t	Gesamtmasse eines Fisches
MUFA	monounsaturated fatty acids = einfach ungesättigte Fettsäuren
PCR	Polymerase-Kettenreaktion (engl. polymerase chain reaction)
PUFA	polyunsaturated fatty acids = mehrfach ungesättigte Fettsäuren
RB	Reinbestand
SB	Separate Breeding: Separate Aufzucht der einzelnen Karpfenherkünfte in jeweils verschiedenen Aufzuchteinheiten (Teichen) im Gegensatz zu CT (s. dort) in dieser Arbeit
ScC	Schuppenkarpfen (Scaly Carp)
sd	Standardabweichung
SFA	saturated fatty acids = gesättigte Fettsäuren
VT	Versuchsteich
VTA	Lehr- und Versuchsteichanlage des LfULG in Königswartha
ÜHA	Überwinterungs- und Hälteranlage der VTA
ÜLR	Überlebensrate (Anzahl Abfischung/Anzahl Besatz)

Verwendete Karpfenherkünfte

BY1	Stamm Bayern 1
BY2	Karpfenherkunft BY1 + SN1 gemischt, Anteile ca. 60 % : 40 %
CZ1	Kreuzung Třebon x Ropscha (Böhmen)
SN1	Stamm Sachsen 1
SN2	Stamm Sachsen 2
PL1	Kreuzung Knyszyn x Ochaby (Polen)

1 Einleitung

Der Karpfen (*Cyprinus carpio* L.) wird bereits seit fast dreitausend Jahren mit dem Ziel der Nahrungsproduktion in Teichen gehalten. So berichtet der chinesische Universalgelehrte FAN LI im ersten uns überlieferten „Lehrbuch“ der Fischzucht bereits im VII. Jahrhundert v. Chr. von der Karpfenaufzucht in Teichen. In China war es zu dieser Zeit üblich, Fischbrut von den Ufern der Flüsse zu fangen und in Teichen weiter aufzuziehen. Züchterischer Fortschritt war auf diese Weise kaum zu erreichen, zumal der Karpfen auch in China heimisch ist und eine genetische Trennung von Teich- und Wildkarpfen unter solchen Bedingungen schwierig gewesen sein dürfte. Erst die Römer haben sich neben der Haltung von Fischen in Teichen auch um deren Vermehrung bemüht und damit vor knapp 2000 Jahren den Grundstein der Domestikation gelegt (BALON 1995). Die Haltung von Karpfen zur Erzeugung von Speisefischen erfolgt in Europa seit etwa tausend Jahren. Karl der Große war es, der seine Untertanen in seinem ca. 795 erschienenen Regelwerk „*Capitullaris de villis*“ ausdrücklich zur Anlage von Teichen aufforderte: „*Auf unseren Gütern (Königshöfe) soll jeder Amtmann die Fischteiche, soweit vorhanden, erhalten und wenn möglich erweitern; wo sie fehlen aber doch sein könnten, soll man sie neu anlegen.*“

Der Karpfen wird heute weltweit unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in einer Vielzahl von Produktionssystemen und in verschiedenen Intensitäten gehalten. Er zählt mit anderen Cypriniden zu den wichtigsten Fischarten der Welt-Aquakultur (Tabelle 1). Auch in Deutschland steht seine Produktion nach der Regenbogenforelle an zweiter Stelle. Im Jahr 2011 wurden in der deutschen Aquakultur etwa 26.000 t Regenbogenforellen und 15.000 t Karpfen erzeugt (BRÄMICK 2012).

Tabelle 1: Rangfolge der wichtigsten Fischarten der Weltaquakultur (FAO 2015)

Rang	Fischart	Wissenschaftlicher Name	Weltaquakulturproduktion 2013 (Mio t)
1	Graskarpfen	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	5,23
2	Silberkarpfen	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	4,59
3	Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	4,08
4	Marmorkarpfen	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	3,06
5	Catla	<i>Catla catla</i>	2,77
6	Tilapias und andere Cichliden	Mehrere Arten der Gattungen <i>Tilapia</i> , <i>Sarotherodon</i> , <i>Oreochromis</i>	4,82
7	Pangasius	<i>Pangasius spec.</i>	1,66

Obwohl der Karpfen die am frühesten domestizierte Fischart der Aquakultur ist, stammt heute der Hauptteil der weltweit in Teichwirtschaften gehaltenen Fische nicht von speziellen Linien mit genetisch fixierten Gebrauchseigenschaften (HULATA 1995). Dies trifft prinzipiell auch auf die Situation in der deutschen Karpfenteichwirtschaft zu. Viele Betriebe haben in den letzten Jahren die Haltung eigener Laichfischbestände aufgegeben und beziehen einen Großteil der Gebrauchskarpfenbrut von wenigen großen Bruthäusern. Dort werden aber lediglich Karpfen vermehrt. Eine Leistungszucht kann nicht stattfinden, weil die Leistung der für die Vermehrung verwendeten Laichfische seit langer Zeit nicht geprüft wurde.

Die bisher auf Wachstum und Phänotyp ausgerichtete Zucht könnte bei einzelnen Laichfischbeständen eine bisher unbemerkt gebliebene Verringerung der Vitalität hervorgerufen haben. Dies betrifft auch eine Reihe von Karpfenteichwirtschaftsbetrieben, die vielfach nur zum Eigenbedarf Karpfenbrut im Laichteich erzeugen. Weil der Selektionsgrad aufgrund der hier benötigten sehr geringen Anzahl an Laichfischen noch höher ist als bei

den größeren Laichfischgruppen in den Bruthäusern, ist die Gefahr von Inzuchtdepressionen sogar noch größer. Deutlich unterschiedliche Überlebensraten bei Erkrankung von Karpfen in Bayern und Sachsen an Koi-Herpesvirose (KHV) könnten so beispielsweise auch in unterschiedlichen Resistenzen einzelner Karpfenherkünfte gegen das CyHV-3-Virus begründet sein.

Immerhin halten eine Reihe von Vermehrungsbetrieben noch solche seit Jahren durch Selektion und Inzucht herausgezüchtete Linien. Die Ergebnisse eines bundesweiten Forschungsprojekts ergaben, dass zwischen diesen deutschen Karpfenherkünften neben einigen phänotypischen Unterschieden auch noch eine erhebliche genetische Variabilität besteht (MÜLLER-BELECKE 2008; MÜLLER-BELECKE et al. 2009). Das hat einerseits überrascht, eröffnet aber andererseits Chancen für eine erfolgreiche Zuchtarbeit.

Um tatsächlich Zuchtarbeit in der Zukunft durchführen zu können, ist es primär erforderlich, die Leistung der vorhandenen Karpfenstämme zu prüfen. Ein Herkunftsvergleich zwischen genetisch möglichst weit entfernten Karpfenbeständen unter Einbeziehung von international als besonders leistungsfähig beschriebenen Kreuzungen war im Übrigen in Deutschland seit Jahren dringend angezeigt. Immerhin liegen die letzten Leistungsprüfungen deutscher Karpfenstämme inzwischen Jahrzehnte zurück.

Bis vor wenigen Jahren waren Herkunftsvergleiche bei Fischen nur mit einem aufwendigen Versuchsdesign, bei Vorhaltung einer Vielzahl identisch aufgebauter Haltungseinrichtungen möglich. Sie wurden für die Fischart Karpfen deshalb lediglich in speziellen Zentren im Ausland und mit hohem Aufwand durchgeführt (z. B. Ungarn, Israel). Mit der Etablierung von Genmarkern (insbesondere Mikrosatellitenmarkern) zur sicheren Diskriminierung zwischen Herkünften und Familien wurden in den vergangenen Jahren völlig neue Möglichkeiten für die Durchführung derartiger Herkunftsvergleiche eröffnet. Mussten bei klassischen Leistungsprüfungen für einen aussagekräftigen Vergleich alle einbezogenen Herkünfte separat und mittels einer ausreichenden Anzahl von Wiederholungen bis zu einer markierfähigen Größe der Individuen in einheitlichen Aufzuchteinheiten geführt werden, so besteht nun die Möglichkeit der gemeinsamen Aufzucht aller Altersstufen der zu prüfenden Herkünfte in einer Haltungsumwelt. Eine individuelle Markierung der Fische ist nicht mehr erforderlich. Erst zum Zeitpunkt der Abfischung und Vermessung einer Stichprobe erfolgt bei einer ausreichenden Anzahl von Individuen deren Zuordnung zu den jeweiligen Herkünften mithilfe der etablierten Genmarkeranalysen. Durch die Möglichkeit der gemeinsamen Haltung in einer Umwelt, bereits vom juvenilen Stadium an, können die bislang stets zu Fehlern führenden unkontrollierbaren Umweltunterschiede zwischen mehreren Haltungseinheiten komplett eliminiert werden.

Durch die Nutzung des innovativen Verfahrens der jetzt praktikablen Genmarkeruntersuchungen ist die Etablierung und Durchführung aussagekräftiger und vergleichsweise kostengünstiger Herkunftsvergleiche somit erstmals auch unter den Bedingungen der Karpfenteichwirtschaft in Deutschland möglich. Im Rahmen des hier beschriebenen Projekts wurde diese innovative Methode zur Durchführung eines aussagekräftigen Herkunftsvergleiches von lokalen und überregionalen Karpfenbeständen unter den strukturellen Bedingungen der Teichwirtschaft in Sachsen etabliert und erstmalig in Deutschland angewendet.

2 Vorhabensziel

Mit dem Projekt sollte die Leistung von genetisch weit entfernten deutschen Herkünften von Teichkarpfen mit definierten internationalen Züchtungen verglichen werden. Dabei sollte auch geklärt werden, ob durch den Einsatz mutmaßlich resistenterer Karpfenbestände eine Verringerung der KHV-bedingten Verluste in der Karpfenteichwirtschaft und damit ein Beitrag zur nachhaltigen, zukunftsorientierten Karpfenteichwirtschaft erwartet werden kann.

Ziel ist es, die Leistungen der zu vergleichenden Karpfenherkünfte in Bezug auf Zuwachs, Futtermittelverwertung, Vitalität und Produktqualität bei der Aufzucht aus Karpfenbrut bis hin zum Speisefisch unter den aktuell in der Lehr- und Versuchsteichanlage (VTA) Königswartha anhängigen Rahmenbedingungen zu untersuchen. Dazu soll die bisher bei Karpfen in Europa noch nie angewandte Technik des Herkunftsvergleichs von lokalen und überregionalen Karpfenbeständen mittels Genmarkeruntersuchungen eingesetzt werden.

Insbesondere sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Gibt es hinsichtlich Wachstum, Futtermittelverwertung, Schlachtkörperzusammensetzung und der Vitalität Leistungsunterschiede bei genetisch weit entfernten Herkünften des Karpfens?
- Gab es im Zuge der bisher beim Karpfen ausschließlich angewandten Selektionszüchtung auf phänotypische Eigenschaften Inzuchteffekte in Bezug auf diese Leistungsparameter bei einzelnen Herkünften?
- Unterscheiden sich die Sterblichkeitsraten einsömmeriger Satzkarpfen bei einer künstlichen Infektion mit CyHV-3-Viren?

Die Ergebnisse sollten Aussagen über den Status quo sächsischer Karpfenherkünfte, auch im nationalen und internationalen Vergleich mit genetisch weit entfernten Herkünften zulassen. Sie könnten möglicherweise die Grundlage für künftige Zuchtprogramme für den Karpfen in Sachsen und Deutschland sein. Der Herkunftsvergleich erstreckte sich über einen Bearbeitungszeitraum von zwei Jahren und sechs Monaten und umschließt somit einen kompletten Abwachszyklus (drei Jahre) der bearbeiteten Wirtschaftsfischart einschließlich einer Zeit für die Auswertung der Versuchsergebnisse.

3 Stand des Wissens

3.1 Leistungen der Fischart *Cyprinus carpio*

Der Karpfen ist ein Bewohner langsam fließender und stehender Gewässer. Das höchste Wachstum erreicht er bei Wassertemperaturen von 20 bis 30 °C. Er toleriert jedoch auch für längere Zeit niedrige Wassertemperaturen von bis zu 0,5 °C.

Karpfen kommen sowohl im Süßwasser als auch im Brackwasser (bis etwa 10 ‰ Salinität) vor. Karpfeneier sind bis 9 ‰ Salzgehalt befruchtungsfähig (KARIMOV & KEYSER 1998). Karpfen wachsen am besten bei Sauerstoffgehalten um bzw. knapp über der Sättigung. Sie ertragen jedoch auch recht niedrige Sauerstoffgehalte von weniger als 1 mg/l, ohne bereits zur Notatmung überzugehen.

Der Karpfen ist primär ein Bodentierfresser, der sich vorrangig von Chironomiden und Tubificiden ernährt. Aber auch Insektenlarven, Mollusken bis hin zu kleinen Fischen werden bei entsprechender Verfügbarkeit und Greifbarkeit gefressen. Für jüngere Karpfen macht Zooplankton den Hauptanteil der Nahrung aus, tritt jedoch bei größeren Fischen als Sekundärnahrung in den Hintergrund.

Der Karpfen eignet sich angesichts seiner Eigenschaften hervorragend als Teichfisch. Er ist raschwüchsig, einfach zu vermehren und hat eine große Anzahl von Nachkommen. Bei richtiger Bewirtschaftung findet er optimale Bedingungen im Teich. Er dominiert aufgrund seines Verhaltens die meisten anderen Fischarten im Teich. Weil er nicht alle Nahrungsnischen im Teich nutzt, eignet er sich sehr gut für Polykulturen. Der Karpfen ist relativ unkompliziert zu ernähren. Durch seine Fähigkeit, native Stärke zu verdauen, können für seine Fütterung preiswerte pflanzliche Zusatzfuttermittel eingesetzt werden. Aber auch eine Ernährung mit vollwertigen Mischfuttermitteln ist problemlos möglich.

Die hohe Wachstumsfähigkeit hat den Karpfen zu einem der am weitesten verbreiteten Nutzcypripiniden werden lassen. Bei Wassertemperaturen von mehr als 20 °C kann er in weniger als einem Jahr von der etwa ein Milligramm schweren Larve zum mehr als ein Kilogramm schweren Speisefisch abwachsen. Wird unter diesen Bedingungen eine maximal mögliche Ernährung gesichert, erreichen Einzelfische bei auch sonst günstigen Umweltbedingungen phantastische Zuwachsleistungen. WUNDER (1962) berichtet z. B. von vier vorgestreckten Karpfen in einem ansonsten ausschließlich mit Tilapia besetzten, 0,4 ha großen Teich in Südafrika, die nach nur acht Monaten eine mittlere Stückmasse von 3,6 kg, nach 12 Monaten 4,5 kg erreichten. Unter Wirtschaftsbedingungen ist jedoch das Wachstum des Einzelindividuum dem Erzielen maximaler Flächenerträge untergeordnet. In Abhängigkeit von der Besatzdichte und der daraus resultierenden, mehr oder weniger starken Restriktion der verfügbaren Nahrung, bleibt der Einzelfisch deutlich unter seiner maximal möglichen Wachstumspotenz. Dennoch werden Speisekarpfen in tropischen Teichwirtschaften bei richtigem Management innerhalb weniger Monate aufgezogen. In der Regel sind mehrere Produktionszyklen pro Jahr möglich. Im ariden, subtropischen Klima Israels sind bei einer Wachstumszeit von Mitte März bis Mitte November beispielsweise zwei Ernten üblich (DILL & BEN-TUVIA 1988). Das gleiche gilt für die Bedingungen in Indien (SINHA & RAMACHANDRAN 1985). Unter tropischen Bedingungen kann pro Jahr dreimal abgefishet werden. Häufig wird hier jedoch laufend besetzt und mit Hilfe großmaschiger Netze werden Vorwüchser ständig abgefishet.

Karpfen werden bereits als Speisefische vermarktet, wenn ihre Stückmasse noch weit von der maximal erreichbaren Körpergröße entfernt ist. In einigen Ländern Asiens werden Karpfen bereits ab etwa 250 g gegessen, in Indonesien sogar solche von nur 80 ... 150 g, teilweise werden aber auch wie in Europa Speisekarpfen um 1,5 kg angestrebt. Der Karpfen kann jedoch über einen Meter lang und weit über 20 kg schwer werden. Den ersten Preis auf der 20. Gesamtjapanschau der Koi-Züchter errang in der Klasse für extrem große Fische 1984 ein rot gefärbter Schuppenkarpfen von 125 cm Länge und 45 kg Stückmasse (TEICHFISCHER 1988).

Kois können nicht nur größer, sondern auch erheblich älter werden als handelsübliche Speisekarpfen. Nach europäischen Angaben können (Teich-)Karpfen ein Alter von mindestens 40 Jahren erreichen. Japanische Farbkarpfen, die wegen ihres hohen Wertes sorgfältig gepflegt werden, sind sogar nachweislich über 100 Jahre alt geworden. Damit ist der Karpfen einer der ganz wenigen Nutzfische, die ein so hohes Alter erreichen können. Ein roter Farbkarpfen soll in Japan angeblich 226 Jahre alt geworden sein (TEICHFISCHER 1988).

Karpfen werden unter mitteleuropäischen Klimabedingungen nach dem dritten (Milchner) bzw. vierten Sommer (Rogener) geschlechtsreif. Die Fruchtbarkeit der Laichfische ist sehr hoch. Nach LINHART et al. (1995) variierten die Eizahlen des Karpfens, bei einem einjährigen oogenetischem Zyklus und Aufzucht in Teichen,

zwischen 100.000 bis 300.000 Eier je kg Körpergewicht. Der Eidurchmesser variiert zwischen 1,24 und 1,42 mm, die Eimasse zwischen 0,86 und 1,41 mg. Die wichtigsten Charakteristika des Karpfeneies sind ein osmotischer Druck von 300 mOsm, eine Mg^{2+} -Konzentration von 2,58 mMol und ein hoher pH-Wert von 9,0 in der Ovarialflüssigkeit.

3.2 Herkunft und Verbreitung des Karpfens

Die ursprüngliche Heimat des Karpfens liegt nach THIENEMANN (1926) in Japan, China, Mittelasien, Kleinasien bis zum Schwarzen Meer. Demgegenüber vertrat BALON (1995) die Auffassung, dass die Heimat des Karpfens das Gebiet um das Schwarze und Kaspische Meer sowie die Region um den Aralsee ist. Von dort aus erfolgte die Ausbreitung nach Osten in Richtung Sibirien und China und westlich Richtung Donau. Neuere genetische Untersuchungen an einer ursprünglichen Wildkarpfenpopulation im japanischen Biwa-See (MABUCHI et al. 2005, 2006) und zum Ursprung und der Verbreitung des europäischen Karpfens (KOHLMANN & KERSTEN 2013) vereinen Teile beider Hypothesen zu folgendem Szenario: Die Spezies *Cyprinus carpio* entwickelte sich in Ostasien aus einer von mehreren ausgestorbenen Arten der Gattung *Cyprinus*, die vor ca. 3,3 Mio Jahren in China und Japan weit verbreitet waren (NAKAJIMA 1994, 2003, zitiert in MABUCHI et al. 2005) und besiedelte zunächst ein Gebiet von China und dem Amur-Becken im Osten, bis zu den Flüssen Don und Donau im Westen. Dieses ursprünglich zusammenhängende Verbreitungsgebiet wurde während mehrerer pleistozäner Wechsel von Kalt- und Warmzeiten in westliche und östliche Populationen aufgespalten. Infolge dieser geografischen und reproduktiven Isolierung bildeten sich die beiden Unterarten *C. c. carpio* im Westen und *C. c. haematopterus* im Osten heraus. Für eine Entstehung der beiden Unterarten im Mittleren oder Unteren Pleistozän sprechen auch auf der Basis mitochondrialer DNA-Sequenzen geschätzte Divergenzzeiten von 500.000 bis 900.000 Jahren. Nach der letzten Eiszeit, vor etwa 8.000 bis 10.000 Jahren, wanderte dann die westliche Unterart *C. c. carpio* weiter in Richtung Europa bis in den Mittellauf der Donau, aber auch nach Osten bis zum Amur-Becken, wo eine sekundäre Kontakt- oder Hybridzone mit der asiatischen Unterart *C. c. haematopterus* entstand (WANG et al. 2010, ZHU et al. 2011, TORGUNAKOVA et al. 2012). Im restlichen Europa westlich und nördlich des Donau-Mittellaufs wurde der Karpfen schließlich, beginnend in der Zeit des Römischen Imperiums, durch den Menschen verbreitet (BALON 1995).

Die Domestikation des Wildkarpfens begann unabhängig voneinander in Asien, später in Europa. Ursprung der domestizierten Formen waren demnach verschiedene lokale Unterarten, in Asien *C. c. haematopterus*, in Europa *C. c. carpio*. Urform der heutigen europäischen Teichkarpfen dürften Wildkarpfen aus der Donau gewesen sein. Durch die Anlage von Teichen mit ihrem gegenüber natürlichen Gewässern günstigeren Temperaturregime wurde es möglich, Karpfen in Regionen aufzuziehen und zu vermehren, in denen normalerweise keine natürliche Reproduktion mehr erfolgt. Hier dürfte es eine zwangsweise Selektionszüchtung gegeben haben, weil vom Züchter nur die besten und raschwüchsigsten Laichfische für die Vermehrung verwendet wurden, die übrigens jedoch praktisch von der Weitergabe der Erbinformationen an die Folgegeneration ausgeschlossen wurden.

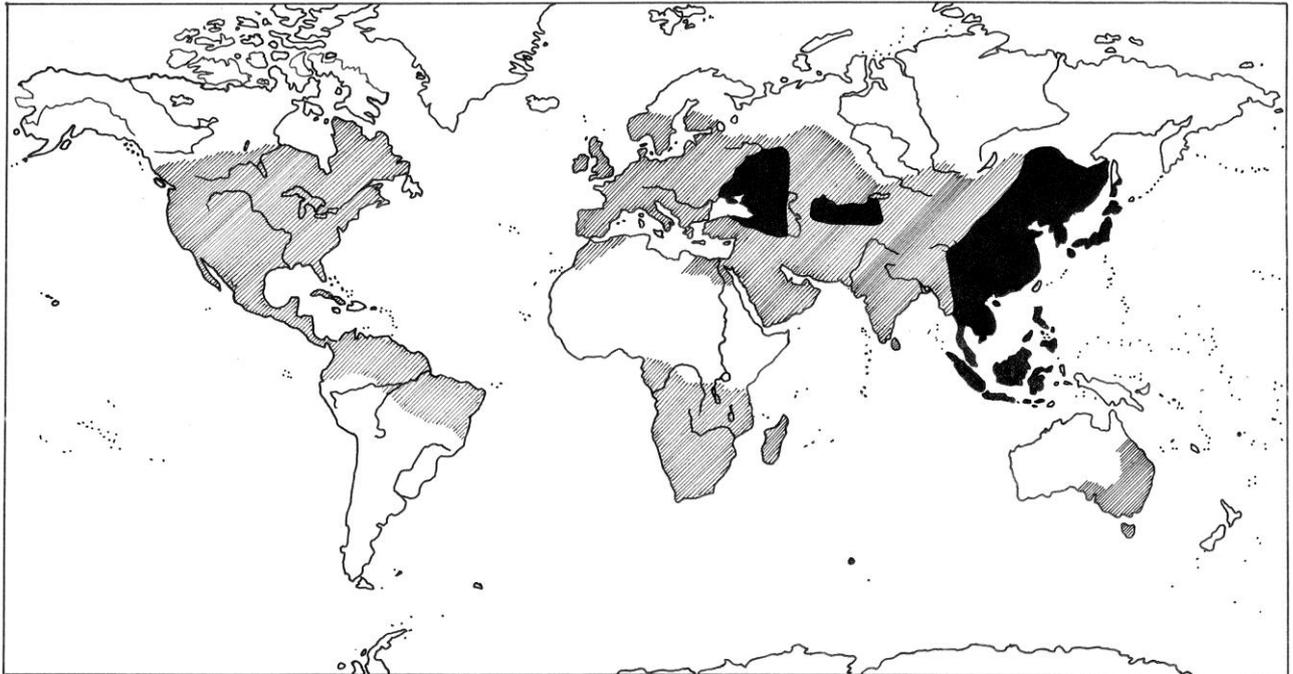


Abbildung 1: Verbreitung des Karpfens. Schwarz: ursprüngliches Verbreitungsgebiet, schraffiert: Verbreitung durch den Menschen

Durch die Fortschritte in der europäischen Teichwirtschaft konnte der Karpfen 1560 in Dänemark eingeführt werden, von dort gelangte er später nach Schweden. 1585 wurde er in Preußen angesiedelt. Von hier erreichte er 1729 Petersburg, 1769 die russischen Ostseeprovinzen, 1872 die Vereinigten Staaten. 1881 gelangte er von dort aus nach Kanada. Die Einfuhr in günstige Klimazonen geschah dann praktisch weltweit. 1882 erfolgte die Weiterverbreitung in mehrere südamerikanische Länder aus den USA. Mit der Einfuhr 1897 nach Südafrika wurde der afrikanische Kontinent erreicht, 1912 Madagaskar, Australien 1876 (STEFFENS 1980). Eine detaillierte Aufstellung der Verbreitung des Karpfens über den Globus findet sich bei WELCOMME (1988). Durch die Tätigkeit des Menschen ist der Karpfen heute, meist in seiner domestizierten Form, in den gemäßigten und südlichen Breiten aller Kontinente anzutreffen (Abbildung 1).

3.3 Karpfenherkünfte/-stämme/-rassen/-linien

„Stamm“, „Rasse“, oder „Herkunft“ sind abstrakte Ordnungsbegriffe. Nach MAYR (1994) ist eine Rasse eine Population, die sich in Körperbau, den Eigenschaften als Nutztier und dem Verhalten von anderen Populationen abgrenzen lässt und diese Merkmale vererbt. Die Begriffe Herkunft, Stamm oder Rasse werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

Unter dem Begriff „Linien“ sollen reine Linien verstanden werden, d. h. Gruppen von Individuen, die sich rein erblich vermehren, das gleiche Genom besitzen und nicht mehr aufspalten, sodass es keine Unterschiede mehr zu rekombinieren gibt (SCHÖNMUTH et al. 1984).

3.4 Die Vererbung qualitativer und quantitativer Merkmale beim Karpfen

Karpfen können sich im Phänotyp recht deutlich voneinander unterscheiden. Das betrifft sowohl die Beschuppung, die Körperform, aber auch die Färbung. So unterscheiden sich vietnamesische Wildkarpfen in einer Vielzahl morphologischer Werte, von einzelnen Körpermaßen über Färbungen bis hin zu Beschuppungsformen (TRAN 1995). Auch bei Teichfischen werden für die traditionsreiche asiatische Teichwirtschaft in jedem Land eine ganze Reihe von wirtschaftlich mehr oder weniger interessanten Rassen und Zuchtformen beschrieben, die sich sowohl im Phänotyp, aber auch in der Leistung unterscheiden können (SIFA 2006). Bedeutsamer als phänotypische Unterschiede ist für die Zuchtarbeit die Variabilität der Karpfenherkünfte bei wirtschaftlichen Eigenschaften.

3.4.1 Beschuppung

Die Art der Beschuppung des Karpfens wird von zwei autosomalen, nicht miteinander gekoppelten Genen (S und N) mit jeweils zwei Allelen bestimmt und folgt den MENDELSCHEN Vererbungsregeln. Mit diesen, nahezu zeitgleich und wohl unabhängig von KIRPITSCHNIKOV (1937) und PROBST (1949) entdeckten Regeln der Beschuppungsvererbung wurde es möglich, sich diese Erkenntnis für die Reduzierung des Schuppenbildes bei Zuchtkarpfen zunutze zu machen. Bei Karpfen werden folgende Phäno- bzw. Genotypen unterschieden:

- Schuppenkarpfen (Genotypen SSnn oder Ssnn)
- Spiegelkarpfen (Genotyp ssnn)
- Zeilkarpfen (Genotypen SsNn oder SSNn)
- Nacktkarpfen (Genotyp ssNn)

Von diesen Beschuppungsformen können nur Spiegel- und homozygote Schuppenkarpfen (Genotyp SSnn) reinerbig vermehrt werden. Zeil-, Nackt- und heterozygote Schuppenkarpfen lassen sich nur spalterbig vermehren, d. h. die Nachkommen gleichen in ihrer Beschuppung nicht zu 100 % den Eltern. Homo- bzw. heterozygote Schupper können nur durch Vermehrung differenziert werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Kreuzungsergebnis der Vermehrung zweier heterozygoter Schuppenkarpfen Ssnn x Ssnn

	Sn	Sn	sn	sn
Sn	SSnn	SSnn	Ssnn	Ssnn
Sn	SSnn	SSnn	Ssnn	Ssnn
sn	Ssnn	Ssnn	ssnn	ssnn
sn	Ssnn	Ssnn	ssnn	ssnn

Im Ergebnis der in Tabelle 2 abgebildeten Kreuzung entstehen theoretisch 25 % homozygote Schupper (Genotyp SSnn), 50 % heterozygote Schupper (Ssnn) und 25 % Spiegelkarpfen (ssnn).

Zeilkarpfen wie auch Nacktkarpfen sollen nicht vermehrt werden, weil der Genotyp NN als Letalfaktor wirkt, diese Fische also nicht lebensfähig sind (PROBST 1950). Die Vermehrung von Laichfischen mit diesen Beschuppungstypen hat also auf jeden Fall eine niedrigere Schlupfrate bzw. ein baldiges Absterben eines Teils der Brut zur Folge (Tabelle 3).

Tabelle 3: Kreuzungsergebnis der Vermehrung zweier Zeilkarpfen SsNn x SsNn

	SN	Sn	sN	sn
SN	(SSNN)	SSNn	(SsNN)	SsNn
Sn	SSNn	SSnn	SsNn	Ssnn
sN	(SsNN)	SsNn	(ssNN)	ssNn
sn	SsNn	Ssnn	ssNn	ssnn

Das Ergebnis der in Tabelle 3 dargestellten Kreuzung wären 6/16 Anteile Zeilkarpfen, 3/16 Anteile Schuppenkarpfen, 2/16 Anteile Nacktkarpfen, 1/16 Anteil Spiegelkarpfen und 4/16 Anteile nicht lebensfähige Fische mit Letalfaktor.

Die verringerte Lebensfähigkeit des Gens N ist nur ein Problem seiner ungünstigen Wirkung. Zwischen Beschuppung und Leistungsfähigkeit bestehen darüber hinaus pleiotrope Effekte (KIRPITSCHNIKOV 1937). Die Allele des anderen Beschuppungsgens S und s haben ebenfalls pleiotrope Effekte, die allerdings deutlich geringer sind (KIRPITSCHNIKOV 1987). Die Reihenfolge der Leistungsfähigkeit (z. B. in Wachstum, Überlebensrate, Futtermittelverwertung) nimmt deshalb allgemein vom Schuppen- über Spiegelkarpfen, Zeilkarpfen zum Nacktkarpfen hin ab. Gleiches gilt für morphometrische Parameter wie die Anzahl der Kiemenreusendornen, der Weichstrahlen in den Flossen oder bei der Anzahl der Schlundzähne, aber auch für die Fähigkeit der Flossenregeneration oder den Fettstoffwechsel. Zeil- und Nacktkarpfen haben einen deutlich erhöhten Fettstoffwechsel (GOLOVINSKAJA et al. 1974). Die Leistungsunterschiede zwischen Schuppen- und Spiegelkarpfen werden von vielen Autoren als gering angesehen, sodass sich, der Verbrauchergewohnheit folgend, in einigen Ländern Europas Spiegelkarpfen als Zuchtfisch der Teichwirtschaften teilweise oder vollständig durchgesetzt haben. Gegenwärtig erleben aber Schuppenkarpfen auch in Deutschland wieder eine gewisse Renaissance. Dies liegt nicht an den primär geringen Leistungsvorteilen, sondern an nachgewiesenen Vorteilen in der Überlebensstrategie. Bei Untersuchungen tschechischer Kollegen in Teichen zur Speisekarpfenaufzucht lag der Anteil der durch Kormorane verletzten Spiegelkarpfen mit 71,4 % deutlich höher als der von Schuppenkarpfen (5,9 %) im gleichen Teich. Tief ins Muskelgewebe reichende Wunden traten nur bei Spiegelkarpfen auf, während sich die Schäden bei 76,5 % der Schuppenkarpfen auf Schuppenverluste beschränkten (ONDRAČKOVÁ et al. 2012).

3.4.2 Körperform

Anders als bei vielen Nutztieren unterscheiden sich Zuchtkarpfenrassen, abgesehen vom Beschuppungstyp, morphologisch nur wenig voneinander. Unterschiede gibt es bestenfalls bei Hochrückigkeit und Korpulenz, bei der Größe und Länge des Kopfes und dem mehr oder weniger steilen Nackenansatz. Noch recht deutlich sind diese Unterschiede beim Exterieur von Teich- und Wildkarpfen. Beträgt das Verhältnis von Körperlänge zu Körperhöhe bei Wildkarpfen je nach Herkunft etwa 3,6 bis 3,1, so erreicht es bei Teichkarpfen durchaus Werte von 2,5 und darunter. Der deutlich auch von allen Teichkarpfen abweichende, heute allerdings als ausgestorben geltende "Aischgründer", dessen extreme Körperhöhe durch eine Verkürzung der Wirbelsäule (Chondrodystrophie) bedingt war, hatte sogar L/H-Werte von unter 2,0 (STEFFENS 1980). Damit war er aber praktisch auch die einzige Karpfenrasse, die eindeutig bereits morphologisch von anderen unterschieden werden konnte. Aber auch bei den deutschen Beständen lassen sich noch morphologische Unterschiede feststellen. So hatten z. B. ostdeutsche Karpfenherkünfte eine signifikant geringere Kopflänge oder aber einen niedrigeren Korpulenzfaktor (Tabelle 4). Kopfanteil und Filetanteil dürften sich umgekehrt proportional verhalten, weshalb eine kleine Kopfgröße im Allgemeinen als Zuchtziel angestrebt wird (MERLA 1961).

Tabelle 4: Signifikante Unterschiede bei morphometrischen Merkmalen von Laichfischbeständen des Karpfens in Deutschland (nur Bestände mit Messungen an subadulten/adulten Individuen; n = 26); aus MÜLLER-BELECKE (2008)

Einflussfaktor	Anzahl Bestände	Kopflänge (in % der Standardlänge)	Präadorsaler Abstand (%)	Korpulenzfaktor
Haltungsumwelt				
Ost	11	20,89	43,19	2,97
West	15	25,53	47,05	3,33

3.4.3 Farbe

Charakteristisch für Wildkarpfen ist die Vielfalt ihrer möglichen Färbungen. Neben den „normal“-farbigen bräunlich-gelbgrünlichen Fischen kommen auch natürliche Farbvarietäten, wie Blau- oder Goldfärbung vor. Bekannt sind darüber hinaus weiß, rot oder violett gefärbte Wildkarpfen aus dem vietnamesischen Hochland, in denen einige Autoren Urformen der Farbvarietäten bei Kois sehen (TRAN 1995). Bei domestizierten Kois gibt es inzwischen rote, orange, stahlfarbene, tiefschwarze, schneeweiße sowie zwei- und mehrfarbig gefleckte Karpfen (Abbildung 2).

Die verschiedenen Farben und Strukturen der Färbung von Koi werden offensichtlich nicht monogen vererbt, was eine gezielte Zucht unmöglich macht (GOMELSKY 1998). Allerdings bestimmen zwei Paare Allele auf zwei Genorten die Grundpigmentierung der Karpfen (BIAŁOWAŚ 2004):

- Das Fehlen von Melanophoren ist z. B. an ein Paar rezessiver Gene $b_1b_1b_2b_2$ gebunden (Goldfärbung).
- Rezessive Gene r bestimmen die Abwesenheit von farbigen Xanthophoren. Diese Fische sind stahlgrau gefärbt.
- Beim $b_1b_1b_2b_2rr$ Genotyp fehlen alle Pigmentzellen. Der Fisch ist weiß.



Abbildung 2: Farbkarpfen (Nishiki-Koi)

Teichkarpfen in Europa sind üblicherweise gelblich-grünlich gefärbt. Die häufigste Farbabweichung bei Zuchtkarpfen in Europa sind die sog. „Bläulinge“. Blaufärbung (Alampie) entsteht durch Unterentwicklung der Guaninkristalle (Reduktion der Guanophoren) in der Haut. Nach KIRPITSCHNIKOV (1987) gibt es bei deutschen Karpfenstämmen keine Leistungsunterschiede bei Wachstum und Überlebensraten, wogegen bei polnischen

Karpfenrassen eine stark pleiotrope Wirkung zu verzeichnen war. Polnische „Bläulinge“ wuchsen im ersten Zuchtjahr um 10 bis 20 % schneller, blieben allerdings später eher zurück.

3.4.4 Wachstum und Futtermittelverwertung

Rasches Wachstum ist naturgemäß immer das Ziel der Leistungszüchtung bei Nutztieren. Dies gilt auch für den Karpfen. Allerdings sind heute die Aussichten auf rasche Zuchtfortschritte gerade bei diesem Leistungskriterium eher gering. Ursache dafür ist die jahrhundertelange unbewusste Selektion in der mitteleuropäischen Teichwirtschaft auf genau dieses Leistungsmerkmal. Der Teichwirt wählte und wählt seine Laichkarpfen neben dem Phänotyp (Schuppenbild, Form und Farbe) immer auch nach Größe aus. Gerade die größten und somit am raschesten wachsenden Karpfen haben somit die größte Chance, als Laichfisch verwendet zu werden. Wegen der hohen Fruchtbarkeit des Karpfens wird beim jeweiligen Züchter nur wenigen Laichfischen die Chance gegeben, sich zu vermehren, die übrigen Fische der Population sind jedoch praktisch von der Weitergabe der Erbinformationen an die Folgegeneration ausgeschlossen. SCHÄPERCLAUS (1961) sieht gerade darin einen Grund für den raschen Zuchtfortschritt bei europäischen Teichkarpfen. Das Problem der Rückkreuzungen mit Wildbeständen wird heute sogar als wesentliches Hemmnis für die weitere Entwicklung der traditionellen Karpfenteichwirtschaft in China angesehen (JINYUN 2002). Bei Leistungsprüfungen sind deshalb europäische Teichkarpfen asiatischen Zuchtrassen oder Gebrauchskarpfen häufig überlegen. Wachstum und Futtermittelverwertung deutscher Schuppen- und Spiegelkarpfen waren sowohl bei SUZUKI et al. (1976) als auch bei SHIMMA & SATO (1985) deutlich besser als bei japanischen Yamato- und Asagirassen. Auch WOHLFAHRT et al. (1980) fanden bei Leistungsprüfungen für einen Karpfenstamm aus Taiwan sehr geringe Wachstumsleistungen. KIRPITSCHNIKOV (1987) kennzeichnet die wohl bekannteste chinesische Karpfenrasse, den „Big-Belly“ als relativ langsamwüchsig und zur Frühreife neigend. Ähnliche, sogar als „Zwergkarpfen“ bezeichnete Populationen, sind aus einer Reihe weiterer asiatischer Länder bekannt.

Viele außereuropäische Teichkarpfenstämme sind deshalb heute europäischer Abstammung. So wurden z. B. die israelischen Karpfen erstmalig 1933 aus Jugoslawien eingeführt (HORNELL in DILL & BENTUVIA, 1988). Inzwischen werden selbst in asiatischen Teichwirtschaften oft die raschwüchsigen europäischen Teichkarpfen aufgezogen.

Genetisch fixierte Leistungsunterschiede in Wachstum und Futtermittelverwertung existieren natürlich trotzdem auch zwischen verschiedenen Karpfenherkünften in Mitteleuropa. Die zu erwartenden Differenzen sind aber wohl eher gering. Selektionszüchtung mit dem Ziel eines hohen Wachstums hat deshalb beim Karpfen relativ geringe Aussicht auf Erfolg (VANDEPUTTE 2003).

3.4.5 Geschlechtsreife

In der Aquakultur ist es üblich, Fische als Juvenile zu vermarkten, weil die Anlage von Geschlechtsprodukten hohe Energiemengen erfordert und damit eine Verschlechterung von Wachstum und Futtermittelverwertung einhergeht. Karpfenrogener werden im gemäßigten Klima im allgemeinen im 4. bis 5. Sommer laichreif, Milchner im 3. bis 4. Sommer. In den Tropen tritt die Geschlechtsreife je nach Wassertemperatur und Aufzuchtbedingungen erheblich früher ein, in der Regel noch im Verlauf des ersten Lebensjahres. Bei den ganzjährigen hohen Temperaturen der Tropen können Karpfen mehrmals pro Jahr ablaichen. Dies kann unter Warmwasserbedingungen natürlich auch im gemäßigten Klima passieren. Eine späte Geschlechtsreife ist somit Zuchtziel.

3.4.6 Krankheitsresistenz

MERLA (1974) hat Vitalität und Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten als wichtige Züchtungsziele bei Nutzfischen herausgestellt. Die Krankheitsanfälligkeit steht auch in der sächsischen Karpfenteichwirtschaft im Zusammenhang mit aktuell auftretenden wirtschaftlich bedeutenden Viren im Fokus. Erste Untersuchungen

von PILARCZYK (1998) wiesen darauf hin, dass verschiedene europäische Karpfenherkünfte im ersten Aufzuchtjahr unterschiedliche Überlebensraten haben können (Tabelle 5). Interessanterweise hatte die (nicht näher beschriebene) deutsche Karpfenlinie N dabei die beste Quote.

Tabelle 5: Mittlere Überlebensrate unterschiedlicher Karpfenlinien im ersten Aufzuchtjahr, Mittel der Jahre 1981–1996 (PILARCZYK 1998)

Zuchtlinie	Überlebensrate
Polnische Linie (K)	16,0 ± 20,9
Polnische Linie (R2)	17,9 ± 19,8
Israelische Linie (DOR -70)	30,9 ± 8,7
Ungarische Linie (R7)	39,6 ± 11,8
Ungarische Linie (R8)	35,3 ± 11,9
Ungarische Linie (R0)	33,9 ± 12,7
Deutsche Linie (N)	67,9 ± 19,8
Ukrainische Linie (Ur)	47,9 ± 8,9

Noch deutlicher auf mögliche Inzuchtdepressionen bei zu lange rein gezüchteten Linien weisen die Untersuchungen von IRNAZAROV et al. (2006) hin. Einzelne Hybriden von bisher rein gezüchteten europäischer Linien hatten deutlich höhere Überlebensraten bei der Aufzucht von der Brut bis zum Speisefisch (PIAČKOVA 2013). Untersuchungen von VANDEPUTTE (2003), SHAPIRA et al. (2005), ZAK et al. (2007), DIXON et al. (2009) und ØDEGÅRD et al. (2010) belegen sogar, dass verschiedene Karpfenherkünfte bzw. -hybriden nach einer klinisch manifesten KHV-I unterschiedliche Überlebensraten aufwiesen. Auch die Viruslast im Fisch kann sich nach einer künstlichen Infektion mit identischen Virusmengen unterscheiden. Die Stückverluste differierten bei den untersuchten Herkünften zwischen 9 und 90 %. Gleiches gilt für die Stärke der Immunantwort, die offensichtlich von der genetischen Konstitution des jeweiligen Karpfenstammes abhängt (RAKUS et al. 2012). Die Nutzung resistenterer Karpfenherkünfte könnte insofern auch dem aktuellen Problem der KHV-Verluste entgegenwirken. Wenn es gelingt, die für die Immunantwort zuständigen Gene zu lokalisieren, wäre es künftig sogar möglich, auf CyHV-3-resistente Laichfische zu selektieren (KONGCHUM et al. 2011).

Auch das Verlustgeschehen in bayerischen, brandenburgischen und sächsischen Teichwirtschaftsbetrieben ist sehr unterschiedlich, was die Vermutung nahe legt, dass für diese Unterschiede auch genetisch bedingte Resistenzen des Karpfenbesatzmaterials eine Rolle spielen könnten. Dafür spricht auch, dass bei der Sichtung der Karpfenbestände im Rahmen des Programms zur Erfassung und Dokumentation der aquatischen genetischen Ressourcen auch bei deutschen Laichkarpfenbeständen erhebliche genetische Distanzen auftraten, die weit über den Erwartungen lagen (MÜLLER-BELECKE 2008; MÜLLER-BELECKE et al. 2009). Betrachtet man die genetischen Differenzen der Karpfenpopulationen auf dem eurasischen Kontinent, ist die Variabilität noch größer (KOHLMANN et al. 2005).

Damit ist bereits bei den in Deutschland bekannten Karpfenherkünften eine ausreichend hohe Variabilität vorhanden, die eine Leistungsprüfung rechtfertigt. Bezieht man weiter entfernte Herkünfte bzw. Hybriden mit ausgewiesenen positiven Eigenschaften in die Untersuchungen ein, sind erhebliche Leistungsunterschiede zu erwarten.

3.4.7 Produkteigenschaften

Neben Wachstum, Futtermittelverwertung und Vitalität kann und muss insbesondere auch die Produktqualität des Karpfens Zuchtziel sein. Dies betrifft einerseits den Beschuppungstyp, der durch Beachtung der Vererbungsregeln unproblematisch möglich ist. Andererseits spielt die Form des Fisches eine Rolle. Weil hochrückige Karpfen mit kleinem Kopf und steilem Nackenansatz eine höhere Filetausbeute versprechen, kann Hochrückigkeit ein Zuchtziel sein.

Die Hautfarbe kann ebenfalls ein Kriterium bei der Zuchtauswahl sein. Der Verbraucher bevorzugt in Deutschland grügelbe Spiegelkarpfen. Weil blaugraue Karpfen in einigen Untersuchungen niedrigere Wachstumsleistungen haben, ist eine solche Zuchtauswahl auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll.

Ein wirkliches Qualitätskriterium für die Vermarktung ist der Filetanteil der Fische. Der Filetanteil ist von ökonomischer Bedeutung, weil der Anteil verarbeiteter Ware auch beim Karpfen in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Der Filetanteil liegt beim Karpfen, bedingt durch seine Anatomie, leider deutlich unter dem anderer Fischarten. CIBERT et al. (1999) geben für Filets von Karpfen von 0,9 bis 2,2 kg Stückmasse Filetanteile mit Haut von $34,6 \pm 2,7$ %, ohne Haut von $28,9 \pm 2,6$ % an. Der Filetanteil ohne Haut liegt demgegenüber beim Atlantischen Lachs (*Salmo salar*) bei mehr als 62 % (EINEN et al. 1999; ACHARYA 2011). Für den Europäischen Wels (*Silurus glanis*) ermittelten FÜLLNER & PFEIFER (1998) Filetausbeuten von 52,7 % (mit Haut) bzw. 42,9 % (ohne Haut). Andererseits gewinnen in der Aquakultur auch Fische zunehmend Bedeutung, deren Filetanteil ähnlich gering ist wie beim Karpfen. Die Filetausbeute bei Tilapien (*Oreochromis niloticus*) ohne Haut beträgt auch nur 33,4 % (GARDUNO-LUGO et al. 2003), die von Schleien 34 bis 36 % (FÜLLNER 1996). Ein möglichst hoher Filetanteil ist also gerade beim Karpfen von besonderer Bedeutung und entscheidendes Zuchtziel.

Fischfette gelten inzwischen gemeinhin als gesund. Trotzdem sollten Karpfen aus Sicht des Verbrauchers einen möglichst geringen Fettgehalt haben. In Untersuchungen im LfULG wurden Karpfenfilets mit den niedrigsten Fettgehalten von den Testpersonen in jedem Fall bevorzugt, während höhere Fettgehalte stets zu einer Qualitätsabwertung führten (PFEIFER et al. 2003, PFEIFER & FÜLLNER 2008). Ein niedriger Filetfettgehalt kann insofern als Zuchtziel definiert werden. Offensichtlich kann die Filetfettbildung tatsächlich genetisch fixiert sein. Unter annähernd gleichen Aufzuchtbedingungen hatten in Versuchen in Mähren verschiedene Schuppenkarpfenkreuzungen unterschiedliche Fettgehalte im Filet akkumuliert (BUCHTOVA et al. 2007). Auch wenn sich die Fettsäuremuster bei den untersuchten vier Karpfenhybriden nicht voneinander unterschieden, kann die Fettkomposition des Muskelfleisches durchaus genetisch fixiert sein.

Primär ist auch die Fettsäurezusammensetzung der Fische natürlich von ihrer Ernährung abhängig. Mit Naturnahrung aufgezogene Karpfen haben deutlich höhere Anteile an n-3-Fettsäuren als solche, die eine Zusatzfütterung mit Getreide erhielten (VACHA et al. 2007). ZAJÍC et al (2012) konnten allerdings zeigen, dass auch die Fettkomposition von der Herkunft der Karpfen abhängig sein kann. Bei gleicher Ernährung und nahezu identischen Fettgehalten im Filet hatten Ropschakarpfen einen signifikant höheren Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) als Hybriden des Ropschakarpfens mit den Stämmen Tata, Přerov und Marienbad. Die Fettsäurezusammensetzung ist neben dem Gesamtfettgehalt im Karpfenfilet ein weiteres Qualitätskriterium des Fischfilets. Insbesondere für einige hochungesättigte Fettsäuren (polyunsaturated fatty acids = PUFA) der n-3 und n-6-Reihe und dabei vor allem der Eicosapentaensäure (EPA 20:5 n-3) und der Docosahexaensäure (DHA, 22:6 n-3) sind positive Wirkungen auf eine Vielzahl von Erkrankungen des Menschen nachgewiesen. Darüber hinaus scheint dem Verhältnis zwischen n-6 und n-3-Fettsäuren eine wichtige Bedeutung für die gesundheitsfördernde Wirkung zuzukommen. Wissenschaftlich unumstritten ist die Reduktion des Herzinfarkttrisikos und der Schutz gegen kardiovaskuläre Erkrankungen (ALLPORT 2008). Relativ sicher sind positive Wir-

kungen auf rheumatoide Arthritis, Morbus Crohn, Psoriasis, psychiatrische Störungen wie Depressionen, Schizophrenie und Demenz. Positive Wirkungen auf weitere Krankheitsbilder wie Asthma bei Kindern, Adipositas oder Typ 2 Diabetes werden vermutet. Die Aufnahme ausreichender Mengen von Fischölen durch Schwangere fördert darüber hinaus die Entwicklung des Gehirns des Embryos und verhindert auf diese Weise Verhaltensstörungen des Kindes (RICHARDSON & MONTGOMERY 2007).

In vielen Ländern wird eine tägliche Aufnahme von 200 bis 270 mg/d EPA und DHA empfohlen, um chronischen Erkrankungen vorzubeugen (GIVENS & GIBBS 2008). Zur Therapie von Herz-Kreislauf-Erkrankungen liegen die Empfehlungen mit 1 g/d auch deutlich über diesem Wert (LEE et al. 2008).

Omega-6 und kurzkettige Omega-3-Fettsäuren werden ausschließlich von Pflanzen synthetisiert. Über die aquatische Nahrungskette gelangen diese Fettsäuren aus Algen über das Zooplankton in Fische. Fische sind jedoch die einzige Quelle für die langkettigen n-3-Fettsäuren. Ein möglichst hoher Anteil langkettiger n-3-Fettsäuren im Fischfilet ist anzustreben, zumal die Ernährung in den westlichen Industriestaaten in dieser Hinsicht nicht ausgewogen ist. Das n-6/n-3-Verhältnis liegt hier aktuell bei 10 : 1 bis 20 : 1. Aus medizinischer Sicht wird ein n-6/n-3-Verhältnis von 4 : 1 bis 5 : 1 zur Vorbeugung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen als optimal angesehen (SIMOPOULOS 2002; HIBBELN et al. 2009). Noch niedrigere n-6/n-3-Werte (2-3 : 1) wirken bei rheumatoider Arthritis entzündungshemmend und verringern das Brustkrebsrisiko bei Frauen. Eine Diät mit regelmäßig ausreichend Fisch kann deshalb die Grundlage für eine gesunde Ernährung sein. Viele Fische liefern eine entsprechende Menge ungesättigter Fettsäuren nahe diesen medizinisch empfohlenen Werten. Auch wenn das n-6/n-3-Verhältnis beim Karpfen vom angestrebten Idealwert abweicht und auch die Gesamtmenge an DHA und EPA niedriger ist als bei anderen Fischarten, ist das ernährungsphysiologisch wegen der ansonsten ungünstigen Nahrungszusammensetzung mitnichten ein Mangel (Tabelle 6). Gerade hier könnten genetisch fixierte Unterschiede von herausragender Bedeutung sein.

Tabelle 6: Gehalte an EPA und DHA (g/100 g Fischfilet) bei Karpfen sowie Gehalte an n-3- und n-6-Fettsäuren und ihr Verhältnis bei verschiedenen Fischarten

Fischart	Gesamtfettgehalt (%)	EPA	DHA	Quelle
<i>Salmo salar</i>	12,1	0,507	0,826	ŁUCZINSKA et al. (2014)
<i>Cyprinus carpio</i> (Naturnahrung)	1,8	0,59	0,18	STEFFENS & WIRTH (2005)
<i>C. carpio</i> (Weizenzufütterung)	3,4	0,65	0,14	STEFFENS & WIRTH (2005)
<i>C. carpio</i> (ScC Kontrollgruppe)	9,9	0,89	0,65	BUCHTOVA et al. (2010)
<i>C. carpio</i> (McC Herkunft Szarvas)	2,4	0,33	0,97	BUCHTOVA et al. (2010)
<i>C. carpio</i>	6,8	0,13	0,17	CIRKOVIC et al. (2012)
<i>C. carpio</i> (ScC Ropschakarpfen)	1,5	0,82	0,119	ZAJIC et al. (2012)

Fischart	Summe n-3-FS (% von Gesamtfett)	Summe n-6-FS (% von Gesamtfett)	n-6/n-3	Quelle
<i>Silurus glanis</i> (Pelletfütterung)	2,887*	1,575*	0,55	FÜLLNER & WIRTH (1996)
<i>Silurus glanis</i> (Naturnahrung)	0,668*	0,412*	0,62	FÜLLNER & WIRTH (1996)
<i>Cyprinus carpio</i>	1,32	9,63	7,28	CIRKOVIC et al. (2012)
<i>C. carpio</i> (Naturnahrung)	13,5	13,8	1,02	STEFFENS & WIRTH (2005)
<i>C. carpio</i> (Weizenzufütterung)	14,5	12,8	0,88	STEFFENS & WIRTH (2005)
<i>Cyprinus carpio</i>	3,85	6,6	1,71	BUCHTOVA et al. (2010)
<i>C. carpio</i> (ScC Ropscha)	20,74	28,81	1,38	ZAJIC et al. (2012)
<i>C. carpio</i> (ScC Ropscha x Marienbad)	19,15	25,26	1,32	ZAJIC et al. (2012)
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	18,17	6,07	0,33	CIRKOVIC et al. (2012)
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	5,65	12,61	2,23	CIRKOVIC et al. (2012)
<i>Tinca tinca</i>	15,11	6,98	0,46	CIRKOVIC et al. (2012)

* Angabe in g/100 g Fischfleisch

3.5 Leistungsprüfungen in der Karpfenzüchtung

Die in Deutschland in den verschiedenen Regionen eingesetzten Karpfenrassen werden erstmals von HOFER (1898) detailliert beschrieben. Anfangs unterschieden die Autoren vor allem den Phänotyp (Farbe, Hochrückigkeit, Beschuppung) als Charakteristik der Rasse, weil die Regeln der Beschuppungsvererbung noch nicht bekannt waren. Die „Leistung“ der Karpfenbestände wurde selbst dann noch vorwiegend auf die Körperform beschränkt, nachdem die Regeln der Vererbung der Beschuppung aufgeklärt waren. KIRPITSCHNIKOV (1937) und PROBST (1950) kamen unabhängig voneinander zum Ergebnis, dass die Art der Beschuppung des Karpfens von zwei autosomalen, nicht miteinander gekoppelten Genen bestimmt wird. Diese Ergebnisse greift SCHÄPERCLAUS (1961) auf und weist erstmals nachdrücklich darauf hin, dass die Beschuppung nur eine Varietät innerhalb der Rasse darstellt, keinesfalls jedoch ein Rassemerkmal.

Im 19. Jahrhundert gab es noch keine wirklichen Leistungsprüfungen von Karpfen. Gang und gäbe war es vielmehr, seinen „Karpfenstamm“ auf diversen Fischereiausstellungen der interessierten Öffentlichkeit zu präsentieren und seine besonderen Eigenschaften herauszustellen, ohne diese tatsächlich mit anderen Herkünften verglichen zu haben. Eine große Rolle spielten in diesem Zusammenhang Fischereiausstellungen. Nachdem Adolf GASCH aus Groß Kaniow auf der Internationalen Fischereiausstellung in Berlin im Jahr 1880 seinen Galizischen Spiegelkarpfen vorstellte und dabei herausstrich, dass er mit dieser Rasse Speisefische im dreijährigen Umtrieb erzeugen kann, trennten sich viele Betriebe in der Lausitz von ihrem seit Jahrhunderten verwendeten heimischen Lausitzer Schuppenkarpfen. In der Lausitz war damals noch ein vier- bis fünfjähriger Umtrieb üblich. Die Leistung des „Galiziers“ war tatsächlich wohl nicht besser als die des Lausitzer Stammes (s. Ergebnisse in DEMOLL et al. 1928). Die Aufzucht von Speisekarpfen im dreijährigen Umtrieb gelang GASCH vielmehr durch konsequente Anwendung der von seinem Lehrer Thomas DUBISCH in Galizien erprobten modernen teichwirtschaftlichen Verfahren, insbesondere durch konsequente Jahrgangstrennung und das Vorstrecken der Karpfenbrut im ersten Lebensjahr.

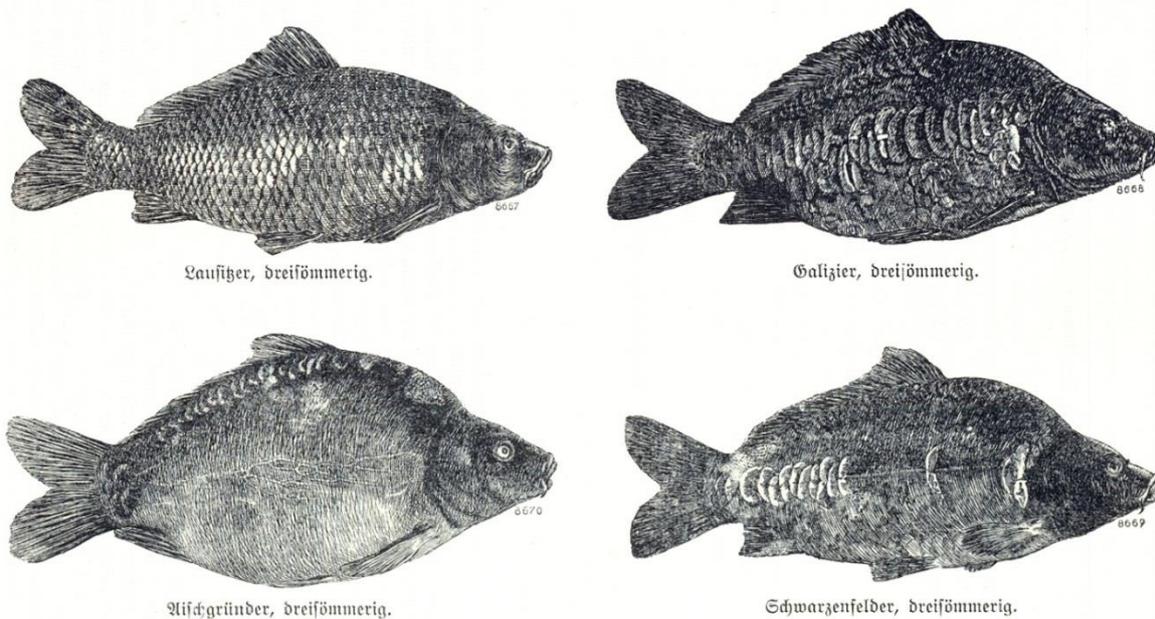
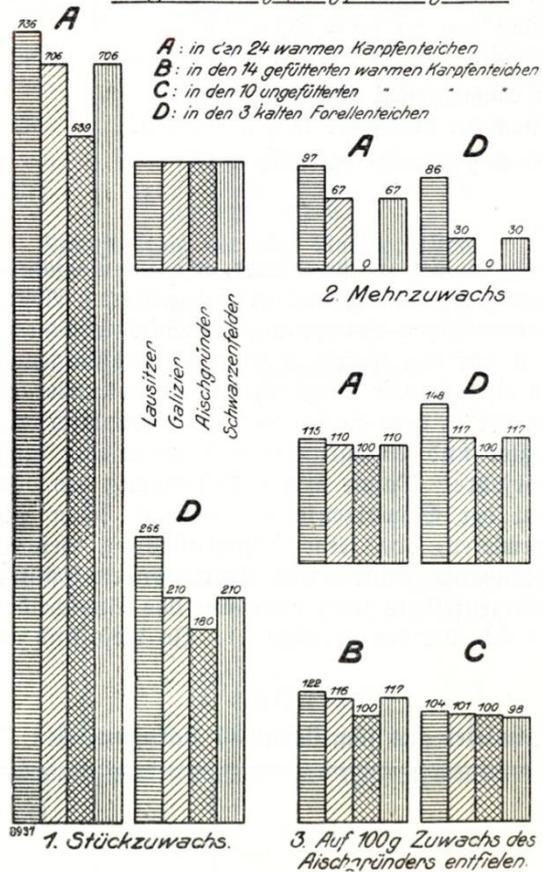


Abbildung 3: Von DEMOLL et al. (1928) in die Leistungsprüfung einbezogene Karpfenrassen

Die Leistung der einzelnen Karpfenrassen in Deutschland stand in regelmäßigen zeitlichen Abständen im Interesse der Fachöffentlichkeit und der Fischereiwissenschaft. 1924 wurde das Hofer-Institut in Wielenbach aufgrund des eingetretenen Stillstands in der Fischzucht beauftragt, „vergleichende Leistungsversuche mit den für die deutsche Wirtschaft wichtigsten Karpfenrassen“ einzuleiten. Gegenstand der Untersuchungen waren die damals recht gut morphologisch zu unterscheidenden Lausitzer, Galizier, Schwarzenfelder und Aischgründer Karpfenrassen (Abbildung 3). DEMOLL et al. (1928) untersuchten neben den morphologischen Unterschieden erstmals auch Leistungsparameter, insbesondere Wachstum und Futterverwertung, aber auch die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten. Letzteres sehen die Autoren von großer Bedeutung für den Wert einer Karpfenrasse an, ohne allerdings letztlich nennenswerte Unterschiede bei den untersuchten Rassen zu finden. Differenzen gab es hingegen bei Wachstum und Futterverwertung. Unter allen untersuchten Haltungsbedingungen war der Lausitzer (Quolsdorfer) Schuppenkarpfen den anderen Rassen überlegen (Abbildung 4). Dies betraf sowohl Teiche, in denen reichlich bzw. restriktiv gefüttert wurde, wie auch Teiche mit sehr niedrigen Wassertemperaturen. Unterschiede gab es darüber hinaus zwischen den Rassen bei der Akkumulation von Fett im Filet dreisömmeriger Karpfen. Untersucht wurde außerdem, wie die Fische einen provozierten Sauerstoffmangel ertragen. Hier lag die Toleranzgrenze des Lausitzers am niedrigsten, was aus heutiger Sicht mit seiner möglicherweise genetisch verankerten höheren Stoffwechselrate zusammenhängen haben könnte.

Die Ergebnisse weiterer im Zeitraum zwischen 1937 bis 1958 durchgeführten Leistungsprüfungen an deutschen Karpfenstämmen fasste WUNDER (1961) zusammen. Abgesehen von den vielen methodischen Unzulänglichkeiten der beschriebenen Versuche, die in der fehlenden Beachtung der Effekte der inzwischen bekannten Vererbung der Beschuppung gipfelte, fand der Autor bei verschiedenen Herkünften von Karpfen Wachstumsunterschiede von 25 bis 33 %.

I. Wachstumsergebnisse der vier Karpfentrassen
in Wielenbach 1926, bezogen auf den zweisommerigen
Karpfen von 1/3 kg (333 g) Einsatzgewicht



Schema I.

Abbildung 4: Wachstum der von DEMOLL et al. (1928) in die Leistungsprüfung einbezogenen Karpfentrassen

SCHÄPERCLAUS (1961) beschreibt in aus heutiger Sicht methodisch kritisch zu hinterfragenden Leistungs- und Resistenzprüfungen Leistungsunterschiede bei sechs Oberlausitzer Karpfenherkünften. Immerhin erfolgte die Untersuchung als „Communal testing“ mit zwei Wiederholungen (in zwei Teichen), bei dem sich der Stamm Wartha, der auch in unseren Versuchen eingesetzt wird, hinsichtlich der Krankheitsresistenz allen anderen Herkünften als überlegen zeigte. Beim Zuwachs erreichte diese Herkunft hingegen nur bei guten Umweltbedingungen überdurchschnittliche Ergebnisse.

Jüngere Herkunftsvergleiche zwischen verschiedenen Karpfenstämmen der Teichwirtschaft liegen aus Deutschland nicht vor. Züchterische Maßnahmen als Faktor zur Leistungssteigerung waren in der teichwirtschaftlichen Forschung lange Zeit in den Hintergrund gerückt, weil andere Intensivierungsmaßnahmen wie Düngung oder die Optimierung der Fütterung in der Teichwirtschaft raschere Leistungsverbesserungen versprachen. Immerhin verglich STEFFENS (1964) noch einmal die Leistung von Teichkarpfen des Stammes Königwartha mit ungarischen Wildkarpfen.

In den Jahren 1983 bis 1985 erfolgte der letzte Leistungsvergleich unterschiedlicher Teichkarpfen in Königwartha. Dabei wurde die Leistung des ungarischen Hochleistungshybriden „215“ auf seine mögliche Eignung in der DDR-Karpfenteichwirtschaft geprüft (Abbildung 5). Dabei erwies sich „215“ im ersten und zweiten Auf-

zuchtjahr dem als Vergleich genutzten DDR-Standardkarpfen in allen Leistungsparametern überlegen. Die Vorteile bei Wachstum und Futtermittelverwertung wurden jedoch im dritten Jahr vom Karpfen der Vergleichsgruppe aus der Gebrauchskarpfenzucht der Warmwasseranlage Vetschau wieder ausgeglichen. Dieses „Unentschieden“ der DDR-Gebrauchskarpfen mit dem im Vorfeld als besonders leistungsfähig herausgestellten Stamm „215“ war Anlass, keine weiteren Leistungsprüfungen durchzuführen.



Abbildung 5: Bereits phänotypisch waren die hochrückigen Spiegelkarpfen der ungarischen Linie 215 von in der Lausitz heimischen Linien zu unterscheiden. Hier werden zwei dreijährige Karpfen dieser Herkunft von Dr. Wolfgang Müller präsentiert.

3.6 Aktueller Stand der Zuchtarbeit beim Karpfen

Die Züchtung der heute in der Karpfenteichwirtschaft verwendeten Gebrauchskarpfen erfolgte seit mehreren hundert Jahren durch Selektion auf erwünschte Eigenschaften. Das sind beispielsweise rasches Wachstum, gute Futtermittelverwertung, hohe Vitalität, Körperform, Beschuppung oder Ausschachtungsergebnis. Die Selektion erfolgt bei den Laichfischen an Hand phänotypischer Merkmale.

Asiatische und europäische Karpfenrassen unterscheiden sich in Folge dieser Selektionsarbeit heute in einer Vielzahl von Eigenschaften. Das können neben dem Aussehen vor allem Wachstumsgeschwindigkeit, Widerstandsfähigkeit, Fruchtbarkeit sein.

Nach dem zweiten Weltkrieg wurden in vielen osteuropäischen Ländern Zuchtprogramme für Karpfen mit dem Ziel einer Leistungsverbesserung der regionalen Herkünfte etabliert. Ziel war die bessere Eignung des Besatzmaterials für eine semi-intensive und intensive Karpfenproduktion (KIRPITSCHNIKOV 1981, 1987; HULATA 1995). Die üblichen Strategien dabei waren Familienselektion und Kreuzungszucht. Ziel war und ist die Züchtung neuer synthetischer Stämme (MIGAUD et al. 2013). Zuchtprogramme für Karpfen wurden für Israel (WOHLFAHRT & MOAV 1990), Ungarn (BAKOS et al. 2006), die Tschechische Republik (VANDEPUTTE et al. 2008),

Polen (CHAVANNE et al. 2016), Vietnam (THIEN et al. 2001; NIHN et al. 2011), China und Indonesien (NGUYEN & PONZONI 2008) beschrieben. In Deutschland wurde das letzte Zuchtprogramm für Karpfen in der DDR aufgestellt (DONATH 1986). Zuchtziele bei den aktuellen Karpfenzuchtprogrammen in Europa sind Wachstum, Morphologie, Krankheitsresistenz, Ausschachtungsergebnis und der Eintritt der Geschlechtsreife (CHAVANNE et al. 2016).

3.7 Methodik der Leistungsprüfung

Klassische Leistungsprüfungen in der Fischzucht erfolgen durch separate Haltung der zu untersuchenden Linien in möglichst identischen Haltungseinrichtungen. Bis vor wenigen Jahren waren deshalb Herkunftsvergleiche nur mit einem aufwendigen Versuchsdesign unter Nutzung einer Vielzahl identisch aufgebauter Haltungseinrichtungen möglich. Derartige Leistungsvergleiche erfolgten mittels separater Haltung der jeweiligen Linien (Stämme, Herkünfte) unter möglichst identischen Haltungsbedingungen. Das ist bei Aquarien oder Becken noch relativ leicht zu realisieren, auch wenn selbst dort Differenzen bei den Umweltbedingungen nicht auszuschließen sind. So können die Durchflussmenge und damit der Sauerstoffgehalt variieren, der Standort des Beckens kann Einfluss auf dessen Lichtverhältnisse oder die Beunruhigung durch Publikumsverkehr haben. Diese Einflüsse können bei Tanks relativ unproblematisch durch möglichst viele Wiederholungen für die jeweils zu prüfenden Versuchsgruppen und durch Tausch der Haltungseinrichtungen während des Versuchs minimiert werden. Schwieriger wird das schon bei der Teichaufzucht, weil hier die Anzahl der möglichen Wiederholungen naturgemäß begrenzt ist, andererseits wegen der größeren Unterschiede zwischen den einzelnen Teichen eigentlich eine noch größere Anzahl von Wiederholungen erforderlich wäre. Bei Teichversuchen übersteigt die Varianz der Teiche gewöhnlich die Varianz zwischen den einzelnen Versuchsgruppen um ein Mehrfaches (WOHLFAHRT & MOAV 1968). Deshalb sind bei dieser Versuchsanstellung pro Familie jeweils mindestens drei Wiederholungen erforderlich, was bei gleichzeitiger Prüfung mehrerer Familien einer entsprechenden Anzahl an Haltungseinheiten bedarf (KIRPITSCHNIKOV 1987). In der jüngeren Vergangenheit konnten Herkunftsvergleiche für die Fischart Karpfen deshalb lediglich in speziellen Zentren im Ausland (z. B. in Ungarn und Israel) und mit hohem Aufwand durchgeführt werden.

Bei gemeinsamer Aufzucht aller Familien in der gleichen Haltungseinheit (z. B. im gleichen Teich) können diese Probleme umgangen werden. Diese Form der Leistungsprüfung bedarf andererseits sicherer Methoden der Markierung, was bei einer Prüfung über die gesamte Aufzuchtdauer von der Brut bis zum Speisekarpfen bisher nicht möglich war, weil dafür geeignete Markierungsmethoden fehlten.

Mit der Etablierung von Genmarkern (insbesondere Mikrosatelliten-Markern) zur sicheren Diskriminierung zwischen Herkünften und Familien wurden in den vergangenen Jahren völlig neue Möglichkeiten für die Durchführung derartiger Herkunftsvergleiche eröffnet. Mussten bei klassischen Leistungsprüfungen für einen aussagekräftigen Vergleich alle einbezogenen Herkünfte separat und mittels einer ausreichenden Anzahl von Wiederholungen bis zu einer markierfähigen Größe der Individuen in einheitlichen Aufzuchteinheiten geführt werden, so besteht nun die Möglichkeit der gemeinsamen Aufzucht aller Altersstufen der zu prüfenden Herkünfte in einer Haltungsumwelt (KOCOUR et al. 2007). Eine individuelle Markierung der Fische ist nicht mehr erforderlich. Erst zum Zeitpunkt der Abfischung und Vermessung einer Stichprobe erfolgt bei einer ausreichenden Anzahl von Individuen deren Zuordnung zu den jeweiligen Herkünften mit Hilfe der etablierten Genmarkeranalysen. Durch die Möglichkeit der gemeinsamen Haltung in einer Umwelt bereits vom juvenilen Stadium an, können die bislang stets zu Fehlern führenden unkontrollierbaren Umweltunterschiede zwischen mehreren Haltungseinheiten komplett eliminiert werden.

Die gemeinsame Aufzucht der zu vergleichenden Herkünfte eliminiert den Fehler der Unterschiede zwischen den Haltungseinheiten, bringt aber ein neues Problem mit sich. Bei gemeinsamer Haltung können Interaktionen zwischen den Herkünften auftreten, was dazu führt, dass die Leistung der einzelnen Herkünfte nur indirekt gemessen werden kann. Wenn die Konkurrenzfähigkeit einer Herkunft schlecht ist, diese aber negativ mit dessen Wachstumsrate korreliert, ist das tatsächliche Wachstum ein schlechter Maßstab für die Leistungsfähigkeit. Sind andererseits Konkurrenzfähigkeit und Wachstum positiv korreliert, werden die genetischen Unterschiede verstärkt (MOAV & WOHLFAHRT 1974). Normalerweise besteht zwischen Konkurrenzfähigkeit und Wachstumsfähigkeit genau die zuletzt genannte positive Korrelation. Leistungsunterschiede werden so in der Regel verstärkt, was für die Leistungsprüfung in der gemeinsamen Haltung spricht, jedoch nicht immer *a priori* vorausgesetzt werden kann.

4 Methodik

In unseren Untersuchungen wurden fünf unterschiedliche Karpfenherkünfte auf ihre Leistung, insbesondere auf die Überlebensraten und mögliche Resistenzen gegenüber CyHV-3-Viren überprüft. Die Leistungsprüfung der ausgewählten Herkünfte erfolgte in der VTA Königswartha genau unter den aktuellen Rahmenbedingungen, insbesondere mit der latent vorhandenen Gefahr der Einschleppung des KH-Virus in die aktuell erfolgreich sanierte Anlage. Das entspricht denen der Praxis in KHV-Sanierungs- bzw. Seuchengebieten. Diese Rahmenbedingungen entsprechen denen einer Vielzahl von Karpfenteichwirtschaftsbetrieben in Bayern, Brandenburg und Sachsen.

4.1 Karpfenherkünfte

Für die Aufzuchtversuche und die geplante Leistungsprüfung sollten Herkünfte genutzt werden, zwischen denen eine möglichst große genetische Distanz besteht. Für deren Auswahl wurde auf die Ergebnisse des Projekts „Erfassung und Dokumentation der genetischen Vielfalt von Zuchtkarpfen sowie der Nebenfische der Karpfenteichwirtschaft“ der BLE zurückgegriffen (MÜLLER-BELECKE et al. 2008). Die deutschen Karpfenherkünfte können danach in vier deutlich abgrenzbare Cluster genetisch ähnlicher Herkünfte aufgeteilt werden (Tabelle 7).

Tabelle 7: Gruppierung genetisch ähnlicher Karpfenbestände (nach MÜLLER-BELECKE 2008)

Gruppierung nach STRUCTURE	Herkunft (verschlüsselt)	Zugehörige Karpfenbestände (verbal charakterisiert)
Cluster 1	BB3A; BW16B; BY3A; BY5A; MV1A; SN6A; SN9A; SN12A; SN12B SN15A; SN18A; SN20A; SN23A; SN27A	Vorwiegend sächsische Herkünfte, Schwarzenfeld, Petershain, Kreba, Wartha
Cluster 2	BW4A; BW16A; BY6A; BY7A; BY10A; BY11B; BY14A; BY16A; BY17A; BY19A; BY22A; By28A; BY29A; BY30B NDS19C; SWH2A	Hochrückige bayerische Karpfenbestände, daneben ein Spiegelkarpfen aus dem Rhein, Bestände aus Niedersachsen und Baden-Württemberg
Cluster 3	BY21A; NDS9C	Ein hochrückiger bayerischer und ein hochrückiger niedersächsischer Bestand
Cluster 4	BB9A; NDS18C	Langgestreckte Schuppenkarpfen aus dem Raum Osnabrück

Die Abbildung 6 zeigt das Neighbour Joining-Dendrogramm der deutschen Karpfenbestände. Hier wird in der feineren Auflösung der immer noch erhebliche und damit für die geplante Leistungsprüfung interessante genetische Abstand zwischen den sächsischen Herkünften aus Cluster 1 deutlich. Als Besatzlinien wurden anhand dieser Ergebnisse ausgewählt:

- SN 23 A aus Cluster 1
- BY 14 aus Cluster 2
- SN 9 aus Cluster 1

Um die Ergebnisse auch mit dem internationalen Stand der Karpfenzüchtung vergleichen zu können, wurde aus Gołysz (Polen) die Gebrauchskreuzung mit der nachgewiesenen höchsten Resistenz gegenüber der KHV-Infektion bezogen (F1-Hybriden der Stämme Ochaby x Knyszyn). Der Stamm Ochaby wird im Katalog der Karpfenlinien Osteuropas als Produkt langer Selektion auf hohe Wachstumsrate beschrieben (BIAŁOWAŚ et al. 2008). Der Stamm wird seit 1954 im Institut für Ichthyobiologie und Aquakultur der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Gołysz separat aufgezogen. Die Linie selbst entstand durch Kreuzung des ursprünglichen Stammes Gołysz, der ein atypisches Schuppenbild aufwies, mit der Linie Lubawa aus der Region der masurischen Seen. Der Stamm Ochaby ist ein reinerbigiger Spiegelkarpfen (homozygoter Beschuppungstyp ssnn). Die erste Brut der Linie Knyszyn kam im Jahr 1966 nach Gołysz. Die Teichwirtschaft Knyszyn wurde im 16. Jahrhundert gegründet und war zwischen den Weltkriegen die beste Teichwirtschaft Nordpolens. Die nach Gołysz eingeführte Linie entstand Anfang des 20. Jahrhunderts durch Kreuzung der ursprünglichen Linie Knyszyn mit Galizischen Karpfen und anschließende Selektion an die Bedingungen im Norden Polens, insbesondere an niedrigere Wassertemperaturen. Die Linie ist ebenfalls ein homozygoter Spiegelkarpfen, als dessen Charakteristik eine besonders dicke Haut beschrieben wird (BIAŁOWAŚ et al. 2008). Bereits in früheren Untersuchungen zeichnete sich diese Linie durch eine besonders geringe Krankheitsanfälligkeit gegen Blutparasiten und Virusinfektionen aus.

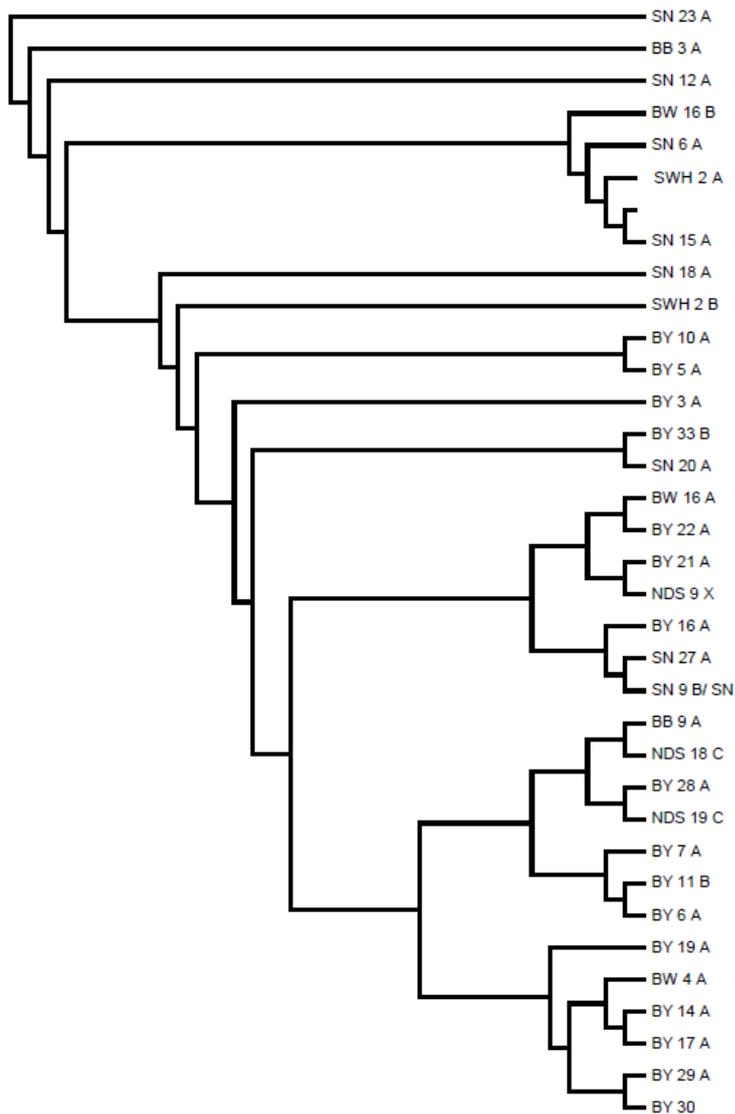


Abbildung 6: Neighbour Joining-Dendrogramm der deutschen Karpfenherkünfte (aus MÜLLER-BELECKE 2008)

Ergänzend wurde ein genetisch ebenfalls weit entfernter Karpfenbestand (F1-Hybrid Ropscha x Třeboň) in die Untersuchungen einbezogen, der uns vom Fischereiiinstitut der Universität Budweis in Vodňany zur Verfügung gestellt wurde. Weil es sich bei dieser Kreuzung um einen Schuppenkarpfen (homozygoter Beschuppungstyp SSnn) handelt, müssen diese Fische für die Untersuchungen der Leistungsparameter am Ende des Versuchs nicht mittels Mikrosatelliten identifiziert werden. Gleichzeitig konnte diese Schuppenkarpfenlinie für die Selbstkontrolle der genetischen Identifizierung der Eltern genutzt werden.

Der Ropschakarpfen entstand im Jahr 1947 durch Kreuzung Galizischer Karpfen mit Amurwildkarpfen und anschließender Selektionszüchtung. Als Charakteristikum der Linie wird die besondere Winterhärte vor allem nach dem ersten Aufzuchtjahr herausgestellt (BOGERUK 2008). Ropschakarpfen sind homozygote Schuppenkarpfen (Beschuppungstyp SSnn). Der Kreuzungspartner der von uns geprüften Hybriden, die Třeboňer (bzw. Wittingauer) Karpfenlinie wurde Ende des 19. Jahrhunderts von JOSEF ŠUSTA aus regionalen Populationen gezüchtet. Während des II. Weltkriegs wurde die Linie mit anderen Herkünften gekreuzt, seit 1980 regelmäßig mit Ropschakarpfen. Der Wittingauer Karpfen ist ein in der kommerziellen tschechischen Teichwirtschaft weit verbreiteter homozygoter Schuppenkarpfen (KOCOUR et al. 2008).

Insgesamt konnten somit in die Leistungsprüfung fünf genetisch weit entfernte Karpfenherkünfte mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften einbezogen werden.

4.2 Genetische Identifizierung der Elterntiere

Bei unseren Untersuchungen wurde eine innovative Methode zur Durchführung eines aussagekräftigen Herkunftsvergleiches von lokalen und überregionalen Karpfenbeständen unter den strukturellen Bedingungen der Teichwirtschaft in Sachsen etabliert und erstmalig angewendet. Dabei waren Mikrosatelliten-Genotypisierungen als Basis der Elternschaftsanalyse zur Identifizierung der Herkunft der zu prüfenden Nachkommen von zentraler Bedeutung.

Für die Untersuchungen wird auf den Einsatz möglichst vieler Elternfischpaare pro Herkunft Wert gelegt, um mögliche genetische Einflüsse einzelner Elterntiere auf die Ergebnisse des Herkunftsvergleichs zu minimieren. Für die spätere Zuordnung von Nachkommen zu ihren Herkünften wurden von möglichst allen eingesetzten Elterntieren Gewebeproben (ca. 0,5 cm² Flossensaum) entnommen, in Ethanol konserviert und anschließend zur Genmarkeranalyse in das Labor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei e. V. Berlin-Friedrichshagen (IGB) überführt. Sowohl für die Elterntiere als auch für die Identifizierung der Versuchsfische kommen die im Projekt „Erfassung und Dokumentation der genetischen Vielfalt von Zuchtkarpfen (*Cyprinus carpio*)“ (Aktenzeichen 514-73.02/05BE006/1) etablierten Standardtechniken und Mikrosatelliten-markersysteme zum Einsatz. Die erforderliche fachliche Expertise ist am IGB vorhanden: Mit Hilfe der Mikrosatelliten konnten die individuellen Vatertiere von Karpfenbrütlings, die aus einem Spermapool von fünf Milchnern hervorgegangen waren, erfolgreich identifiziert werden (KASPAR et al. 2007).

4.2.1 DNA-Isolierung aus Flossenproben

Die Isolierung genomischer DNA erfolgte im IGB aus bei der Schlachtung entnommenen, in Ethanol konservierten Flossenproben unter Verwendung eines kommerziellen Kits (peqGOLD Tissue DNA Mini Kit; Peqlab Biotechnology), der sowohl eine hohe Ausbeute als auch eine hohe Qualität (insbesondere Reinheit) der gewonnenen DNA gewährleistet. Nicht aufgebrauchte DNA-Restmengen wurden als Rückstellproben bei -80 °C im Labor des IGB eingelagert.

4.2.2 Genotypisierung der Eltern und Nachkommen

Für 35 deutsche Teichkarpfen-Zuchtbestände wurden im Rahmen des Projekts „Erfassung und Dokumentation der genetischen Vielfalt von Zuchtkarpfen (*Cyprinus carpio*)“ (MÜLLER-BELECKE et al. 2009) bereits Mikrosatelliten-Markersysteme etabliert. Diese aus 11 Loci [*MFW6*, *MFW7*, *MFW9*, *MFW11*, *MFW13*, *MFW16*, *MFW20*, *MFW24*, *MFW26*, *MFW30*; CROOIJMANS et al. (1997) und *MTT-4*; KOHLMANN & KERSTEN (2006)] bestehenden Systeme waren in der Lage, vier Cluster genetisch ähnlicher Karpfenbestände zu identifizieren und gleichzeitig zwischen einzelnen Herkünften zu differenzieren. Sie sollen daher auch für das vorliegende Projekt zum Einsatz kommen. Die Amplifizierung der Mikrosatelliten erfolgte im IGB mittels PCR nach den von CROOIJMANS et al. (1997) bzw. KOHLMANN & KERSTEN (2006) beschriebenen Protokollen. Für die anschließende Genotypisierung wird ein 8-Kapillar-Sequenzierer (CEQ 8000; BECKMAN COULTER) mit der geräteeigenen Software (Fragment Analysis Module) verwendet (Abbildung 7). Die elf Mikrosatelliten-Genotypen für jedes untersuchte Individuum werden in einer MS Excel-Datei gespeichert.



Abbildung 7: Kapillar-Sequenzier CEQ 8000 (BECKMANN COULTER)

4.2.3 Elternschaftsanalyse

Für die Genotypisierung der Spiegelkarpfenherkünfte aus den Aufzuchtversuchen wurden aus dem Hälterbecken, in dem alle K_1 , K_2 bzw. K_{Sp} aus der CT-Haltung gemeinsam eingewintert waren, 50 (K_1) bzw. 30 Schuppenkarpfen und 420 Spiegelkarpfen zufällig entnommen. Nach tierschutzgerechter Betäubung mit MS 222 und Schlachtung wurden die Fische zuerst im Kescher und anschließend auf Fließpapier vom anhaftenden Wasser getrennt (Abbildung 8). Jeweils 0,5 cm² große Stücke der Schwanzflosse wurden in nummerierte 1,5 ml-Eppendorf[®]-Reaktionsgefäße überführt und durch Zugabe von absolutem Alkohol (98 Vol.-% p.a.) konserviert. Für die Mikrosatellitenmarker-Untersuchungen wurden diese Proben dem Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin-Friedrichshagen (IGB) übergeben.



Abbildung 8: Vorbereitung der K_1 aus den CT-Teichen für die Mikrosatellitenanalytik

Die Zuordnung der jeweils 400 K_1 , K_2 und Speisekarpfen zu ihren Eltern bzw. ihrer Herkunft erfolgte im IGB mit Hilfe zweier voneinander unabhängiger Computerprogramme (Abbildung 9). Mittels „GeneClass“ (CORNUET et al. 1999) wird jeder Nachkomme der genetisch am besten passenden Elternherkunft zugeordnet. Die Software „PAPA“ (DUCHESNE et al. 2002) geht einen Schritt weiter, indem versucht wird, darüber hinaus für

jeden Nachkommen das individuelle Elternpaar zu ermitteln. Dazu müssen die Mikrosatelliten-Genotypen in die entsprechenden Input-Dateiformate beider Programme konvertiert werden. In der Datenauswertung werden nur diejenigen Nachkommen berücksichtigt, für die beide Programme übereinstimmende Resultate liefern.

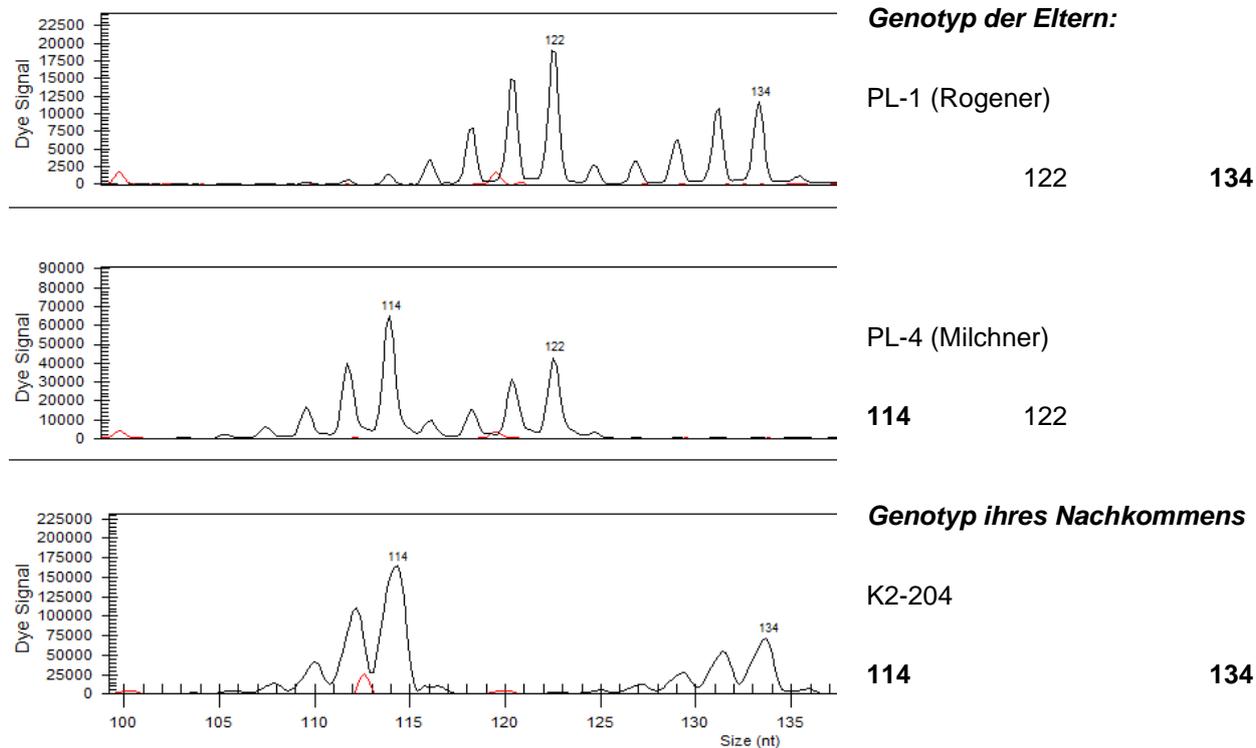


Abbildung 9: Zuordnung der Nachkommen zu ihren Eltern (Beispiel zweisömmeriger Karpfen # 204)

Nach Messung und Wägung wurde den Fischen ein ca. 2 x 2 mm großes Teil der Schwanzflosse entnommen, das in PCR-Reaktionsgefäße überführt und mit Alkohol (98 Vol.-% p.a.) konserviert wurde. Die so vorbereiteten Proben wurden dem IGB Berlin-Friedrichshagen zur Zuordnung der Stämme übergeben.

4.2.4 Dokumentation der Ergebnisse

Die Rohdaten der Mikrosatelliten-Analyse auf dem Kapillar-Sequenzierer CEQ 8000 werden in Form einer gerätespezifischen Backup-Datei gesichert. Die aus diesen Rohdaten abgeleiteten 11 Mikrosatelliten-Genotypen für jeden der ca. 50 Laichkarpfen und jeden ihrer insgesamt 1.200 Nachkommen (je 400 K₁, K₂ und Speisekarpfen) werden in einer MS Excel-Datei erfasst. Aus dieser werden die Input-Dateien für die Elternschaftsanalysen mittels Software „GeneClass“ und „PAPA“ generiert. Die Ergebnisse der Elternschaftsanalysen (Output-Dateien von „GeneClass“ und „PAPA“) werden in Form von Text-Dateien und/oder MS Excel-Dateien elektronisch gespeichert. Mit dieser Vorgehensweise wird eine jederzeitige Wiederholung der Berechnungen bzw. Überprüfung der Ergebnisse ermöglicht.

4.3 Teichaufzucht der zu vergleichenden Karpfenherkünfte

4.3.1 Aufzuchteinheiten

Die Aufzucht aller drei Jahrgänge der zu prüfenden Karpfenherkünfte erfolgte in der VTA Königswartha. Für die Aufzuchtversuche stehen insgesamt 27 Teiche einer Teichgruppe mit nahezu gleichen Standortbedingungen zur Verfügung. Jeder Teich verfügt über einen separaten Zu- und Ablauf. Die Füllung der Teiche erfolgt aus dem nahe gelegenen Hoyerswerdaer Schwarzwasser über einen eigenen Zulaufgraben. Die Größe der Teiche beträgt je 0,25 ha (Abbildung 10). Die Anlage wird detailliert bei MÜLLER (1955) beschrieben.



Abbildung 10: Die Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha inmitten der Lausitzer Teichlandschaft ist von Produktionsteichen umgeben; links die Überwinterungs- und Hälteranlage im Bau (Luftbild: Kristina Barthel)

4.3.2 Überwinterung

Die Überwinterung der in der VTA aufgezogenen Fische erfolgte in der Überwinterungs- und Hälteranlage (ÜHA) des LfULG in Königswartha, die sich inmitten der VTA befindet (Abbildung 11). Die Überwinterung aller Fischbestände kann hier unter kontrollierten und vergleichbaren Bedingungen erfolgen. Die einzelnen Becken werden im Durchstrom betrieben, wobei dieser so gering als möglich gehalten wird. Weil für alle Becken Sauerstoffeintragssysteme zur Verfügung stehen, können trotz geringer Durchstromrate stets gute Umweltbedingungen gesichert werden. Für die Überwinterung stehen insgesamt elf Hälterbecken unterschiedlicher Größe zur Verfügung (Tabelle 8). Eine detaillierte Beschreibung der Anlage findet sich bei FÜLLNER & PFEIFER (2013). Separat aufgezogene Herkünfte wurden jeweils separat überwintert, in gemeinsamer Haltung aufgezogene Bestände verschiedener Herkünfte wurden wie im Versuchsteich gemeinsam in den Hälterbecken überwintert. Teilweise mussten Teichbestände gleicher Genetik zusammengesetzt werden, weil die Anzahl der Hälterbecken kleiner ist als die Anzahl der Versuchsteiche.

Tabelle 8: Aufteilung und Zuschnitt der Becken der ÜHA Königwartha

Länge x Breite (m)	Wassertiefe (m)	Anzahl Hälterbecken	Volumen (m ³)
6 x 22	1,2 – 1,4	6	170
6 x 10	1,2 – 1,4	2	80
3 x 5	1,1 – 1,4	3	20
Gesamt:		11	1.240



Abbildung 11: Teilansicht der Überwinterungs- und Hälteranlage des LfULG in Königwartha

4.4 Vorbereitung der Versuchsteiche

Alle Versuchsteiche der VTA bleiben nach der Herbstabfischung des Vorjahres bis zum Frühjahr des Folgejahres unbespannt. Damit ist eine einheitliche Teichvorbereitung für alle Teiche gewährleistet.

4.4.1 Versuchsjahr 2013

In den Vorstreck- und Brutstreckteichen erfolgten im April eine Bodenbearbeitung und eine Ansaat von Senf. Alle Teiche wurden im ersten Aufzuchtjahr auf trockenem Boden desinfiziert. Die Branntkalkdosis lag bei jeweils 360 kg pro Versuchsteich (bzw. 1.440 kg CaO/ ha im Jahr 2013). Im Versuchsjahr 2013 wurden die Teiche frühestens sieben Tage nach Branntkalkapplikation bespannt und sollten planmäßig nach weiteren sieben Tagen mit Fischen besetzt werden.

Die Vorstreckteiche wurden wenige Tage vor Brutbesatz bespannt, die Brutstreckteiche etwa 14 Tage vor K_v-Besatz.

4.4.2 Versuchsjahre 2014 und 2015

Nach winterlicher Trockenlegung erfolgte die Bespannung der Versuchsteiche für die Aufzucht von Satz- und Speisekarpfen in den Jahren 2014 und 2015 vier Wochen vor dem geplanten Besatz etwa Anfang März. Die Teiche wurden unmittelbar nach Bespannung mit jeweils 1.600 kg/ha Branntkalk konditioniert bzw. desinfiziert. Die Ausbringung des Branntkalks erfolgte, anders als im ersten Aufzuchtjahr, auf den bespannten Teichen

mittels Kalkboot STREUMAX (Abbildung 12). Damit wurde eine gleichmäßige und wirksame Applikation gesichert, die neben der erwünschten pH-Wert-Erhöhung auch zu einer Fällung des Sestons mit hohen Sichttiefen führt (Abbildung 13).



Abbildung 12: Ausbringung von Branntkalk mit dem JOSTA STREUMAX



Abbildung 13: Teilansicht der VTA nach Branntkalkausbringung mit STREUMAX. Deutlich sind die gleichmäßige Verteilung des Branntkalks und ein ausgeprägtes Klarwasserstadium zu erkennen.

4.5 Tierärztliche Betreuung

Die Betreuung der Fischbestände erfolgte durch den Fischgesundheitsdienst der Sächsischen Tierseuchenkasse. Im Projektzeitraum wurden monatlich klinische Bestandskontrollen durchgeführt, mit Ausnahme der Wintermonate. Zusätzlich erfolgten parasitologische, bakteriologische sowie pathologisch-anatomische Untersuchungen dreimal im Jahr. Anlässlich der Frühjahrsuntersuchung wurden jährlich virologische Untersuchungen auf Koi Herpesvirus (KHV) und Frühjahrsvirämie (SVC). Im Herbst wurde erneut auf eine KHV-Infektion untersucht. Die Probenahme für die KHV-Untersuchung erfolgte grundsätzlich 24 bis 72 Stunden nach einer Stresseinwirkung (z. B. Fangen, Umsetzen), um eventuell latent vorhandene Herpesviren zu reaktivieren und damit die Nachweissicherheit zu erhöhen.

Im Bedarfsfall erfolgten zusätzliche und ggf. weiterführende labordiagnostische Untersuchungen. Neben der Beratung zu projektbezogenen veterinärmedizinischen und veterinärhygienischen Fragen war der Fischgesundheitsdienst bei Erfordernis verantwortlich für Verschreibung bzw. Abgabe von Tierarzneimitteln, Anleitung zu deren Einsatz und Erfolgskontrolle der Behandlung.

4.6 Überwachung der Wasserparameter und Naturnahrungsentwicklung in den Versuchsteichen

Die Überwachung der Wasserparameter und die Bewertung der Naturnahrung erfolgte in allen Versuchsjahren nach den etablierten Standardverfahren des Referats Fischerei im LfULG. Folgende wasserchemische bzw. physikalische Parameter werden mittels Tauchelektroden direkt am Teichablauf in ca. 30 cm Tiefe gemessen:

- Wassertemperatur
- pH-Wert
- Sauerstoffgehalt
- Leitfähigkeit

Die Sichttiefe wurde mittels Secchi-Scheibe ebenfalls am Teichablauf gemessen. Die Versuchsteiche sind dort maximal ca. 1,40 m tief, deshalb werden Sichttiefen bis zum Grund als > 1,40 m bewertet.

Die Wasserprobenahme für die Laboranalytik erfolgte mit Schöpfprobe im Auslaufbereich des Teichs in jeweils ca. 1,00 m Wassertiefe.

Für die Entnahme der Bodentiere wurden mittels Bodengreifer nach EKMANN-BIRGE vier Bodenproben (je $225 \text{ cm}^2 = \text{insgesamt } 900 \text{ cm}^3$) aus jedem bespannten Teich entnommen. Die Proben wurden ausgesiebt, die enthaltenen Organismen mittels Federpinzette in Ethanol fixiert, anschließend gewogen und die Gattung oder Art bestimmt. Die Zooplanktonentnahme erfolgte mittels Königswarthaer Standard-Planktonnetz nach MERLA (Maschenweite $50 \mu\text{m}$, $\varnothing 36 \text{ cm} = \text{Grundfläche } 0,1 \text{ m}^2$). Es werden pro Teich jeweils vier Vertikalzüge an unterschiedlichen Stellen aus 80 cm Wassertiefe durchgeführt. Pro Vertikalzug werden somit 80 l, je Teich 320 l Wasser beprobt.

4.7 Infektionsversuche von Karpfen mit dem Koi-Herpesvirus (KHV, CyHV-3)

Zur Klärung unterschiedlicher Resistenzen auf das KHV erfolgten mit einsömmerigen Karpfen aller fünf Herkünfte Infektionsversuche in der Tierärztlichen Hochschule Hannover (TiHo). Neben den Aussagen zu Differenzen bei der KHV-Resistenz waren aus den Versuchen allgemeine Angaben zur Vitalität der Bestände zu erwarten.

4.7.1 Fischhaltung

Die Fische wurden im Herbst 2013 als einsömmerige Karpfen mit etwa 50 bis 100 Gramm mittlerer Stückmasse separat abgefischt und 100 Individuen jeder Herkunft wurden von Mitarbeitern der Abteilung Fischkrankheiten der TiHo im Oktober 2013 in der VTA des LfULG abgeholt. Die Hälterung der Tiere erfolgte in einem separaten Aquarienraum in fabrikneuen, zuvor mit zwei N NaOH desinfizierten Kunststofftanks in rezirkuliertem Leitungswasser mit Desinfektionsschleuse der TiHo bei Raumtemperatur. Das war notwendig, um eine mögliche Übertragung von viralen Infektionserregern von anderen Fischen auf diese Karpfen bzw. einen möglichen Austrag von Infektionserregern von diesen Karpfen auf andere Fische auszuschließen.

4.7.2 Tierversuchsgenehmigung

Die Haltung der Fische und die nachfolgenden Infektionsversuche mit KHV erfolgten unter Beachtung des Tierwohls und wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) unter dem Geschäftszeichen 33.14-42502-04-14/1398 genehmigt.

4.7.3 Prüfen auf Vorliegen einer KHV-Infektion

Nach Aufnahme der Karpfen in die Haltung wurde das Vorliegen einer möglichen Infektion mit KHV überprüft. Dazu wurden aus jeder Herkunft jeweils fünf Individuen ausgewählt, durch Einsetzen in eine Lösung von 0,5 g/l MS 222 (Tricainmethansulfonat) getötet, Gewebeproben von Niere, Kiemen, Gehirn und Darm entnommen und mittels PCR nach GILAD et al. (2004) auf KHV-spezifische Gensequenzen untersucht. In keiner Probe ließen sich KHV-spezifische Gensequenzen nachweisen.

4.7.4 Anzucht eines KHV-Feldvirus-Isolats für nachfolgende Infektionsversuche

Das in der Ausschreibung genannte CyHV-3- Isolat KHV-I erreicht in der Zellkultur nur geringe Virustiter in der Größenordnung von ca. 10^3 – 10^4 kulturinfektiöse Dosen (KID_{50}). Infektionen mit diesem Virusisolat verlaufen oftmals ohne das Auftreten von Mortalitäten, die allerdings in dieser Studie beobachtet werden sollten. Deshalb wurde aus dem deutschen Referenzlabor für KHV-I im Friedrich-Loeffler-Institut ein Virusisolat aus Taiwan (CyHV-3 T) bezogen, das in der Zellkultur höhere Virustiter erreicht. Dieses CyHV-3-T wurde in CCB-Zellkulturen inokuliert und unter Standardbedingungen bei 23 °C vermehrt. Der Zellkultur-Überstand wurde gesammelt, der darin erhaltene Virustiter nach dem Verfahren von KÄRBER (1938) bestimmt und bei -80 °C bis zum Einsatz in Infektionsversuchen gelagert.

4.7.5 Infektionsversuch 1

In einem ersten Infektionsversuch wurden 150 Karpfen aus allen Herkünften mit CyHV-3 T infiziert. Dazu wurden drei Gruppen von jeweils zehn Karpfen aus jeder Herkunft entsprechend ihrer Herkunft markiert und anschließend zusammen in einem Glasaquarium für eine Stunde in einer Viruslösung mit einer Viruskonzentration von 10^5 KID_{50} inkubiert. Danach wurden zehn Versuchsfische jeder Herkunft in drei desinfizierten Kunststofftanks (insgesamt also 50 Fische je Tank, drei Wiederholungen) in rezirkuliertem Leitungswasser bei 23 °C gehalten und über einen Zeitraum von 21 Tagen beobachtet.

Die Empfänglichkeit der Karpfen aus den unterschiedlichen Herkünften für CyHV-3 T wurde des Weiteren anhand von in-vitro-Versuchen mit Zellkulturen aus Flossengewebe untersucht. Die Methodik primärer Zellkulturen von Haut- und Flossen von Karpfen ist bei ADAMEK et al. (2013) beschrieben. Für die Zellkulturen wurden kleine Flossenabschnitte in Zellkulturgefäße (Gewebekulturplatten mit 24 Vertiefungen) mit Zellkulturmedium überführt und für eine Stunde zusammen mit dem Überstand von einer mit CyHV-3 T infizierten Zellkultur (Infektionsdosis 10^5 KID₅₀ ml⁻¹) inkubiert. Nach Infektion mit CyHV-3 T wurden die Flossenkulturen mit Zellkulturmedium gewaschen und in frischem Zellkulturmedium über drei Tage kultiviert. Nach der Inkubationszeit wurde von den Flossenkulturen das überstehende Zellkulturmedium abgenommen und die Zellkulturen wurden durch Zupipettieren von 1 ml Trifast (PeqLab, Deutschland) lysiert. Zellkulturmedium und lysierte Zellen wurden bei -80°C eingefroren.

In den mit CyHV-3 T infizierten Zellkulturen wurden als Maß für die Empfänglichkeit für die Infektion die Viruslast nach drei Tagen Kultur bestimmt. Dazu wurde von den Proben mit dem QIAmp DNA Mini Kit (Qiagen, Hilden, Deutschland) nach Anweisung des Herstellers DNA isoliert, die Menge der erhaltenen DNA wurde photometrisch bestimmt (Nanodrop ND-1000, Thermo Scientific, USA), auf eine Konzentration von 50 ng/µl eingestellt und bei -80 °C eingefroren. Die Viruslast wurde durch quantitative real time PCR nach GILAD et al. (2004) bestimmt wie bei ADAMEK et al. (2013) beschrieben.

4.7.6 Infektionsversuch 2 (Kohabitation)

Für den Infektionsversuch durch Kohabitation wurden 20 Karpfen jeder Herkunft markiert und auf zwei Becken mit 420 Liter Wasservolumen aufgeteilt. Des Weiteren wurden in jedes Becken drei Karpfen eingesetzt, die einer Population mit akutem Verlustgeschehen mit KHV-I entstammten und die mittels PCR positiv für KHV befundet wurden. Die Fische wurden in rezirkuliertem Leitungswasser bei 23 °C gehalten und über einen Zeitraum von 21 Tagen beobachtet.

4.7.7 Infektionsversuch 3 (Bad-Infektion)

Um den Effekt der Virusinfektion auf die Karpfen ohne zusätzliche Belastungen zu ermitteln wurde erneut ein Infektions-Versuch unternommen, in dem Karpfen mit in der Zellkultur vermehrtem Virus infiziert wurden. Dafür wurde im Infektionsversuch 3 ein Virusisolat aus dem polnischen Referenzlabor für KHV in Pulawy, (zur Verfügung gestellt von Dr. M. MATRAS) verwendet. Das Virus wurde wie oben beschrieben auf CCB-Zellen vermehrt und in Expositionsversuchen in einer Endkonzentration von 2.000 TCID₅₀ eingesetzt. Für die Exposition wurden 12 bis 15 Karpfen aus jeder Herkunft markiert, zusammen für eine Stunde mit dem oben beschriebenen Virus inkubiert und dann auf drei baugleiche, 420 Liter fassende desinfizierte Tanks verteilt, so dass in jedem Tank drei bis fünf Individuen aus jeder Herkunft gehalten wurden. Vor der Bad-Infektion wurde ein Teil der Schleimschicht auf der Haut der Karpfen entfernt, um eine Infektion sicherzustellen. Nach der Bad-Infektion wurden die Karpfen in gefiltertem, rezirkulierendem Leitungswasser bei 23 °C gehalten und über einen Zeitraum von 21 Tagen beobachtet.

4.8 Morphometrische Untersuchungen

Für die Ermittlung der morphometrischen Daten und die nachfolgende Auswertung der Leistungsparameter der Produktqualität wurden sowohl bei den ein- und zweisömmerigen Satzkarpfen als auch bei den Speisekarpfen insgesamt 430 zufällig ausgewählte Spiegelkarpfen und 30 bis 50 Schuppenkarpfen nach tierschutzgerechter Betäubung geschlachtet, gewogen und vermessen (Abbildung 14). Körperhöhe, Total- und Kopflänge (Genauigkeit Lt = 5 mm; H = 1 mm) wurden auf dem Messbrett ermittelt. Die Einzelstückmassen wurden auf 0,1 g genau mit einer Waage bestimmt.



Abbildung 14: Ermittlung der morphometrischen Daten

4.9 Untersuchungen zur Produktqualität

Die Untersuchungen zur Produktqualität erfolgten erstmalig an den zweisömmerigen Karpfen aus dem Versuchsjahr 2014 (Abbildung 15). Neben den zusätzlich gewonnenen Ergebnissen zur Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen diente diese Untersuchung auch als Test für die noch erfolgende Untersuchung der Speisekarpfen.



Abbildung 15: Schlachtung der K₂ für Untersuchungen zur Produktqualität und zur Entnahme der Gewebeprobe für die Genotypisierung im IfB

Die Datenerfassung zur Morphologie und zur Produktqualität an den Speisefischen aus dem Aufzuchtjahr 2015 erfolgte im Frühjahr 2016 nach identischer Methodik. Die speziellen Untersuchungen wurden jeweils per Werkvertrag an das Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow (IfB) vergeben.

Die Anzahl der bereits visuell zuzuordnenden Schuppenkarpfen der Herkunft CZ1 wurde in der Stichprobe auf jeweils 30 Stück begrenzt, um bei einer stark ungleichmäßigen Verteilung der Herkünfte innerhalb der Spiegelkarpfen immer noch eine möglichst repräsentative Anzahl von Individuen jeder Spiegelkarpfenherkunft für die anstehende statistische Auswertung nutzen zu können.

4.9.1 Schlachtkörperuntersuchungen

Nach der Ermittlung der **Gesamtstückmasse** (M_t) der frisch toten Fische wurden mit dem Lineal bzw. Messbrett folgende Längenmaße aufgenommen:

- Gesamtlänge der Fische (L_t)
- Höhe des Fisches (H_t)
- Kopflänge (L_k)

Aus den gemessenen Daten wurden weitere Parameter mittel folgender Formeln berechnet:

■ Korpulenzfaktor (KF)
$$KF = \frac{M_t [\text{in g}] \times 100}{L_t [\text{in cm}]^3}$$

■ Körperlängen-Höhenverhältnis (L/H)
$$L_t/H_t = \frac{L_t}{H_t}$$

■ Relative Kopflänge (RK)
$$RK = \frac{L_k}{L_t}$$

Nach Betäubung und Schlachtung wurde der Fettgehalt der Karpfenfilets mit dem DISTELL®-Fish-Fatmeter (Modell FFM-692) am frischtoten Fisch gemessen (Abbildung 16). Das Gerät analysiert den Wassergehalt einer Probe mit einem Mikrostrip-Sensor. Der zum Wasser reziproke Fettgehalt wird über eine Eichkurve zurück berechnet. Dabei wurde die Kalibrierungskurve CARP-2 (getrimmte Filets ohne Haut) genutzt.



Abbildung 16: Filetfettmessung mit DISTELL®-Fish-Fatmeter

Anschließend wurden die Fische ausgenommen und filetiert. Nach erfolgter Zerlegung wurden jeweils beide Filets mittels Waage Sartorius® Midrics 2 mit Haut grammgenau gewogen. Nach der Enthütung mittels handelsüblicher Enthütungsmaschine (Abbildung 17) wurden die Filets einzeln erneut gewogen (Abbildung 18).



Abbildung 17: Enthütungsmaschine



Abbildung 18: Wägung eines Filets

Aus den gewonnenen Daten konnten Schlachtausbeute und der Filetertrag sowohl mit als auch ohne Haut berechnet werden. Außerdem erfolgte an Hand der Ovarien eine Geschlechtsbestimmung. Bei den Speisekarpfen wurden Rogen bzw. Milch mittels Feinwaage CHYO MK-2000B auf 0,1g genau gewogen (Abbildung 19).



Abbildung 19: Wägung des Ovars eines weiblichen Speisekarpfens

4.9.2 Vorbereitung der Filets für weitere Untersuchungen

Nach Aufnahme der genannten Daten wurden von allen 430 Probefischen jeweils beide Filets ohne Haut nummeriert, vakuumverpackt und sofort im Plattenfroster schockgefrostet. Jedes Filet erhielt für die weitere Analytik eine individuelle Nummer. Die Nutzung beider Filets bei den K_2 erfolgte, um einen ggf. vorhandenen systematischen Fehler bei der Filetierung per Hand zu finden, der subjektiv durch den jeweiligen Filetierer bedingt sein kann. Weil sich die Differenz beim Ausschachtungsergebnis zwischen linkem und rechtem Filet bald als sehr gering herausstellte, konnte bei den Untersuchungen an Speisekarpfen in der Saison 2015/16 mit nur einem Filet weitergearbeitet werden, was die Frost- und Lagerkapazität erheblich entlastete.

Von jedem untersuchten Fisch wurde ein Fin-Clip entnommen, für die Genmarkeruntersuchungen in vorkonzipierten EPPENDORF®-Reaktionsgefäßen in Ethanol konserviert und dem Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin-Friedrichshagen (IGB) übergeben (Abbildung 20). Das jeweilige Individuum wurde dort über die in Kap. 4.2 beschriebenen Genmarkeruntersuchungen der jeweiligen Herkunft zugeordnet. Anschließend konnten die von jedem Individuum erhobenen Daten (z. B. Stückmasse, Länge, Gonadengewicht) dem jeweiligen Einzelfisch zugeordnet werden.



Abbildung 20: Gewebeproben der Karpfen in EPPENDORF®-Reaktionsgefäßen

Die gefrosteten Filets wurden jeweils bei -27 °C schockgefrostet und bei unter -18 °C in Königswartha (K₂) bzw. im Kühlhaus der FRIGOLANDA GmbH in Cottbus (K₃) eingelagert (Abbildung 21).



Abbildung 21: Nummerierte, einzeln verpackte Filets, für die Frostlagerung vorbereitet

4.9.3 Untersuchungen der Karpfenfilets

Nach Zuordnung der Filetproben zu den Herkünften über die Mikrosatellitenanalytik konnten umfangreiche Untersuchungen zu Produkteigenschaften der Filets vorgenommen werden. Die gefrosteten Filets wurden an das Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow (IfB) transportiert. Jeweils 25 Filets der verschiedenen Herkünfte wurden zufällig entnommen, in definierte Abschnitte portioniert und in entsprechend beschriftete Gefäße überführt. Die Ermittlung der Daten zur Produktqualität erfolgte nach den am IfB entwickelten Methodenstandards (WEDEKIND 2002). Folgende Parameter wurden erhoben:

4.9.4 Fleischfarbe

An definierten Filetabschnitten aller 125 ausgewählten Fische wurden Parameter zur Fleischfarbe mittels Farbmessgeräts vom Typ Konica-Minolta®-Chromameter gemessen. Bei der Farbmessung wurden Fleischhelligkeit und Farbe nach dem CIE L*a*b-Farbsystem (CIE 1976) erfasst:

- L = Luminanz (Helligkeit) mit Werten von 0 (schwarz) bis 100 (weiß)
- a = Wert beschreibt den Grün- oder Rotanteil einer Farbe. Grün = negative Werte, rot = positive Werte
- b = Wert beschreibt den Blau- oder Gelbanteil einer Farbe. Blau = negative Werte, gelb = positive Werte

Die Messung erfolgte dabei auf zehn willkürlich festgelegten Punkten im Filet, wobei offensichtliche Fettansammlungen zur Vermeidung von Messfehlern gemieden wurden.

4.9.5 Garverlust

Die Ermittlung des Garverlustes und des Presswertes (GRAU-HAMM-Test) erfolgte nach den am IfB entwickelten Methodenstandard (WEDEKIND 2002). Bei dieser Methode wird der beim Garen entstehende Gewichtsverlust ermittelt. Dieser Verlust entsteht durch den beim Garen aus dem Fischmuskel austretenden Fleischsaft, der sich aus flüssigen Eiweißbestandteilen, Fetten, Salzen und Wasser zusammensetzt.

Dazu werden definierte Filetabschnitte ohne Hautreste, blutige Bereiche oder Fettränder gewogen und in einen Kochbeutel eingeschweißt. Anschließend werden die Proben zügig in ein zuvor vorbereitetes und auf 70 °C erhitztes Wasserbad gegeben. Hier werden sie für 20 Minuten gegart. Nach Ablauf der Garzeit wurden die Proben für weitere 20 Minuten in ein Eiswasserbad überführt. Anschließend erfolgte in nochmals 20 Minuten die Angleichung auf Raumtemperatur. Für die Rückwaage wurden die Kochbeutel einzeln geöffnet und das gegarte Filet nach kurzem Auflegen auf Fließpapier erneut gewogen.

Alle Proben wurden als Doppelproben analysiert. Die Ergebnisse sind die Mittelwerte beider Parallelproben.

Der Garverlust ergibt sich durch einfache Differenzrechnung:

$$\text{Garverlust (g)} = E - R$$

$$\text{Garverlust (\%)} = 100 - [(R - E) \times 100]$$

wobei:

E = Einwaage

R = Auswaage

4.9.6 Fettsäureanalytik

Für die Fettsäureanalytik wurden pro genetischer Herkunft jeweils fünf Mischproben aus je fünf Filets á 150 g im IfB vorbereitet. Die Mischproben wurden für die Fettsäureanalytik in Folie eingeschweißt und an das Institut für Getreideverarbeitung GmbH (IGV) überführt. Am IGV erfolgte die Bestimmung der Gesamtfettgehalte nach WEIBULL-STOLDT und nachfolgend eine gaschromatografische Erfassung der Fettsäuregehalte in g/100 g Filet.

4.9.7 Druckfestigkeit und Scherkraftmessungen (Textur)

Die Messung der Druckfestigkeit als Maß für Festigkeit des Filets erfolgte am Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte (IASP) der Humboldt-Universität zu Berlin. Die Ermittlung der Druckfestigkeit erfolgte mit einer Kraft-Weg-Maschine mit KRAMER-Scherzelle. Für die Scherkraftmessungen wurde ein Filetstück aus Rücken und Bauch verwandt. Während der Messung wird die Kraft-Weg-Energie als Kurve aufgezeichnet. Die benötigte maximale Druckkraft zur Zerteilung der Filetprobe wird als Maß der Druckfestigkeit dargestellt.

Bestimmt wurden folgende Parameter:

- s_i = Steigung bei Belastung in N/mm
- F_{i3} = Maximalkraft bei Belastung in N
- S_{i3} = Weg bis zum Kraftmaximum bei Belastung (mm)
- E_{i1} = Arbeit bis zum Kraftmaximum in mJ

4.9.8 Presswert

Die Bestimmung des Presswerts erfolgte in Anlehnung an die von GRAU & HAMM (1953) beschriebene Vorgehensweise. Von einer frischen Anschnittstelle am kranialen Teil des Filets (oberer Rückenmuskel), das zuvor 24 Stunden bei 4 °C gelagert wurde, wurde eine Fleischprobe mit einem Gewicht von 0,2 g entnommen und zentral auf ein zuvor getrocknetes Stück Filterpapier (SCHLEICHER & SCHÜLL, Nr. 2040) gelegt. Unmittelbar danach wurde die Probe zwischen zwei Plexiglasplättchen (8 x 8 cm) für drei Minuten bei einem Druck von 30 Nm gepresst. Der Schraubendruck wurde dabei mittels Drehmomentschlüssel eingestellt. Der entstandene Fleisch- und Flüssigkeitsabdruck wurde unmittelbar nach dem Pressvorgang durch Umzeichnen mit einem Kugelschreiber fixiert. Die Flächenermittlung erfolgte mithilfe des Digitalplanimeters RIEFLER PLANIX 6. Die dabei ermittelten Presswerte für die Fleischfläche und die Gesamtfläche wurden zueinander nach folgender Formel ins Verhältnis gesetzt:

$$\text{Presswert (P)} = \frac{FF}{GF}$$

wobei

FF = Fleischfläche (cm²)

GF = Gesamtfläche (cm²)

Die Untersuchung wurde je Filet in Doppelbestimmung ausgeführt.

4.9.9 Sensorische Prüfung

Rohe und gegarte Filets von K_3 der fünf untersuchten Herkünfte wurden hinsichtlich der Ausprägung der Merkmale Geruch, Farbe, Festigkeit und im Falle der gegarten Filets auch im Geschmack sensorisch verglichen. Das Verfahren der Rangordnungsprüfung und die entsprechende Auswertung erfolgte nach DIN ISO 8587 (2006). Das Prüf-Panel bestand aus sieben ausgewiesenen, jedoch sensorisch ungeschulten Testpersonen. In die Rangordnungsprüfung flossen gegarte und rohe Filets von vier Fischen pro Herkunft ein. Jedes Filet wurde in 14 Querstreifen geschnitten. Den Prüfpersonen wurden in den Prüfdurchgängen pro Herkunft

jeweils Filetstreifen aus der gleichen Position des Filets als Prüfproben vorgelegt. Die Vorlage der Filetstreifen erfolgte nach Markierung über wechselnde Buchstaben/Zahlencodes. Damit war den Prüfpersonen eine Zuordnung der Filetstreifen zu den Herkünften nicht möglich.

Zunächst erfolgten vier Untersuchungsdurchgänge an jeweils fünf gegarten Filetstreifen. Die Garung erfolgte für 10 min bei 190 °C auf leicht mit Pflanzenöl (Becel®) eingestrichener Alufolie auf Backblechen im Backofen. Die Verköstigung erfolgte in ungesalzener, ungewürzter Form. Anschließend erfolgten vier Testdurchgänge an jeweils fünf rohen Filetstreifen. Die Aufgabe des Test-Panels bestand für jedes Prüfmerkmal in der Rangierung der fünf pro Durchgang vorgelegten Filetstreifen nach Ausgeprägtheit (nicht nach dem besten Geschmack bzw. Geruch). Die jeweils ausgeprägteste Prüfprobe erhielt den Rang 1, die am wenigsten ausgeprägte Prüfprobe erhielt den Rang 5. Die Rangordnungsprüfung fand am 01.09.2016 bei Raumtemperaturen von 21 bis 22 °C zwischen 10:00 und 13:30 Uhr statt.

Zur Auswertung wurden, wie in der DIN ISO 8587 im Detail ausgeführt, die Rangsummen bestimmt und zur Prüfung auf Unterschiede zwischen mindestens zwei der Prüfproben im jeweiligen Prüfmerkmal dem Friedman-Test (Varianzanalyse für Ränge) unterzogen. Falls sich aus dem Friedman-Test bei $p \leq 0,05$ signifikante Unterschiede zwischen mindestens zwei Prüfproben ergaben, wurden Mindestunterschiede zwischen Rangsummen ermittelt (Least Significant Difference [LSD]-Werte), die auf signifikante Unterschiede zwischen den damit paarweise verglichen Prüfproben hinwiesen.

4.10 Statistische Datenauswertung

Die statistische Auswertung aller erhobenen Daten erfolgte mittels Softwarepaket IBM SPSS® Statistics 19. Über diese Software erfolgte die Datenauswertung mittels explorativer Datenanalyse. Über das entsprechende Tool des Programms wurde ein Großteil der Grafiken (v. a. Boxplots) erstellt. Ergab die vorangegangene Varianzanalyse Hinweise auf Mittelwertunterschiede, wurden Mittelwertdifferenzen zwischen den Versuchsgruppen mittels t-Test berechnet.

Grafisch wurde eine Vielzahl von Ergebnissen in den SPSS-Boxplots dargestellt. In einem Boxplot werden alle Werte in einer Fünf-Punkte-Zusammenfassung angezeigt. Die Linie in der Mitte ist der Median. Die Hälfte aller Fälle liegt über, die andere Hälfte unter dem Median. Die Box enthält 25 % der Fälle über und unter dem Median, die T-Balken mit Fühlern (oder Whiskern) die oberen bzw. unteren 25 % der Fälle. Ausreißer, die nicht innerhalb der Whisker liegen, werden als Kreis, extreme Ausreißer als Stern abgebildet. Unplausible Datensätze wurden von der Berechnung/Darstellung ausgeschlossen.

4.11 Gesamtergebnis Leistungsprüfung

Für die Zusammenfassung der Ergebnisse der Leistungsprüfung wurden die relevanten produktionsbiologischen Kennzahlen, die Ergebnisse des KHV-Infektionsversuchs und der Untersuchungen zur Produktqualität miteinander verglichen. Die Auswertung in den Tabellen erfolgte in Anlehnung der Methodik von BAKOS et al. (2006) durch Berechnung eines gewichteten Index (Tabelle 9).

Abweichend zur Methodik von BAKOS et al. (2006) wurden die einzelnen Parameter allerdings nicht nur gewichtet. Zusätzlich erfolgte eine Korrektur für die Sicherheit der erfassten Daten. Diese war notwendig, weil es

in den CT-Teichen nicht möglich war, alle Individuen zu zählen oder zu wiegen. Vielmehr musste hier aus der zufällig entnommenen Stichprobe auf den Gesamtbestand der einzelnen Herkünfte geschlossen werden. Auch die berechnete Überlebensrate beim Vorstrecken der Karpfenbrut sorgte für Unsicherheit durch Ungenauigkeiten bei der Anzahl der besetzten Brütlinge wie auch bei der Genauigkeit der Stückmassen- und Stückzahlbestimmung der vorgestreckten Karpfen. Entsprechend der Wichtung und der beschriebenen geringen Datensicherheit hatte die Vorstreckperiode nur einen marginalen Einfluss auf die Bewertung des Gesamtergebnisses der K_1 -Aufzucht.

Die statistische Sicherheit der aus der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zurück berechneten Kennzahlen der Teichaufzucht nimmt mit zunehmender Altersstufe der Produktion ab, weil sich die Fehlerquellen von Jahr zu Jahr aufsummieren. Die zufällig entnommene Stichprobe in den CT-Teichen bestand nur aus jeweils 450 (bei K_2) bzw. 430 (bei K_3) Fischen. Wurden statistisch signifikante Unterschiede bei Leistungsparametern berechnet ($\alpha < 0,05$), wurde auch bei diesem Leistungs-Ranking mit einer Sicherheit von 95 % gerechnet.

Tabelle 9: Wichtung einzelner Leistungskennzahlen für die Berechnung des Gesamtrankings bei BAKOS et al. (2006) und eigenen Untersuchungen

Leistungskennzahl	Max. score bei BAKOS et al. (2006)	Maximale Punktzahl eigene Untersuchungen
Zuwachs (kg/ha)	-	15 (0 beim Vorstrecken)
Zuwachs (g/Fisch)	30	15 (30 beim Vorstrecken)
Futteraufwand (kg/kg Abfischung)	-	10
Überlebensrate (%)	25	20
Ausschlachtungsergebnis	15	-
Filetanteil mit Haut (%)	-	10
Filetanteil ohne Haut (%)	-	10
Filetfettgehalt (%)	10	10
Fleischfestigkeit (Textur)	-	5
Presswert (Textur)	-	-
Garverlust (%)	-	5
Gehalt an ungesättigten Fettsäuren	-	5
Fleischfarbe	-	-

5 Ergebnisse K₁-Teichaufzucht, Versuchsjahr 2013

5.1 Vorstreckperiode

Die Karpfenherkünfte wurden im Dottersackstadium in die Versuchsteichanlage Königwartha geliefert und unter identischen Haltungsbedingungen, jedoch nach Herkunft getrennt voneinander, zunächst vorge-streckt.

Die Vorstreckperiode begann für vier der fünf getesteten Herkunft für die letzten Maidekade. Die Witterung im Jahr 2013 war für das Vorstrecken von Karpfen leider außerordentlich ungünstig. Obwohl der Brutbesatz ganz gezielt für die Zeit nach dem 20. Mai und damit nach den „Eisheiligen“ geplant wurde, erfolgten Besatz und erste Lebenstage bei ungewöhnlich niedrigen Wassertemperaturen (Abbildung 22).

Während die Brut der Herkunft BY1, PL1 und CZ1 im Bruthaus erzeugt wurde und damit zum „Bestelltermin“ geliefert werden konnte, stammen die beiden sächsischen Herkunft aus der Vermehrung in Brutteichen. Diese ist natürlich ebenfalls stark von der Wassertemperatur abhängig. Andererseits war dies bereits der erste „Härtetest“ und die Ergebnisse der Vorstreckperiode geben erste Hinweise auf Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der einzelnen Karpfenherkünfte bei niedrigen Wassertemperaturen (Tabelle 10). Interessant ist nämlich in diesem Zusammenhang, dass die Laichfische der Herkunft SN1 bei den niedrigen Wassertemperaturen von deutlich unter 20 °C ablaichten, von den Laichfischen der Herkunft SN2 jedoch erst bei Temperaturen von deutlich über 20 °C Brut gewonnen werden konnte.

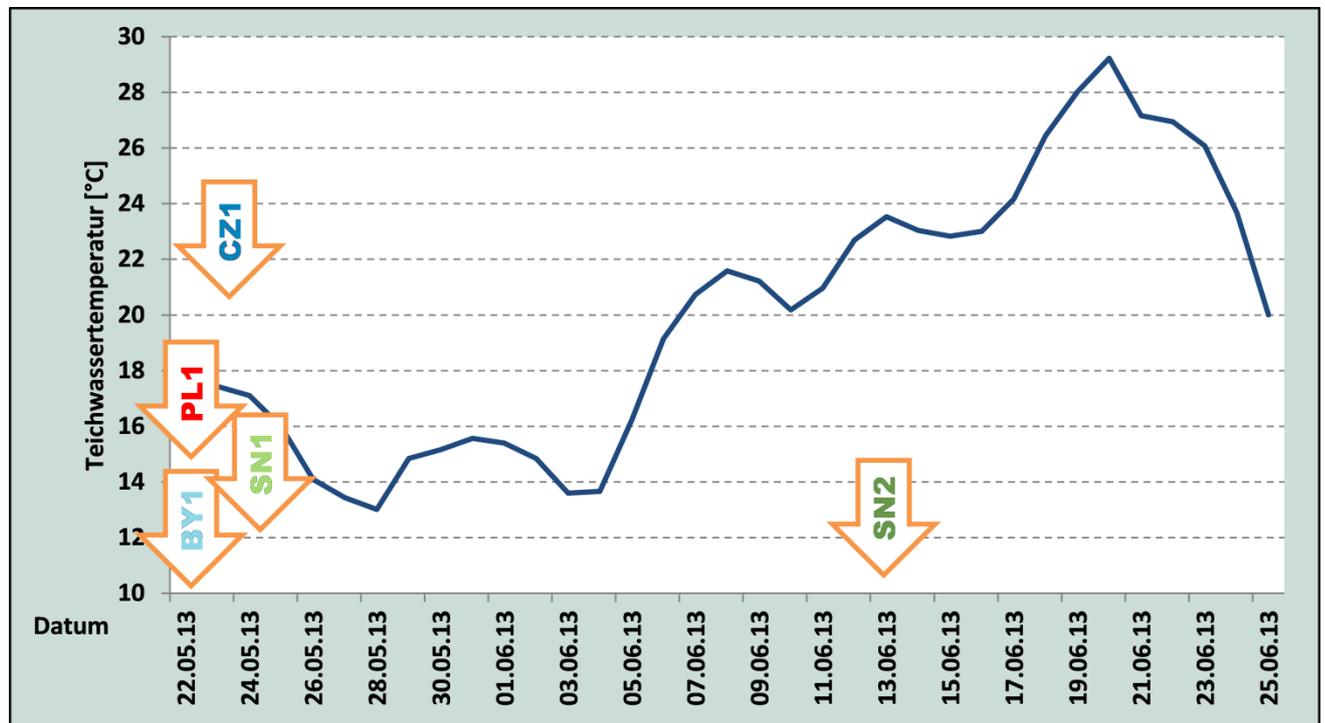


Abbildung 22: Wassertemperaturen in der Vorstreckperiode (Tagesmittelwerte der Station in der VTA) und Besatztermine der geprüften Karpfenlinien

Der Besatztermin der Fischbrut von SN2 verschob sich daher wegen der anhaltend niedrigen Temperaturen auf den 14.06.2013. Um den Wachstumsvorsprung der anderen Herkünfte zumindest teilweise auszugleichen, wurde die Besatzdichte bei dieser Brut unter Nutzung der von FÜLLNER (1990) berechneten Wachstumskurven gezielt um mehr als die Hälfte auf 20.000 K₀ reduziert. Die Abfischung der Bestände BY1, PL1, CZ1 und SN1 erfolgte am 25./26.06.2013, die der Herkunft SN2 am 03.07.2013.

Wegen der günstigeren Startbedingungen (höhere Wassertemperaturen beim Besatz), dem insgesamt günstigeren Temperaturverlauf während der Vorstreckperiode und der verringerten K₀-Besatzdichte konnte die Herkunft SN2 ihren zeitlichen Rückstand vom Besatztermin im Vorstreckteich teilweise aufholen. Diese Fische hatten nach nur 20 Tagen Vorstreckzeit eine vergleichbare Stückmasse erreicht, wie die übrigen Herkünfte in 33 bzw. 34 Aufzuchttagen. Entsprechend hoch war die Wachstumsrate bei der Herkunft SN2 (Tabelle 10).

Tabelle 10: Ergebnisse der Vorstreckperiode

Herkunft	BY1	PL1	CZ1	SN1	SN2
VT-Nr.	25	12	13	26	27
Besatzdatum	22.05.2013	22.05.2013	23.05.2013	24.05.2013	13.06.2013
Besatz (Stück/VT)	50.000	50.000	50.000	48.000	21.000
Besatz (Stück/ha)	200.000	200.000	200.000	196.000	84.000
Abfischdatum	25.06.2013	25.06.2013	26.06.2013	26.06.2013	03.07.2013
Abfischung (Stück/ha)	118.000	83.000	86.800	102.400	24.960
Aufzuchtdauer (d)	34	34	34	33	20
Aufzuchtdauer (T°)	680	680	681	663	457
Überlebensrate (%)	59,0	41,5	43,4	52,2	29,7
Abfischungsstückmasse (g)	1,23	1,94	2,13	1,40	1,33
Wachstumsrate (%/d)	20,9	22,3	22,5	22,0	36,0
Wachstumsrate (%/°T)	1,05	1,11	1,13	1,09	1,57

Die unterschiedlichen Ergebnisse bei Wachstum und Überlebensrate bei den verschiedenen Herkünften in den Vorstreckteichen sollen an dieser Stelle kurz kommentiert werden, ohne dass jedoch die Ergebnisse überbewertet werden dürfen. Immerhin ist die Ermittlung der Besatzstückzahl und die der Anzahl der abgefischten K_V durch Zählen aliquoter Teile trotz sorgfältigen Arbeitens mit einem erheblichen Schätzfehler behaftet.

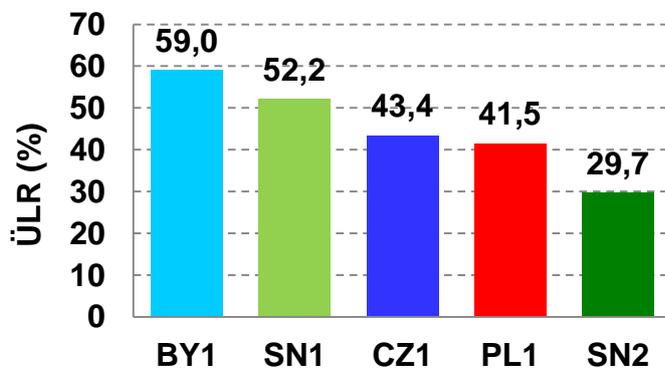


Abbildung 23: Überlebensrate (ÜLR) der geprüften Herkünfte beim Vorstrecken

Von den vier Herkünften, die wegen des gleichen Besatztermins und gleicher Besatzdichte direkt vergleichbar waren, wuchsen die Schuppenkarpfen der Herkunft CZ1 am schnellsten (Tabelle 10, Abbildung 24). Die höchste Überlebensrate erreichten, auch unter Beachtung der Ungenauigkeiten bei der Ermittlung der Stückzahl, die Karpfen der Herkunft BY1, knapp gefolgt von den Fischen der Herkunft SN1 (Abbildung 23, Abbildung 25). Interessant ist auch, dass die Fische der Herkunft SN2 trotz idealem Besatztermin und geringerer Besatzdichte eine deutlich niedrigere Überlebensrate hatten, als alle anderen Bestände, die bei Temperaturen um 15 °C besetzt wurden und lange Zeit unter solchen suboptimalen Temperaturbedingungen aufwuchsen. Hier ist aber zu berücksichtigen, dass dieser Vorstreckteich bereits zum Besatztermin aller Vorstreckteiche bespannt und nochmals abgelassen werden musste, um zu verhindern, dass die Naturnahrung eine nicht mehr maulgerechte Größe für die zu besetzende Brut hat. Vor dem tatsächlichen Besatztermin wurde der Teich erneut angespannt und hatte nun sicherlich nur noch eine suboptimale Nährtierentwicklung. Möglicherweise ist die verfügbare Nahrung für das Aufkommen von Karpfenbrut von größerer Bedeutung, als relativ niedrige Wassertemperaturen zum Besatztermin und in den darauf folgenden Tagen.



Abbildung 24: K_v der Herkunft CZ1



Abbildung 25: K_v der Herkunft BY1

Bei der Herkunft PL1 fiel gegenüber allen anderen Spiegelkarpfenbeständen bereits bei den K_V ein geringer Anteil phänotypischer Zeilkarpfen auf (Abbildung 26).



Abbildung 26: K_V der Herkunft PL1 – einzelne Fische mit einem unregelmäßigen Schuppenbild

5.2 Besatz nach dem Vorstrecken

Nach Erreichen von Individualgewichten von etwa 1 bis 2 g wurden die Jungfische aller Herkünfte stichprobenartig vermessen, zu gleichen Anteilen vermischt und anschließend in praxisüblichen Besatzdichten in vier Teichen der VTA Königswartha bis zum K_1 aufgezogen (Tabelle 11, Abbildung 27). Die Anzahl von vier Wiederholungen wurde als erforderlich angesehen, um einerseits Umweltbedingungen bzw. die Bewirtschaftung zwischen den einzelnen Teichen zu variieren, auf diese Weise unterschiedlich hohe Verluste infolge differenzierter KHV-Einflüsse in einzelnen Teichen zu provozieren, andererseits aber bei Totalverlusten eines einzelnen Bestandes nicht den gesamten geplanten Herkunftsvergleich zu gefährden.

Tabelle 11: Besatz der Teiche mit K_V für das Communal testing (CT)

ID	CT1		CT2		CT3		CT4	
VT	2		3		11		15	
Herkunft	Stück/ha	Mittlere Stück-masse (g)						
BY1	4.000	1,57	4.000	1,57	4.000	1,57	4.000	1,57
PL1	4.000	1,94	4.000	1,94	4.000	1,94	4.000	1,94
CZ1	4.000	2,30	4.000	2,30	4.000	2,30	4.000	2,30
SN1	4.000	1,40	4.000	1,40	4.000	1,40	4.000	1,40
SN2	4.000	1,26	4.000	1,26	4.000	1,26	4.000	1,26
Gesamt	20.000	1,73	20.000	1,73	20.000	1,73	20.000	1,73

Die Fische der Herkunft SN2 konnten aufgrund des extrem späten Besatztermins erst nach Erreichen einer annähernd identischen Stückmasse am 03.07.2013 in die gemeinsame Haltung der Bestände eingemischt werden. Die Herkunft CZ1 (Schuppenkarpfen) hatte im gemischten Bestand bereits im Mittel die größte Ausgangsstückmasse.

In allen Vorstreckteichen erfolgte ein Rückbesatz von jeweils 20.000 K_v/ha, um die Herkünfte bis zum Herbst weiter in separater Haltung (SB = separate breeding) aufzuziehen (Tabelle 12). Wegen der niedrigen Überlebensrate der Fische der Herkunft SN2 musste die Besatzdichte des entsprechenden Brutstreckteichs gegenüber den anderen Beständen niedriger bleiben.

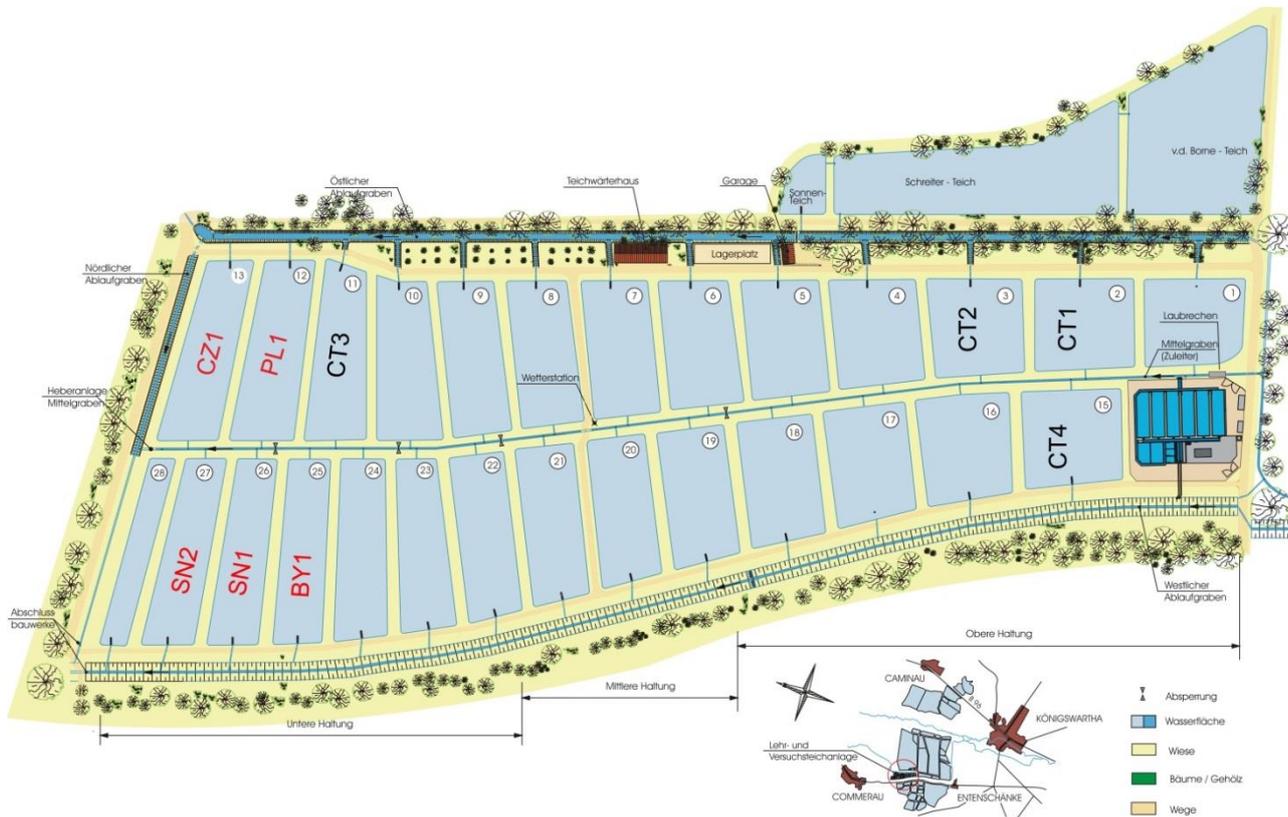


Abbildung 27: Besatzplan VTA Königswartha Versuch Herkunftsvergleich 2013. Die rot beschrifteten Teiche dienten zum Vorstrecken bzw. zum Rückbesatz der separat gehaltenen Bestände (SB). Schwarz beschriftet sind die Teiche für die K₁-Aufzucht im Communal testing (CT).

Tabelle 12: Besatz der Brutstreckteiche für die separate Aufzucht der fünf Karpfenherkünfte (Rückbesatz der Vorstreckteiche)

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
VT-Nr.	13	25	12	26	27
Besatzdatum	26.06.2013	25.06.2013	25.06.2013	26.06.2013	03.07.2013
Besatz (Stück/ha)	20.000	20.000	20.000	20.000	9.800
Besatz (kg/ha)	46,0	31,4	38,8	28,0	12,3
Mittlere Besatzstückmasse (g)	2,3	1,57	1,94	1,4	1,26

5.3 Ergebnisse K₁-Aufzucht im Versuchsjahr 2013

Um die Leistung der zu untersuchenden Karpfenherkünfte vergleichen zu können, war es erforderlich, auch die Entwicklung der wichtigsten wasserchemischen Parameter und der Nährtierentwicklung zu vergleichen. Insbesondere in den Teichen, in denen die jeweilige Herkunft separat aufgezogen wurde, sollten sich diese Parameter so wenig wie möglich voneinander unterscheiden.

5.3.1 Wasseranalysen

Die Messung der Sauerstoffgehalte, des pH-Werts und der Sichttiefe erfolgte während der Aufzuchtperiode wöchentlich. Die Messungen wurden stets in den frühen Vormittagsstunden durchgeführt. Jeweils 14-tägig wurden Alkalinität, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Gesamtstickstoff und Ortho-Phosphat bestimmt. Die Ergebnisse der Wasseranalysen werden in Tabelle 13 und Tabelle 14 zusammengefasst, die Einzeldaten finden sich in Anlage 1.

Tabelle 13: Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter in den CT-Versuchsteichen (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum- [min] und Maximumwert [max])

VT-Nr.		2	3	11	15
Sauerstoffgehalt	Mittel	8,8	7,1	5,5	8,9
	sd	4,95	2,20	2,08	5,56
	min	1,6	4,0	1,0	2,5
	max	18,5	11,7	9,7	20,0
	Rangplatz	2	3	4	1
pH-Wert	Mittel	7,9	7,8	7,6	7,8
	sd	0,57	0,31	0,28	0,59
	min	7,3	7,5	7,0	8,0
	max	9,2	8,5	8,0	9,3
	Rangplatz	4	2	1	3

Tabelle 14: Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter in den SB-Versuchsteichen mit separater Haltung der Herkünfte (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum- [min] und Maximumwert [max])

VT-Nr.		12	13	25	26	27
Herkunft		PL1	CZ1	BY1	SN1	SN2
Sauerstoffgehalt	Mittel	8,5	9,9	9,6	9,8	9,3
	sd	3,10	3,33	3,90	3,74	3,80
	min	5,0	6,1	4,2	3,8	5,7
	max	16,8	18,0	18,0	18,2	15,1
	Rangplatz	5	1	3	2	4
pH-Wert	Mittel	8,2	8,4	8,3	8,0	8,2
	sd	0,55	0,55	0,57	0,61	0,66
	min	7,5	7,6	7,6	7,4	7,5
	max	9,3	9,2	9,3	9,2	9,4
	Rangplatz	2	5	4	1	3

Während in den CT-Teichen die Sauerstoffgehalte in den einzelnen Teichen in Mittel und Extremwerten noch recht unterschiedlich waren, gab es in den Teichen mit getrennter Haltung für Zuwachs und Leistung keinen bedeutsamen Unterschied im Sauerstoffgehalt. Die pH-Werte unterschieden sich weder in den CT-Teichen noch in den SB-Teichen. Trotzdem wurde versucht, für die Umweltbedingungen jedes Teiches einen Rangplatz zu vergeben, um Einflüsse auf die Leistungen der Versuchsgruppen zu verifizieren bzw. auszuschließen.

5.3.2 Nährtierentwicklung

Nährtieruntersuchungen erfolgten in den Versuchsteichen an vier Terminen. Die nahezu parallel ablaufenden Entwicklungen bei der Sichttiefe zeigen jedoch, dass sich die Teiche sowohl in der CT-Haltung als auch bei separater Aufzucht sehr ähnlich verhielten. Die anfangs noch große Sichttiefe (Klarwasserstadium) nahm in allen Brutstreckteichen relativ rasch ab, weil die nahrungsrelevanten Filtrierer (große Copepoden) in allen Versuchsvarianten nahezu gleichzeitig verbraucht waren (Abbildung 28, Abbildung 29). Zwischen den einzelnen Teichen waren auch die Verlaufsunterschiede gering, wie die eingezeichneten Trendlinien zeigen.

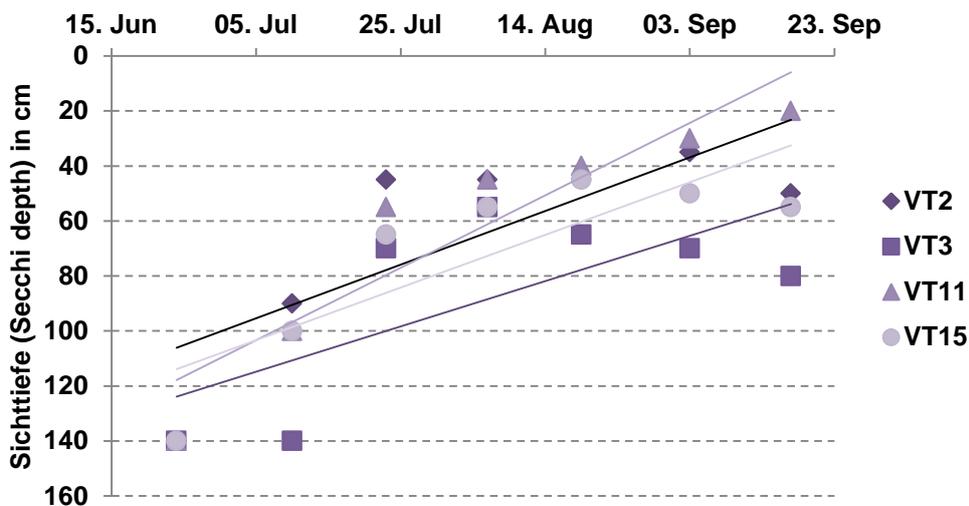


Abbildung 28: Sichttiefe (nach SECCHI) in den CT-Brutstreckteichen; Teichtiefe 140 cm = Sichttiefe bis Grund; Einzelwerte und lineare Trendlinien der einzelnen Wiederholungen

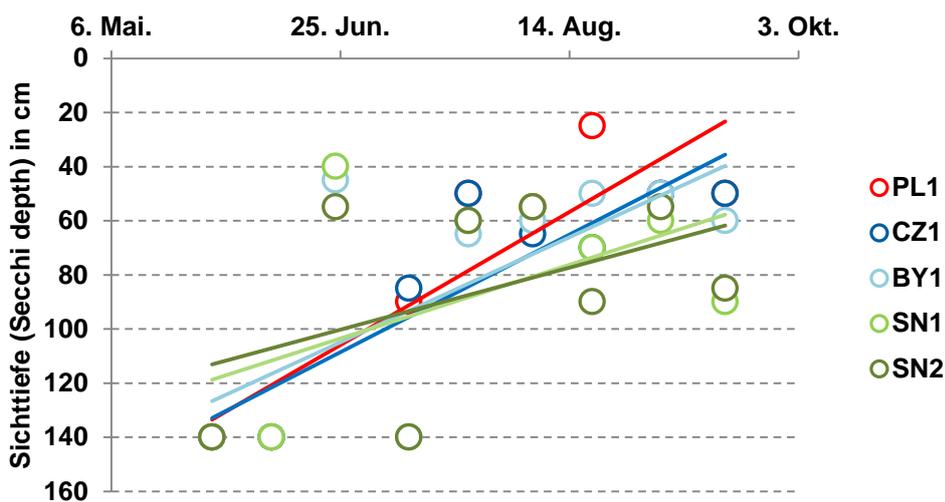


Abbildung 29: Sichttiefe (nach SECCHI) in den SB-Brutstreckteichen; Teichtiefe 140 cm = Sichttiefe bis Grund; Einzelwerte und lineare Trendlinien (Farben identisch)

Dies bestätigen auch die Zooplanktonuntersuchungen (Tabelle 15, Tabelle 16). Wenn auch die Verläufe in den frisch bespannten CT-Brutstreckteichen etwas anders verlaufen und sicher auch die Wertigkeit des Zooplanktons für die Ernährung der Jungkarpfen höher war, sind aber keine wesentlichen Unterschiede in der Zooplanktonentwicklung weder innerhalb der CT-Teiche noch innerhalb der Teiche mit separater Haltung zu erkennen (Abbildung 30, Abbildung 31). Keiner der Teiche bot also besonders günstige oder aber besonders ungünstige Naturnahrungsentwicklungen.

Das Absetzvolumen des Zooplanktons in den Teichen mit separater Haltung nahm bis Mitte September ab und hatte nur in den CT-Teichen VT2 und VT3 ein erkennbares Maximum (Abbildung 30).

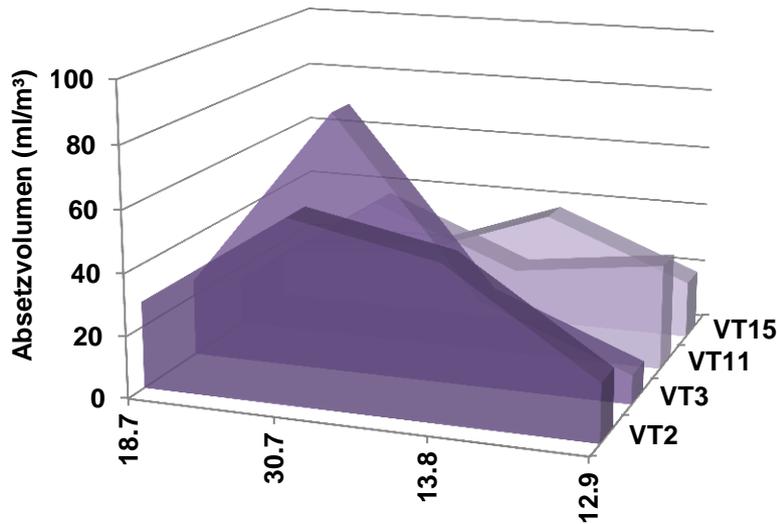


Abbildung 30: Zooplanktonabsetzvolumen in den CT-Brutstreckteichen

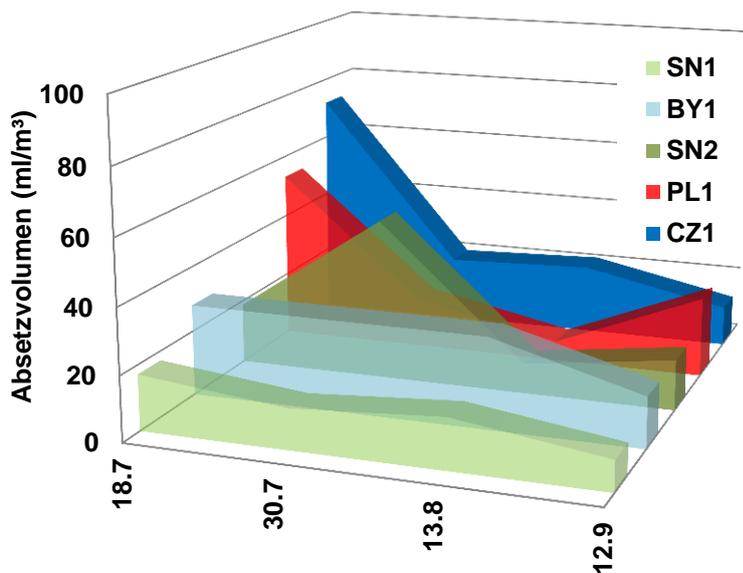


Abbildung 31: Zooplanktonabsetzvolumen in den SB-Brutstreckteichen

In den nach der Vorstreckperiode für die separate Aufzucht der Herkünfte erneut genutzten Teichen war das Absatzvolumen nach Wiederbespannung erstaunlich hoch, die Wertigkeit des Zooplanktons als Nahrung für die Jungkarpfen jedoch eher gering. Ein echtes Daphnienmaximum konnte hier natürlich nicht mehr auftreten. So wurden überhaupt nur einzelne Daphnien am 18.07.2013 in den VT 25 und VT 26, am 30.07.2013 nur noch in VT 25 nachgewiesen. In den Zooplanktonproben vom 13.08.2013 fehlten große Daphnien komplett. Erst am 12.09.2013 wurden wieder vereinzelt Daphnien in VT 12 und VT 27 detektiert. Hauptbestandteil des Gesamt-Zooplanktons waren in der Regel Massenentwicklungen von *Bosmina longirostris*, die als Nahrung für angehende einsömmerige Karpfen kaum noch effektiv nutzbar sind, weil sie für diese Fischgröße bereits zu klein sind.

Tabelle 15: Zooplanktonabsatzvolumen (in ml/m³) in den CT-Brutstreckteichen

VT-Nr.	2	3	11	15
Datum				
18.07.2013	28,1	25,0	15,6	15,6
30.07.2013	59,4	84,4	46,9	20,3
13.08.2013	50,0	28,1	28,1	37,5
12.09.2013	18,8	9,4	34,4	18,8
Mittel	39,1	36,7	31,3	23,0
Rang	1	2	3	4

Tabelle 16: Zooplanktonabsatzvolumen (in ml/m³) in den SB-Brutstreckteichen

VT-Nr.	12	13	25	26	27
ID					
Datum	PL1	CZ1	BY1	SN1	SN2
18.07.2013	53,1	71,9	28,1	17,2	18,8
30.07.2013	15,6	20,3	28,1	12,5	50,0
13.08.2013	6,3	21,9	28,1	15,6	9,4
12.09.2013	25,0	12,5	15,6	9,4	15,6
Mittel	25,0	31,6	25,0	13,7	23,4
Rang	2	1	2	5	4

5.3.3 Futter

In den Brutstreckteichen wurde vom 01.07. bis 14.07.13 mit Weizenschrot gefüttert. Nach zügiger Aufnahme des Futters wurde vom 15.07. bis 21.07.13 vollwertiges Mischfuttermittel verabreicht. Vom 22.07.13 bis 06.08.13 wurde mit Weizenkeimen gefüttert, danach bis 05.09.13 wieder mit Weizenschrot. Ab 06.09.13 wurde zur Verbesserung der Kondition vor der anstehenden Winterung nochmals auf vollwertiges Mischfutter (Aller Aqua Karpfen Primo 3 mm) umgestellt. Die einzelnen Futtermengen sind in Tabelle 17, die Futtermittelzusammensetzungen in Tabelle 18 dargestellt.

Gefüttert wurde nach Futtertabellenvorgaben mit dem Ziel, die Futtermengen und -qualitäten möglichst in allen Teichen konstant zu halten. Weil aus Gründen der Wasserqualität (Sauerstoffmangel) bzw. wegen Parasitierungen in einigen Teichen zeitweise mit der Fütterung ausgesetzt werden musste, ist das nicht vollständig gelungen.

Tabelle 17: In den Brutstreckteichen (CT und SB) verabreichte Futtermengen und Futterqualitäten

Futterart	Weizenschrot		Weizenkeime		Mischfutter	
	ID	kg/ha	Anteil an der Gesamtfuttermenge (%)	kg/ha	Anteil an der Gesamtfuttermenge (%)	kg/ha
VT2 (CT)	114,5	47,4	96,0	39,8	31,0	12,8
VT3 (CT)	114,5	46,3	102,0	41,2	31,0	12,5
VT11 (CT)	114,5	49,2	87,0	37,4	31,0	13,3
VT15 (CT)	114,5	46,8	99,0	40,5	31,0	12,7
VT12 (SB PL1)	102,5	47,1	84,0	38,6	31,0	14,3
VT13 (SB CZ1)	114,5	46,8	99,0	40,5	31,0	12,7
VT25 (SB BY1)	114,5	51,2	78,0	34,9	31,0	13,9
VT26 (SB SN1)	114,5	49,9	84,0	36,6	31,0	13,5
VT27 (SB SN2)	114,5	46,8	99,0	40,5	31,0	12,7

Tabelle 18: Zusammensetzung der in den Brutstreckteichen eingesetzten Futtermittel; Angaben nach NEHRING et al. (1972) bzw. der Hersteller

Futterart	Weizenschrot	Weizenkeime	Mischfutter
Rohprotein (%)	12,0	26,6	37,0
Rohfett (%)	1,9	9,2	12,0
NFE (%)	74,0	44,2	32,5
Rohasche (%)	1,8	4,5	7,0
Rohfaser (%)	3,0	22,0	3,5
Bruttoenergiegehalt (MJ/kg)	18,0	13,1	19,6

5.3.4 Probewägungen

Im Verlauf der sommerlichen Aufzucht erfolgten alle 14 Tage Probewägungen (stichprobenartig 50 bis 100 Tiere) der Karpfenbestände. In den CT-Teichen konnten natürlich phänotypisch jeweils nur in Spiegel- und Schuppenkarpfen unterschieden werden. Somit kann in diesen Teichen zunächst nur die Herkunft CZ1 und die Gruppe der Spiegelkarpfen (S), die sich aus den Herkünften BY1, SN1, SN2 und PL1 zusammensetzt, separat ausgewertet werden.

Die Ergebnisse der Probewägungen der Teiche mit gemeinsamer Haltung (CT) zeigt Abbildung 32. Interessant ist dabei, dass offenbar die Schuppenkarpfen (ScC) ihren Vorsprung aus dem Besatz als größte K_V erhalten bzw. ausbauen konnten. Die Schuppenkarpfen (CZ1) waren der Gesamtheit der Spiegelkarpfen im Wachstum deutlich überlegen. Diese klare Tendenz ist demgegenüber bei separater Haltung nicht nachweisbar. Hier wird CZ1 vielmehr von der Herkunft PL1 eingeholt und von SN2 im Wachstum sogar übertroffen (Abbildung 33). Dieses Ergebnis ist jedoch mehr oder weniger zufällig, weil die separate Aufzucht ohne eine notwendige Versuchswiederholung erfolgte. Die für die K_{V-1} -Aufzucht genutzten Teiche waren darüber hinaus nicht optimal als Brutstreckteiche geeignet, weil sie ja bereits als Vorstreckteiche dienen mussten. Zudem lag die Besatzdichte bei SN2 deutlich niedriger, was natürlich ursächlich für das hier bessere Wachstum in Frage kommt.

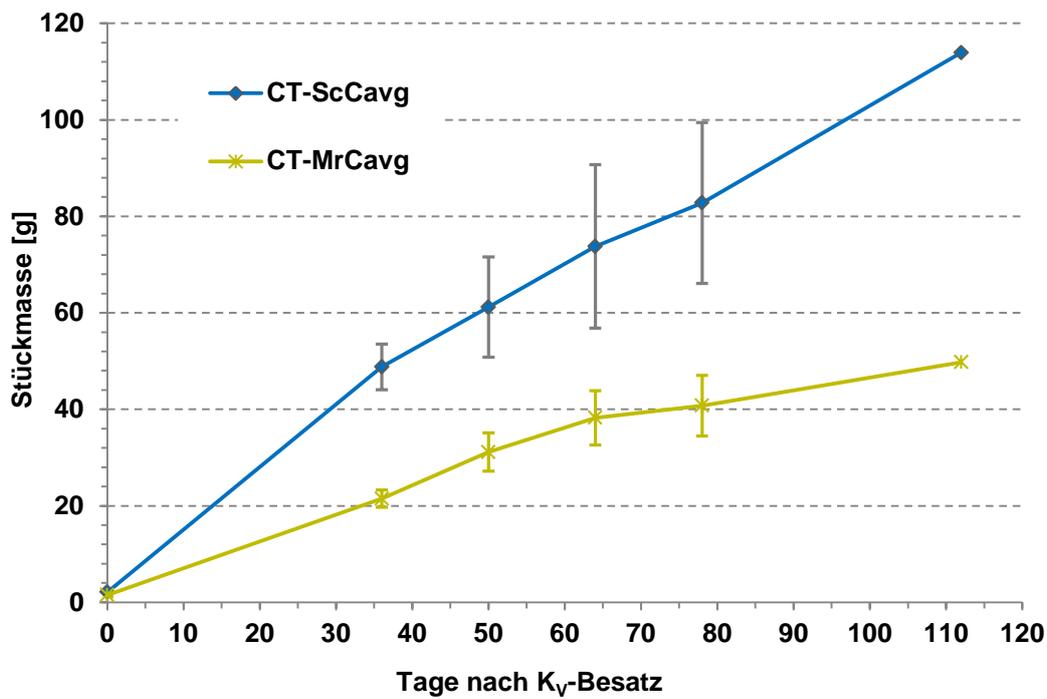


Abbildung 32: Mittlere Stückmassen der Spiegelkarpfengruppe (CT-MrCavg) bzw. der Herkunft CZ1 (CT-ScCavg) bei Probefischungen und bei der Abfischung in den Teichen des Communal testing

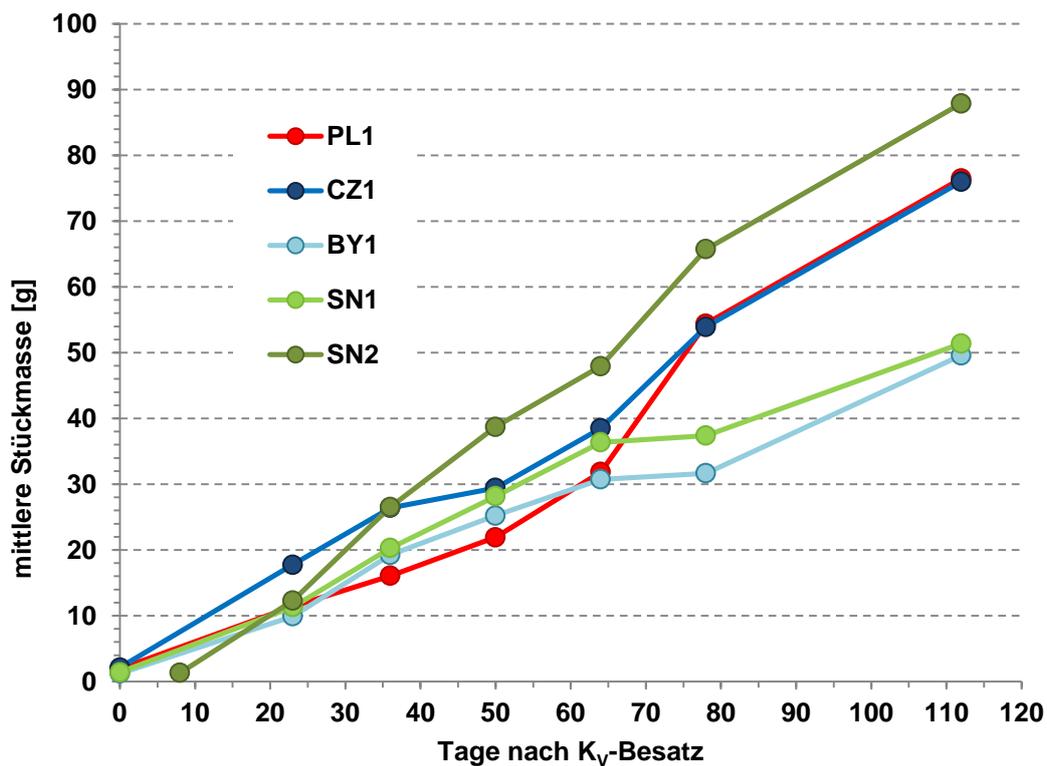


Abbildung 33: Ergebnisse der Probewägungen in den Teichen mit separater Aufzucht der Herkünfte und mittlere Stückmassen zur Abfischung

5.3.5 Abfischungsergebnisse

Die Abfischung der CT-Teiche begann am 17.10.2013. Weil zum Zeitpunkt der Abfischung nur Spiegelkarpfen und Schuppenkarpfen unterschieden werden konnten, wird hier zunächst nur die Herkunft CZ1 und die Gruppe der Spiegelkarpfen (MrC) separat ausgewertet. Während der Abfischung wurden die K_1 auf dem Sortiertisch nach Beschuppung sortiert, separat gezählt und gewogen (Abbildung 34).



Abbildung 34: Einsömmerige Karpfen der Herkunft CZ1 auf dem Sortiertisch

Am 22.10. und 25.10.2013 wurden die Teiche abgefischt, in denen die Herkünfte separat gehalten wurden. Weil es sich bei dieser Aufzucht um Einzelteiche ohne Wiederholungen handelt und wegen des fehlenden Besatzmaterials bei der Herkunft SN2 sogar eine abweichende Besatzdichte vorlag, können diese Ergebnisse nur mit geringerer Wichtung zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Herkünfte herangezogen werden. Deutlich wird aber, dass auch bei der separaten Aufzucht im Brutstreckteich mit allen geprüften Linien gute Ergebnisse erreicht werden konnten (Abbildung 35).

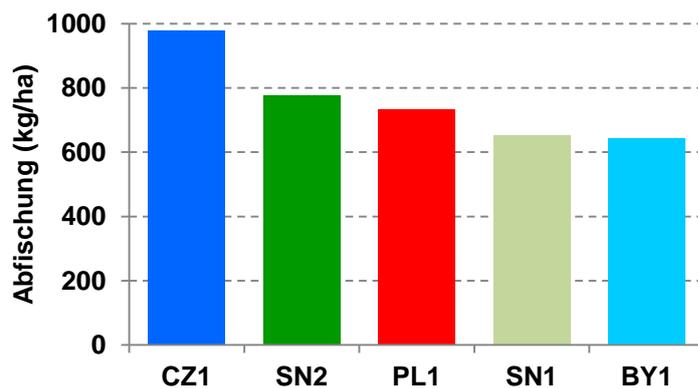


Abbildung 35: Flächenerträge der K_1 -Aufzucht bei separater Haltung der Linien

Der insgesamt höchste Ertrag wurde wie auch im CT mit der Herkunft CZ1 erzielt (Abbildung 36). Dieser höchste Ertrag korreliert allerdings auch mit der Wassergüte und Nährtiermenge des Teichs (Tabelle 19). Die sich in den CT-Teichen andeutende Überlegenheit der Schuppenkarpfen scheint sich trotzdem auch bei sepa-

rater Aufzucht zu bestätigen. Interessant ist, dass mit SN2 immerhin noch der zweithöchste Flächenertrag erreicht wurde, trotz der hier auf dem Papier schlechtesten „Umwelt“-bedingungen in VT 27 (Tabelle 19).

Tabelle 19: Rangfolge der SB-Teiche nach Wassergüte und Nährtierentwicklung sowie nach Fisch-ertrag nach dem Brutstreckverfahren

VT-Nr.	12	13	25	26	27
Herkunft	PL1	CZ1	BY1	SN1	SN2
Sauerstoffgehalt	5	1	3	2	4
pH-Wert	2	5	4	1	3
Zooplanktonabsetzvolumen	2	1	2	5	4
Mittlerer Rang „Umwelt“	3,0	2,3	3,0	2,7	3,7
Flächenertrag	3	1	5	4	2

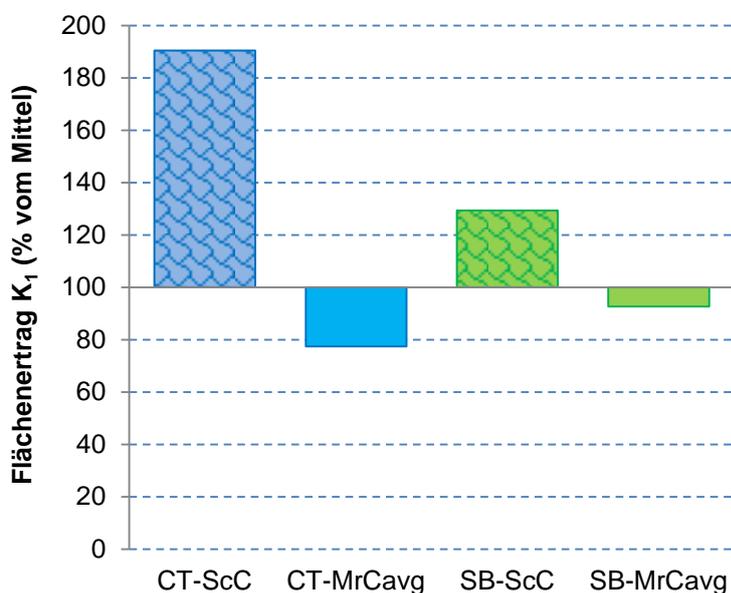


Abbildung 36: Abweichung der Flächenerträge vom mittleren Ertrag (100 %); Schuppenkarpfen (ScC) und Spiegelkarpfen (MrC) im Mischbestand (CT, blau) und bei separater Aufzucht (SB, grün)

Die Futtermittelnutzung war in allen Teichen hervorragend. Im Mittel wurde in den CT-Teichen unter 1,0 kg Futter pro kg Zuwachs benötigt. Selbst in den SB-Teichen, die ja bereits als Vorstreckteiche genutzt wurden, konnten herausragende Futtermittelnutzungen erreicht werden. Der Futteraufwand blieb auch hier in allen Fällen unter 1,5 kg/kg Zuwachs (Tabelle 20). Das belegt die generell sehr hohe Leistungsfähigkeit aller geprüften Herkünfte. Den niedrigsten FQ erreichte wieder die Herkunft CZ1 (Tabelle 21).

Tabelle 20: Ergebnisse der K₁-Aufzucht der zu prüfenden Karpfenherkünfte in separater Aufzucht (Rückbesatz der Vorstreckteiche)

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Haltung	SB	SB	SB	SB	SB
VT-Nr.	13	25	12	26	27
Besatz					
Stück/ha	20.000	20.000	20.000	20.000	9.800
kg/ha	46,0	31,4	38,8	28,0	12,3
Mittlere Stückmasse (g)	2,3	1,57	1,94	1,4	1,26
Abfischung					
Datum	22.10.2013	25.10.2013	22.10.2013	25.10.2013	25.10.2013
Stück/ha	12.880	12.972	9.584	12.692	8.832
kg/ha	979	644	733	653	777
Mittlere Stückmasse (g)	76,0	49,6	76,5	51,4	87,9
Aufzuchtdauer (d)	118	122	119	121	114
Wachstumsrate (%/d)	2,96	2,83	3,09	2,99	3,51
Stückverluste (%)	35,6	35,1	52,1	36,5	9,9
Futtermverbrauch (kg)	978	894	870	918	978
FQ (kg/kg Zuwachs)	1,05	1,46	1,25	1,47	1,28

Tabelle 21: Ergebnisse der Aufzucht einsömmeriger Karpfen der Herkunft CZ1 in Vergleich zu allen Spiegelkarpfen (MrC) bei der Aufzucht in gemeinsamer Haltung (CT); Mittelwertvergleich (unterschiedliche Hochbuchstaben = signifikante Differenz)

VT-Nr.	2		3		11		15		Mittel (± sd)	Mittel (± sd)
Gruppe	MrC	CZ1	MrC	CZ1	MrC	CZ1	MrC	CZ1	MrC	CZ1
Besatz										
- Stück/ha	16.000	4.000	16.000	4.000	16.000	4.000	16.000	4.000	16.000	4.000
- Mittlere Stückmasse (g)	1,54	2,30	1,54	2,30	1,54	2,30	1,54	2,30	1,54	2,30
Abfischung										
- Datum	17.10.		17.10.		22.10.		17.10.			
- Stück/ha	14.292	3.612	14.976	3.556	12.424	3.668	14.748	3.596	14.110 ± 1.159	3.608 ± 46
- kg/ha	772	473	630	348	583	416	827	496	703 ± 115	433 ± 66
- Mittlere Stückmasse (g)	54,0	131	42,0	97,8	47,0	113	56,1	124	49,75 ± 6,45 ^a	116 ± 14 ^b
Aufzuchtdauer (d)	112*	113	112*	113	112*	113	112*	113	112	113
Wachstumsrate (%/d)	3,18	3,58	2,93	3,32	3,02	3,45	3,18	3,53	3,08 ± 0,12 ^a	3,47 ± 0,11 ^b
Stückverluste (%)	10,7	9,7	6,4	11,1	22,4	8,3	7,8	10,1	11,83 ± 7,27 ^a	9,80 ± 1,16 ^a
Futtermittelverbrauch (kg)	966		990		930		978		966 ± 26	
Futtermittelaufwand (kg/kg Abfischung)	0,80		1,05		0,96		0,76		0,89 ± 0,14	

*) Mittelwert der Besatztermine Spiegelkarpfen

5.4 Aufzuchtergebnisse nach Zuordnung der Spiegelkarpfenbestände

5.4.1 Zuordnung der K₁

Die „Power“ der 11 Mikrosatelliten wurde zunächst an 15 Schuppenkarpfen getestet; alle wurden wie erwartet der Herkunft CZ zugeordnet, sodass keine weiteren Tests erforderlich waren und alle 11 Marker auch für die Spiegelkarpfen verwendet werden konnten. In den folgenden Untersuchungen wurde andererseits keiner der 445 genotypisierten Spiegelkarpfen der Herkunft CZ zugeordnet, was ebenfalls für die hohe Genauigkeit der verwendeten Marker spricht. Mit Ausnahme von drei K₁ (Fisch-Nr. 362, 381 und 441; in Anlage 4 rot hinterlegt) lieferten die beiden voneinander unabhängigen Klassifizierungsmethoden (Software GeneClass und PAPA) identische Ergebnisse. Die drei nicht eindeutig identifizierten Individuen wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen (kompletter Datensatz in Anlage 4).

Zur Auswertung standen also die Daten von 442 Spiegelkarpfen und zusätzlich 50 Schuppenkarpfen der Herkunft CZ1 (Tabelle 22).

Tabelle 22: Ergebnisse der Zuordnung der einsömmerigen Spiegelkarpfen zu den einzelnen Herkünften; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz (t-Test [$\alpha < 0,05$])

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Anzahl Fische in der Probe (n)	(50)*	156	98	84	104
Anteil der Fische in der Probe der Spiegelkarpfen (%)	-	35,3	22,2	19,0	23,5
Mittlere Stückmasse (g) \pm sd	102,9 \pm 21,0 ^b	45,5 \pm 14,9 ^c	38,8 \pm 11,5 ^a	52,7 \pm 16,6 ^d	41,5 \pm 10,4 ^a
Korpulenzfaktor (K _L) \pm sd	1,66 \pm 0,11 ^b	1,80 \pm 0,16 ^a	1,78 \pm 0,12 ^a	1,78 \pm 0,15 ^a	1,71 \pm 0,10 ^c
Körperlängen/Höhenverhältnis (L/H) \pm sd	3,38 \pm 0,11	3,10 \pm 0,15	3,13 \pm 0,11	3,16 \pm 0,14	3,18 \pm 0,11

*) Probe von insgesamt 50 zufällig aus Gesamtbestand ausgewählten Schuppenkarpfen

5.4.2 Ergebnisse der Teichaufzucht

Nachdem die K₁ den jeweiligen Herkünften zugeordnet wurden, konnten rückwirkend die Ergebnisse der Teichaufzucht für die einzelnen Herkünfte in den CT-Teichen berechnet werden. Dazu wurde wie folgt vorgegangen:

- Der Besatz aller vier CT-Teiche erfolgte mit insgesamt 64.000 vorgestreckten Spiegelkarpfen (4 x 16.000 Stück) und 16.000 Schuppenkarpfen (4 x 4.000 Stück).
- Insgesamt wurden in der Summe aller vier Teiche 56.440 einsömmerige Spiegelkarpfen und 14.432 Schuppenkarpfen pro ha abgefischt.
- Die 56.440 Spiegelkarpfen wurden nach ihrem Anteil in der Stichprobe für die Mikrosatellitenanalytik aufgeteilt. Fische der Herkunft PL1 machten 22,2 % der Stichprobe aus. Damit wurde z. B. auf 22,2 % von 56.440 Fischen = 12.530 Spiegelkarpfen der Herkunft PL1 zurückgerechnet.

Bei der anschließend vorgenommenen Berechnung der Performance der einzelnen Herkünfte in der Teichaufzucht in gemeinsamer Haltung ist zu berücksichtigen, dass die ermittelten Ergebnisse mit einem statistischen Fehler behaftet sind, die sich aus der Auswahl der Probefische für die Mikrosatellitenbestimmung ergab. Aufgrund der gewählten hohen Stückzahl der untersuchten Fische und den offensichtlich relativ geringen und

gleichmäßigen Verlusten in den einzelnen Gruppen sollte dieser Fehler jedoch gering sein. Problematisch bei der Auswahl der 450 Probefische aus der Gesamtheit der abgefischten Spiegelkarpfen war, dass die mittleren Stückmassen der einzelnen Herkünfte voneinander abwichen und die Auswahl dadurch nicht zufällig stattfand (Abbildung 37). Die Proben sind zwar normalverteilt, haben aber unterschiedliche Mittelwerte und Mediane, sodass die eigentliche Stichprobe möglicherweise nicht optimal randomisiert war. Andererseits waren die Differenzen der mittleren Stückmassen zwischen den Spiegelkarpfengruppen relativ gering und die Stichprobenzahl war ausreichend groß. Allerdings errechnete sich auf diese Weise eine größere Anzahl Fische für die Herkunft BY1 als im Frühjahr besetzt wurde. Die Verluste für BY1 wurden deshalb auf null gesetzt, die überzähligen Fische auf die anderen Herkünfte nach Anteilen zugeschlagen (Tabelle 23). Interessant war, dass die Aufzuchtergebnisse in separater Haltung insgesamt besser ausfielen als bei der gemeinsamen Aufzucht.

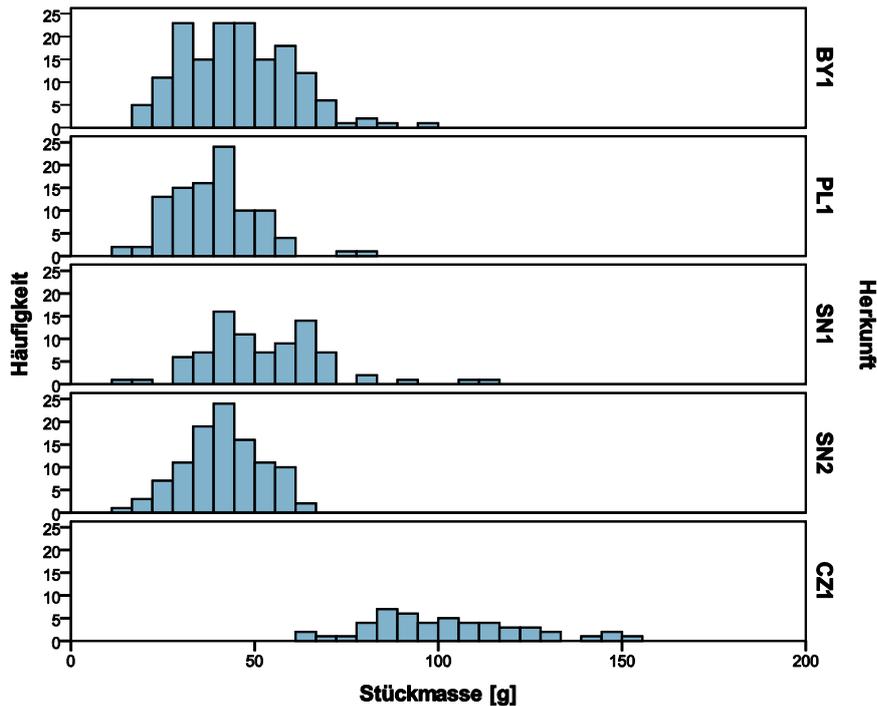


Abbildung 37: Stückmassenverteilung der Fischproben aus der Zuordnung der Herkünfte über Mikrosatelliten

Tabelle 23: Aufzuchtergebnisse der Aufzucht einsömmeriger Karpfen in den CT-Teichen

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Besatz					
- Stück/ha	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
- kg/ha	7,76	9,20	6,28	5,60	5,04
- Mittlere Stückmasse (g)	1,94	2,30	1,57	1,40	1,26
Abfischung					
- Stück/ha	14.432	19.923	12.530	10.724	13.263
- Stück/ha (korrigiert)	14.432	16.000	14.272	11.469	14.185
- Anteil am Bestand MrC (% korrigiert)	-	28,6	25,5	20,5	25,4
- kg/ha	371	182	138	151	147
- Mittlere Stückmasse (g)	102,9	45,5	38,8	52,7	41,5
Aufzuchtdauer (d)	112	112	112	112	112
Stückverluste (%)	8,8	0,0	10,8	28,3	11,3

Bei den erreichten Stückmassen dominierten in gemeinsamer Haltung die Schuppenkarpfen (CZ1), während dies bei separater Haltung nicht in gleicher Weise auftrat (Abbildung 38). In separater Haltung erreichten die Karpfen der Herkunft SN2, allerdings primär bedingt durch die geringere Besatzdichte, die höchste mittlere Stückmasse. Bei den Flächenerträgen in separater Haltung erreichte die Herkunft CZ1 wiederum den höchsten Ertrag, allerdings waren die Differenzen zwischen den geprüften Herkünften hier um ein Vielfaches geringer (Abbildung 39).

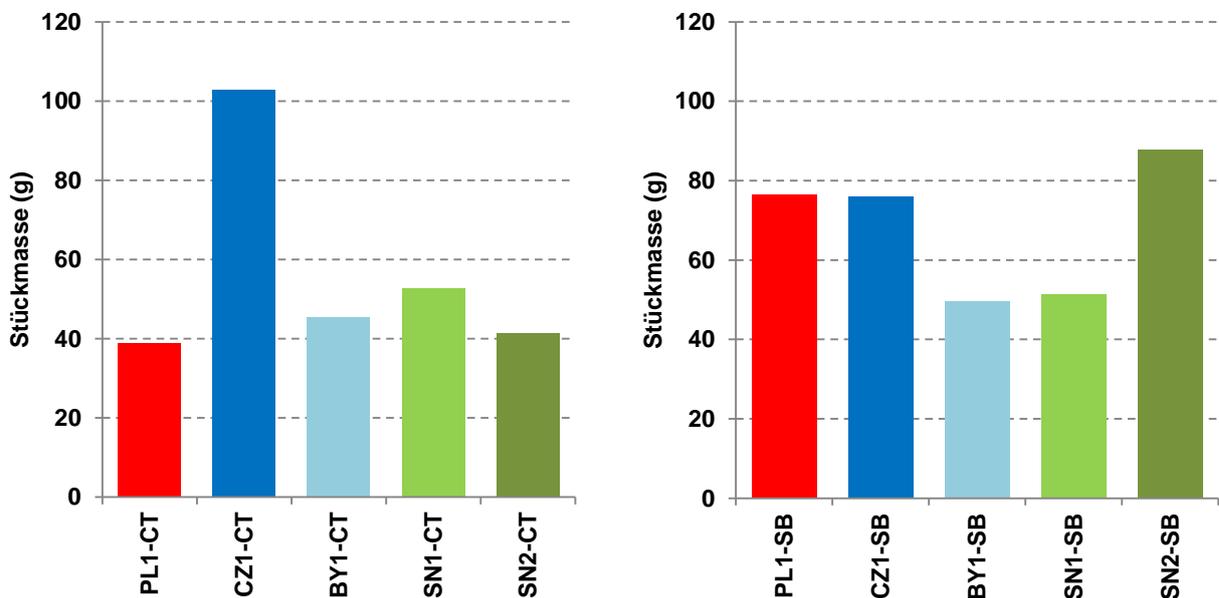


Abbildung 38: Bei der K₁-Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte Stückmassen der einzelnen Herkünfte; links mit Standardabweichung

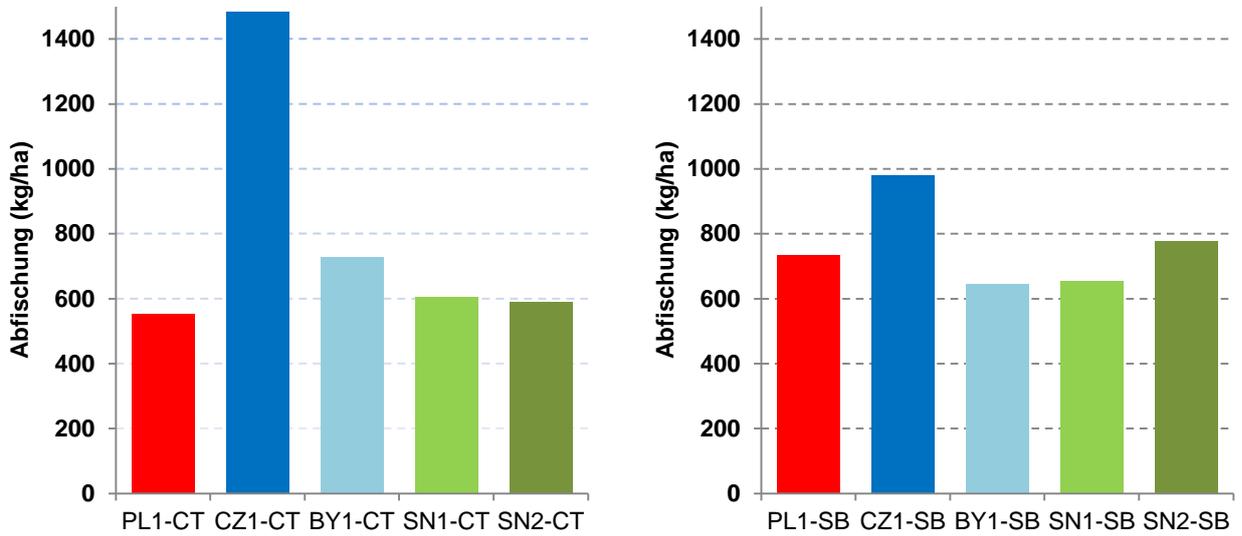


Abbildung 39: Bei der K₁-Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte Flächenerträge der einzelnen Herkünfte; bei CT je ha extrapoliert

5.4.3 Morphologie der einsömmerigen Karpfen

Neben den Unterschieden in den Leistungsparametern der Aufzucht gab es bei den geprüften einsömmerigen Karpfenlinien auch messbare Differenzen in der Morphologie (Abbildung 40). So unterscheiden sich die Korpulenzfaktoren der Herkünfte PL1, BY1 und SN1 nicht. Diese Gruppe ist jedoch signifikant hochrückiger als die etwas schlankere Herkunft SN2 und die besonders langgestreckten tschechischen Schuppenkarpfen CZ1.

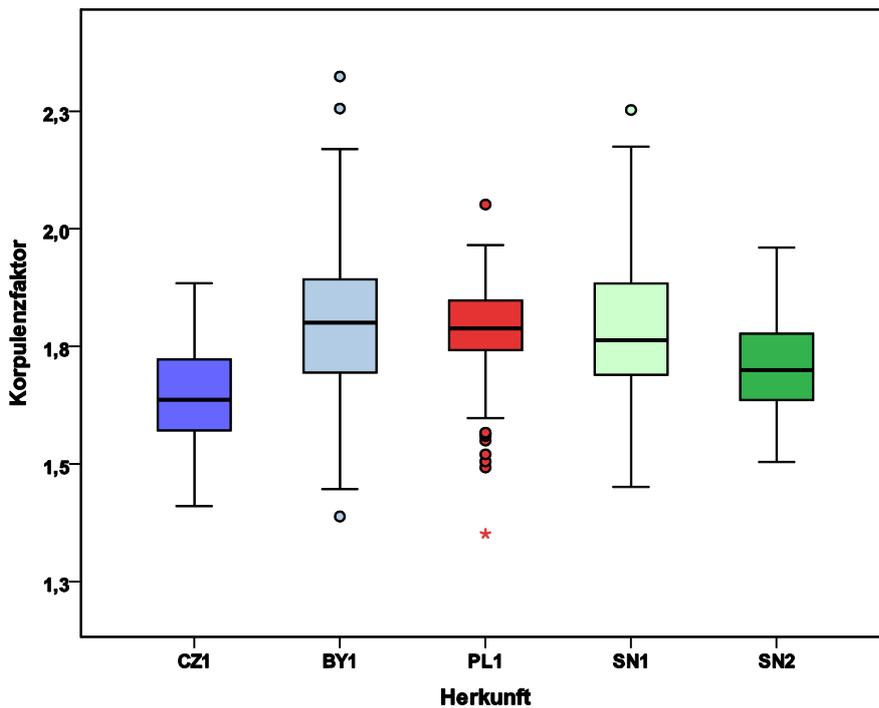


Abbildung 40: Boxplot der Korpulenzfaktoren der K₁ aus gemeinsamer Haltung

Phänotypische Unterschiede waren z. B. die dunklere Färbung der K₁ der Herkunft BY1 (Abbildung 41). Auffällig war bei dieser Herkunft außerdem eine nicht vollständige dorsale Schuppenreihe bei einer Vielzahl der Fische.



Abbildung 41: K₁ der Herkunft BY1

Bei einigen Karpfen der Herkunft SN1 fielen einzelne Streuschuppen auf der gesamten Körperfläche auf (Abbildung 42). In der Herkunft PL1 fanden sich auffällig viele Zeilkarpfen (Abbildung 43). Fische der Herkunft SN2 kamen phänotypisch dem Ideal des Spiegelkarpfens am nächsten (Abbildung 44).

Die hier jeweils für eine Gruppe von Fischen beschriebenen phänotypischen Besonderheiten sind zur Unterscheidung von Einzelfischen der Herkünfte natürlich nicht geeignet. Alle untersuchten Herkünfte entsprechen dem Genotyp „Spiegelkarpfen“.



Abbildung 42: K₁ der Herkunft SN1



Abbildung 43: K₁ der Herkunft PL1



Abbildung 44: K₁ der Herkunft SN2

6 Ergebnisse KHV-Infektionsversuch

Auf Grund der Vermischung der Stämme BY1 mit SN1 in der Hälterung stand der reine Bestand BY1 für die Infektionsversuche leider nicht mehr zur Verfügung. Der irrtümlich vermischte Bestand (Anteile ca. 60 % BY1 und 40 % SN1) wird nachfolgend als Herkunft „BY2“ bezeichnet.

6.1 Infektionsversuch 1

In allen drei Tanks entwickelten Karpfen die für eine KHV-Infektion typischen Krankheitssymptome, insbesondere einen Verlust der Schleimschicht auf der Haut und Rötungen sowie ein stark reduziertes Fluchtverhalten. Diese Symptome waren zwischen Tag acht und zwölf nach der Exposition besonders ausgeprägt, Mortalitäten wurden jedoch nicht beobachtet. Etwa zwei Wochen nach der Infektion begannen sich die Karpfen zu erholen und etwa drei Wochen nach der Infektion waren alle klinischen Symptome abgeklungen.

In den Flossenkulturen wurden unterschiedliche Virusgehalte gefunden. In den Flossen von Karpfen des Stammes SN2 wurden höhere CyHV-3-Genomgehalte gefunden als in den Flossenkulturen von Karpfen aus den Stämmen SN1, BY2, CZ1 und PL1 (Abbildung 45). Dieses deutet auf eine höhere Empfänglichkeit der Karpfen aus dem Stamm SN2 für das Virus und die KHV-Erkrankung hin.

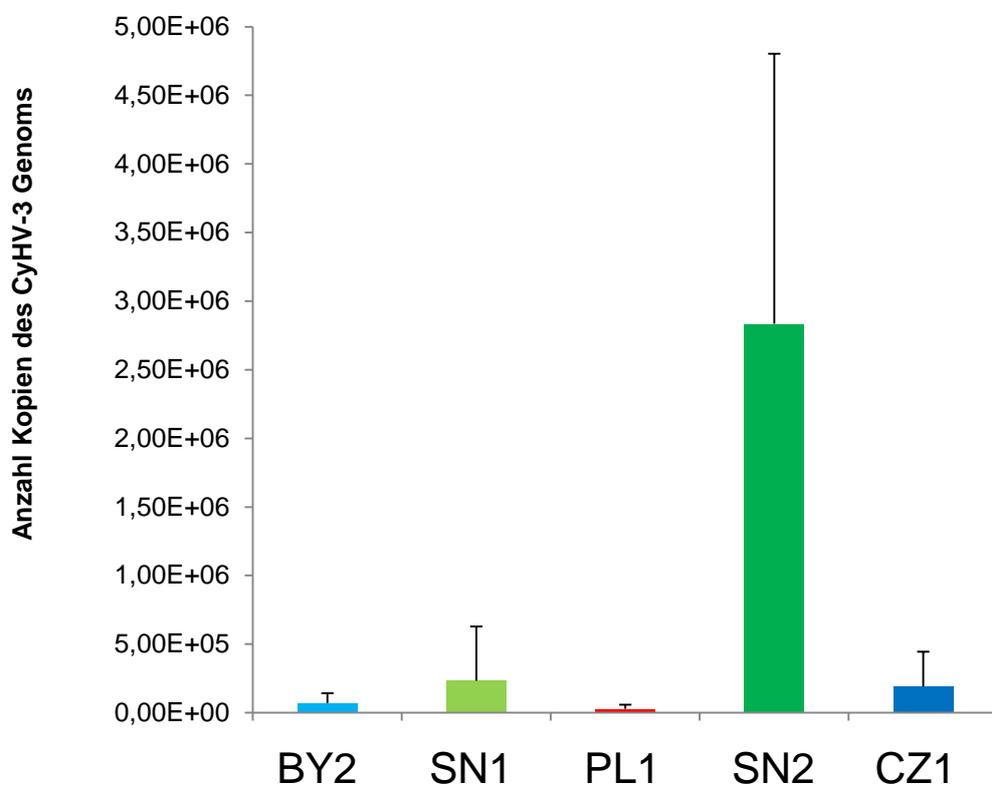


Abbildung 45: Empfänglichkeit von Flossenkulturen von Karpfen unterschiedlicher Herkünfte für eine Infektion mit CyHV-3. Dargestellt ist die Anzahl CyHV-3 spezifischer Genom-Kopien in Kulturen von Flossenexplantaten von jeweils fünf Individuen der Zuchtlinien BY2, SN1, SN2, PL1 und CZ1.

6.2 Infektionsversuch 2 (Kohabitation)

Der Infektionsversuch 1 zeigte, dass durch die Exposition von Karpfen in einer Viruslösung, die in Zellkultur vermehrtes hochtitriges CyHV-3- enthielt, bei den hier zu untersuchenden Karpfenlinien zwar klinische Symptome einer KHV-Infektion ausgelöst wurden, es traten aber keine Mortalitäten auf.

Das ursprüngliche Versuchsziel, die Überlebensrate von Karpfen aus unterschiedlichen Zuchtlinien bei einem KHV-I-Ausbruch im Feld anhand der Überlebensrate der Karpfen in experimentellen Infektionen abzuschätzen, konnte auf diesem Wege nicht erreicht werden. Möglicherweise hatte die wiederholte Vermehrung des Virus in der Zellkultur zu einer Abschwächung der Virulenz des verwendeten Virusisolates geführt. Deshalb wurde ein weiterer Infektionsversuch unternommen, in dem Karpfen zusammen mit an KHV-I erkrankten Karpfen gehalten wurden, die aus einem Bestand mit akutem Verlustgeschehen entstammten (Kohabitation). Die Karpfen aus dem erkrankten Bestand waren zuvor untersucht und der Ausbruch einer KHV-I war amtlich festgestellt worden.

In beiden Becken setzten vier Tage nach Beginn der Kohabitation Mortalitäten ein, die bis zum Tag acht bis neun nach Kohabitation andauerten. Nach neun bis zehn Tagen war in beiden Versuchsgruppen der Großteil der Versuchsfische verstorben. Lediglich die Schuppenkarpfen der Herkunft CZ1 überlebten bis zum Tag 20 nach der Infektion. In Abbildung 46 ist der Anteil überlebender Karpfen in Abhängigkeit von der Zeit nach Exposition in zwei Versuchsgruppen mit jeweils zehn Individuen aus den Herkünften BY1, SN1, SN2, PL1 und CZ1 dargestellt. Bei moribunden Karpfen wurde ein hoher Befall mit ektoparasitischen Protozoen (*Ichthyobodo* sp., *Chilodonella* sp. und *Trichodina* sp.) festgestellt.

Bei allen Karpfen wurden CyHV-3-spezifische Genomsequenzen nachgewiesen, sie waren also mit CyHV-3 infiziert. Aufgrund der gleichzeitig auftretenden Infektion mit Ektoparasiten konnte nicht eindeutig festgestellt werden, dass alle Todesfälle auf die Infektion mit CyHV-3 zurückzuführen waren. In beiden Versuchsgruppen konnte kein Unterschied in der Mortalität zwischen Karpfen der Herkünfte BY1, SN2, SN1 und PL1 ausgemacht werden, lediglich Karpfen der Linie CZ1 zeigten ein signifikant längeres Überleben. Aber auch diese Karpfen verstarben zwischen Tag 9 und 21 jeweils mit einer sehr hohen Viruslast, die bei diesen Karpfen primär für die Mortalitäten verantwortlich sein könnte.

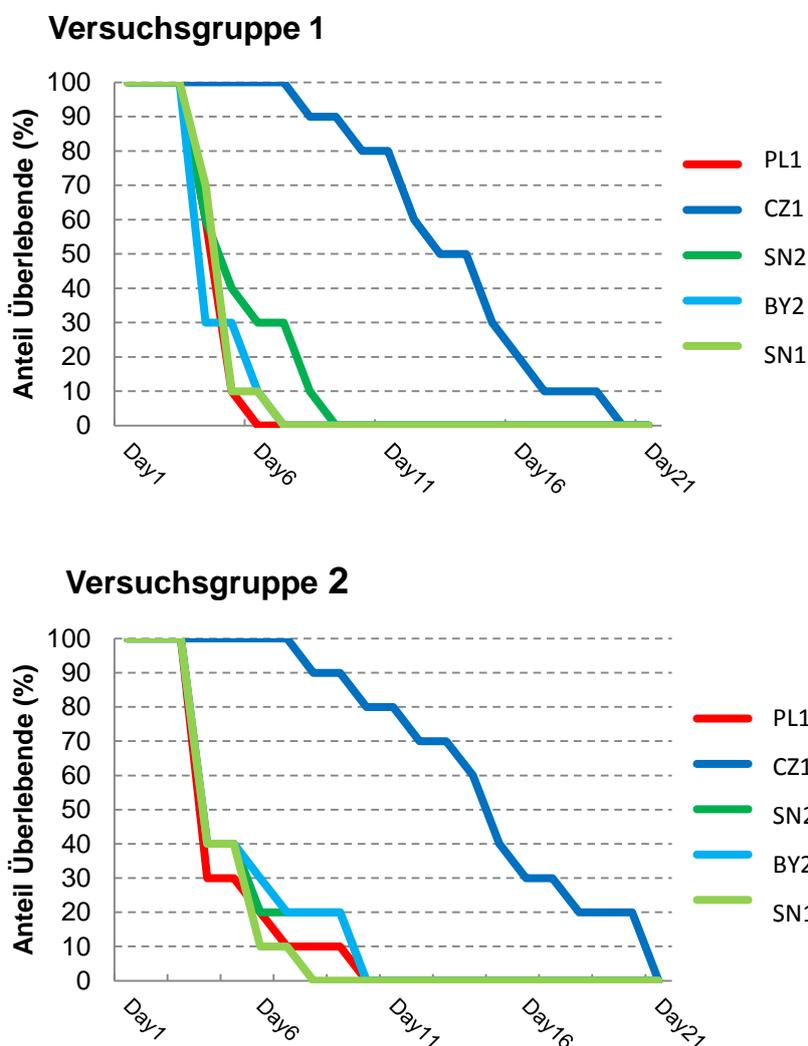


Abbildung 46: Mortalität von Karpfen der untersuchten Herkünfte nach Exposition von akut an KHV-I erkrankten Karpfen

6.3 Infektionsversuch 3 (Bad-Infektion)

Die Kohabitation von Karpfen unterschiedlicher Herkünfte mit an KHV-I erkrankten Karpfen resultierte in einem Ausbruch der KHV-I mit klinischen Symptomen und Mortalitäten in allen eingesetzten Karpfenlinien. Gleichzeitig erfolgte allerdings eine Übertragung von Ektoparasiten, die zusätzlich zum Krankheitsgeschehen beitrug. Die zum Eintrag des infektiösen Agens genutzten Fische entstammten aus Teichpopulationen, die natürlich regelmäßig mit Parasiten infiziert sind. Eine Therapie des Parasitenbefalls dieser Teichkarpfen vor Kontakt mit den naiven Versuchsfischen war jedoch nicht möglich, weil die KHV-I so rasch fortschreitet. Um den Effekt der Virusinfektion auf die Karpfen ohne zusätzliche Belastungen zu ermitteln, schied somit die Kohabitation mit infizierten Teichfischen als Infektionsquelle aus. Deshalb wurde erneut ein Infektionsversuch unternommen, in dem Karpfen mit in der Zellkultur vermehrtem Virus infiziert wurden. Dafür wurde im Infektionsversuch 3 ein Virusisolat aus dem polnischen Referenzlabor für KHV in Pulawy, (zur Verfügung gestellt von Dr. M. MATRAS) verwendet.

In allen Versuchsgruppen traten Krankheitssymptome und Mortalitäten bei Karpfen aus allen Herkünften auf. Die ersten Mortalitäten wurden vier Tage nach der Badinfektion beobachtet und hielten bis zum elften Tag nach der Exposition an (Abbildung 47). In der Abbildung ist der Anteil überlebender Karpfen in Abhängigkeit von der Zeit nach Exposition in drei Versuchsgruppen mit jeweils drei bis fünf Individuen aus den Herkünften BY1, SN1, SN2, PL1 und CZ1 dargestellt. Nach 21 Tagen hatten in allen Versuchsgruppen 60 % der Karpfen aus der Herkunft SN1 überlebt, während die Mortalität bei den Karpfen aus den anderen Herkünften deutlich höher lag. Im gesamten Versuch lag die Überlebensrate bei der Herkunft CZ1 nur bei 0 bis 25 %, bei PL1 und SN2 bei maximal 33 %. Karpfen der Herkunft BY2 überlebten zwischen 25 und 40 %

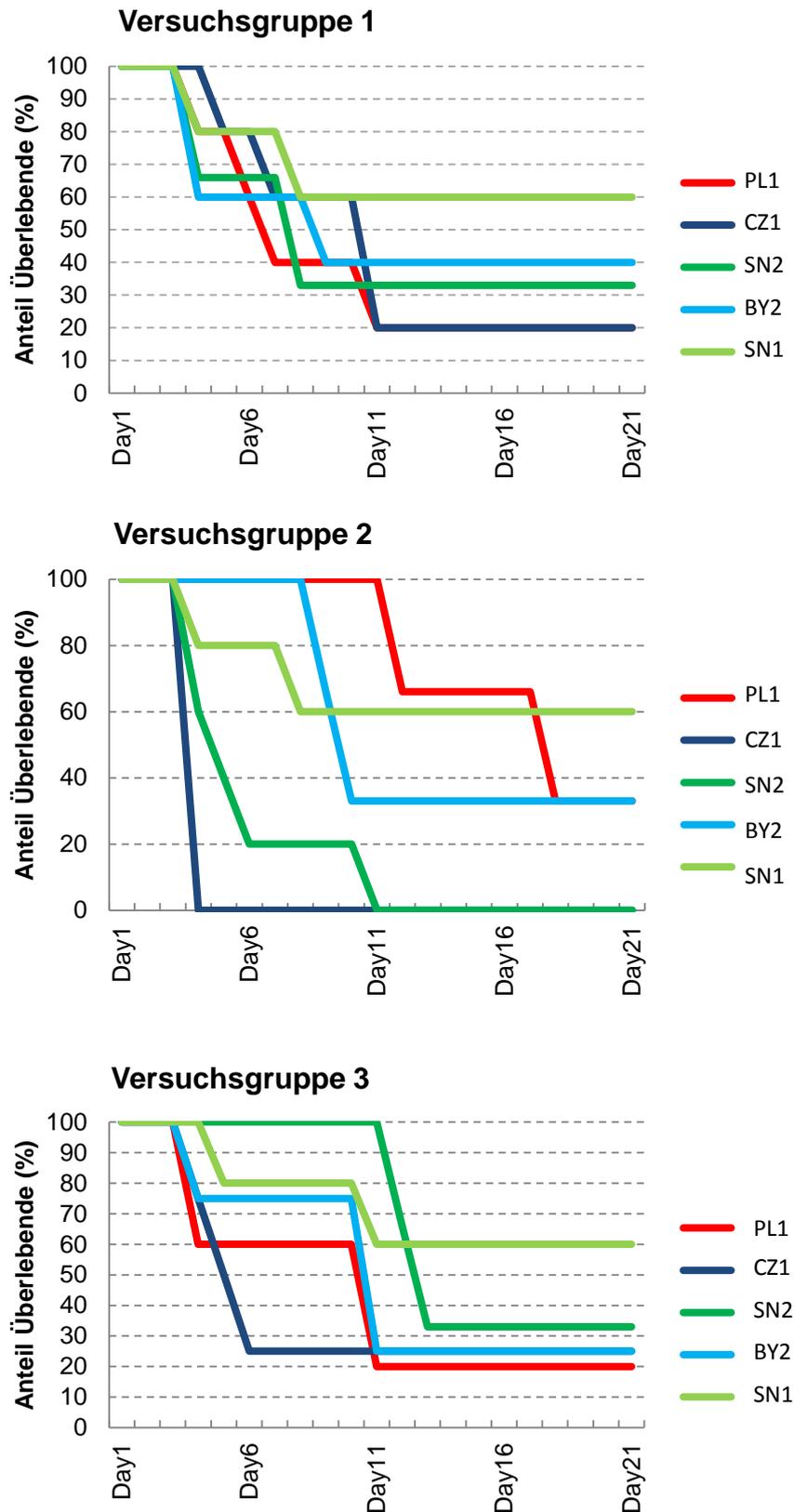


Abbildung 47: Mortalität von Karpfen aus unterschiedlichen Herkünften nach Bad-Exposition eines in der Zellkultur vermehrten virulenten Feldvirus, das frisch von akut an KHV-I erkrankten Karpfen isoliert wurde

Bei moribunden/gestorbenen Karpfen wurden CyHV-3-spezifische Genomsequenzen in hoher Kopienzahl nachgewiesen, die als Ursache für die Erkrankung/ Mortalität eingestuft werden können. Auch bei überlebenden Karpfen wurde CyHV-3 nachgewiesen.

Die Ergebnisse dieses Infektionsversuchs lassen keinen Unterschied im Überleben zwischen den Herkünften BY2, CZ1, PL1 und SN2 erkennen. Die Überlebensrate war allgemein gering und erreichte bei einigen Beständen sehr rasch 100 %. Nur Karpfen der Herkunft SN1 wiesen eine deutlich geringere Mortalität auf.

6.4 Schlussfolgerungen aus den Infektionsversuchen

Die experimentellen Infektionen von Karpfen mit CyHV-3 verliefen sehr unterschiedlich. Insbesondere Viruslösungen, die durch Vermehren des Virus über mehrere Passagen in der Zellkultur gewonnen wurden, scheinen in ihrer Virulenz abgeschwächt zu sein, sodass Infektionen einen subklinischen Verlauf nehmen.

Bei den verwendeten Karpfenlinien scheinen Unterschiede in ihrer Empfänglichkeit für eine durch KHV ausgelöste Erkrankung zu bestehen. Dabei erwiesen sich Karpfen der Herkunft SN2 als hoch empfänglich und Karpfen der Herkunft SN1 als deutlich geringer empfänglich. Karpfen der Herkunft BY2, CZ1, und PL1 verhielten sich unterschiedlich, waren allerdings in ihrer Empfänglichkeit nicht signifikant von SN2 verschieden.

7 Ergebnisse der K₂-Teichaufzucht, Versuchsjahr 2014

7.1 K₁-Überwinterung

Zur Überwinterung im Jahr 2013/2014 wurden die Stämme PL1 und SN1 sowie die Stämme CZ1 (ScC) und SN2 (MrC) aufgrund der guten Differenzierbarkeit in jeweils einem Becken zusammen gehalten. Die Mischbestände aus allen vier CT-Teichen überwinterten separat im einzigen Winterteich (VT1). Ein Teil des Stammes SN1 wurde versehentlich mit dem Stamm BY1 in ein Hälterbecken besetzt, musste somit gemeinsam überwintern und konnte auch beim Neubesatz 2014 nicht mehr auseinandergelassen werden. Die Ergebnisse für die versehentlich vermischten Stämme SN1+BY1 wurden in der Folge interpoliert (Tabelle 24). Die Leistung beider Ursprungsherkünfte lag bei der K₁-Aufzucht sehr nah beieinander, sodass dieses Vorgehen akzeptabel erscheint.

Tabelle 24: Ergebnisse der Überwinterung der K₁-Bestände (alle Angaben in %)

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	CT-ScC	CT-MrC
Stückverluste ÜHA	4,3	0	9,3	9,1	2,6		
Masseverlust ÜHA	5,2	13,6	13,3	12,7	10,9		
Stückverluste Winterteich						20,9	21,9
Masseverluste Winterteich						14,4	18,1

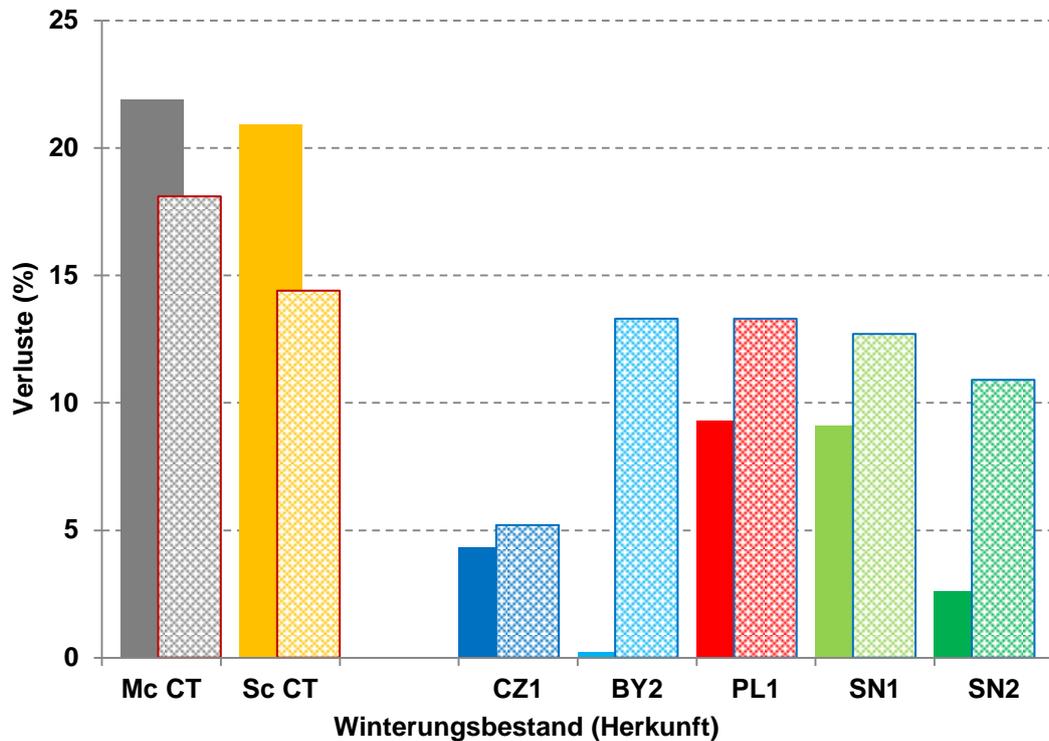


Abbildung 48: Stückverlust und Masseverlust der Bestände in der Überwinterung; Säulen links (Mc CT und Sc CT): Winterteich; rechte Säulen ÜHA; einfarbige Säulen: Stückverlust; Musterfüllung: Stückmasseverlust

Die Verluste waren im Winterteich generell höher (Abbildung 48, Säulen links), als die Verluste in der vor Prädatoren geschützten Überwinterung in den Becken der ÜHA (Abbildung 48, Säulen rechts). Besonders deutlich wird das beim Vergleich der Verluste der Schuppenkarpfen aus den CT-Teichen (Sc CT) und dem von der Herkunft identischen und separat überwinterten Bestand CZ1. Interessanterweise sind die Stückverluste im Teich höher als der Rückgang der mittleren Stückmasse, was darauf hindeuten könnte, dass die dort „wirkenden“ Prädatoren vorrangig die kleineren Fische erbeutet haben.

Besonders hingewiesen werden muss an dieser Stelle aber auch auf die außerordentlich geringen Stückverluste des vermischten Bestands BY2. Unter Berücksichtigung der Verluste des Bestands SN1 dürften die Verluste des ursprünglichen Bestands BY1 bei nahe Null gelegen haben.

7.2 Teichaufzucht zweisömmeriger Karpfen

Die gemischt gehaltenen Bestände der einsömmerigen Satzkarpfen wurden in der Saison 2014 in der VTA Königswartha nach den in der Praxis üblichen Bewirtschaftungsverfahren mit Getreidezufütterung zum zweisömmerigen Satzkarpfen weiter aufgezogen. Im Versuchsjahr waren fünf Versuchsteiche für die gemeinsame Haltung der Herkünfte mit variierenden Umweltbedingungen (Bewirtschaftungsmaßnahmen) vorgesehen. Als Ergänzung wurden alle noch vorhandenen Bestände separat gehaltener Herkünfte unvermischt in jeweils maximal zwei Versuchsteichen aufgezogen.

7.2.1 Besatz 2014

Die Vorbereitung der Teiche erfolgte wie Kapitel 4.3 beschrieben für alle Teiche in gleicher Weise. Nach der Überwinterung der Bestände in der ÜHA Königswartha erfolgte der Besatz der Streckteiche nach dem in Abbildung 49 dargestellten Besatzplan.

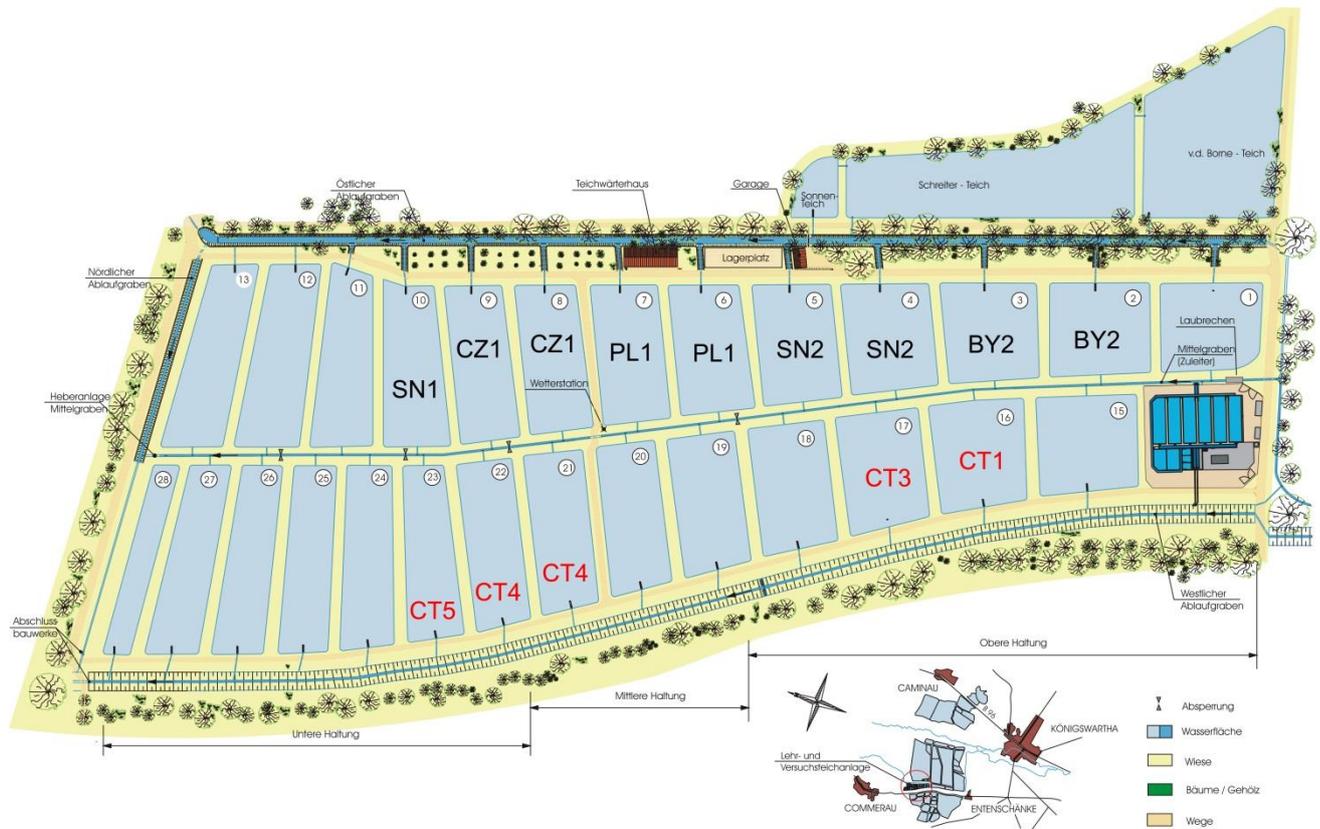


Abbildung 49: Besatzplan VTA Königswartha, Versuch Herkunftsvergleich 2014. Die mit CT1-5 gekennzeichneten Teiche sind die Mischbestände (Communal testing).

Aus jedem verbliebenen Reinbestand aus der Überwinterung wurden jeweils zwei Teiche mit je 700 K₁/VT besetzt. VT 10 (SN1) erhielt nur 617 Karpfen, hier standen aufgrund der versehentlichen Vermischung von SN1 und BY1 in der Winterung nicht mehr ausreichend Fische für den Besatz zur Verfügung.

Aus dem überwinterten Mischbestand erfolgte ein Besatz von jeweils fünf VT mit je 560 Spiegelkarpfen (= 2.240 Stück/ha) und 140 Schuppenkarpfen pro Teich (= 560 Stück/ha). Um die Überlegenheit der Schuppenkarpfen in der gemeinsamen Haltung aus dem ersten Jahr zumindest teilweise auszugleichen, erfolgte der Neubesatz für die CT-Teiche aus dem Reinbestand (CZ1-SB), der eine deutlich geringere mittlere Stückmasse hatte. Damit sollten deutlich höhere individuelle Stückmassen dieser Besatzfische vermieden werden, um ihnen nicht von vornherein einen Vorteil zu verschaffen. Um diese Herkunft nicht auf Nachwüchser zu selektieren, erfolgte aber auch in diesem Bestand keine weitere Angleichung der Besatzstückmasse durch Sortierung.

7.2.2 Tierärztliche Überwachung

Die gesundheitliche Untersuchung der Tiere erfolgte vor dem Besatz im Frühjahr 2014 und als Sommeruntersuchung Ende August bis Anfang September 2014. Die Proben für die Frühjahrsuntersuchung wurden Mitte März direkt aus der Halteranlage entnommen. Neben der Sektion wurden auch Laboruntersuchungen auf KHV- und SVC-Genom eingeleitet. Die Sommeruntersuchung erfolgte nur für den Mischbestand, aus dem

stichprobenartig jeweils zehn Fische pro Teich entnommen wurden. Nach der Abfischung Anfang Dezember wurde die Herbstuntersuchung des Mischbestandes inklusive KHV-Untersuchung durchgeführt. Alle Fischbestände wurden über die Produktionsperiode in monatlichen Abständen klinisch untersucht.

Die untersuchten Herkünfte waren im Frühjahr in einem allgemein guten Allgemeinzustand, auffällig war jedoch der starke Ichthyophthiriusbefall der Herkunft PL1. Die Tiere dieses Bestands wurden damit als einzige Herkunft in einem nur mäßigen Allgemeinzustand befunden.

Während der Sommeruntersuchung konnte in allen Teichen mit gemeinsamer Haltung (CT) ein insgesamt guter Allgemeinzustand festgestellt werden. Es wurden vereinzelt einige Hautparasiten wie *Trichodina* sp. oder *Dactylogyrus* sp. festgestellt, die bei den Spiegelkarpfen häufiger auftraten als bei den Schuppenkarpfen.

Eine Infektion mit KHV oder SVC-V wurde 2014 in keinem Bestand nachgewiesen. Die während der Aufzucht unbemerkt gebliebenen hohen Stückverluste der Herkunft PL1 müssen früh im Jahr eingetreten sein, weil die überlebenden Fische überdurchschnittlich groß waren. Sie sind vermutlich Folge des starken Befalls mit *Ichthyophthirius* sp. in der Winterung.

7.2.3 Wasserparameter

Für die Aufzucht der zweisömmerigen Karpfen wurden analog zum Vorjahr verschiedene Wasserparameter erfasst. Die Probenahme erfolgten im 14-tägigen Rhythmus. Die Ergebnisse sind in Tabelle 25 und Tabelle 26 aggregiert, in Anlage 2 im Detail dargestellt. Bei den maßgeblichen Daten (Sauerstoffgehalt, pH-Wert) ergaben sich zwischen den einzelnen Teichen keine gravierenden Unterschiede. Nach dem analog der K₁-Aufzucht durchgeführten Ranking der Umweltparameter ergaben sich unter Berücksichtigung beider Parameter bestenfalls leichte Vorteile für den Stamm SN2. Zwischen den Teichen der CT und SB-Haltung gab es ebenfalls keine nennenswerten Unterschiede. Die Nährstoffsituation sowie das Säurebindungsvermögen wichen ebenfalls kaum voneinander ab. Die Haltungsbedingungen waren also in allen Versuchsteichen durchaus vergleichbar.

Tabelle 25: Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter im Mischbestand (CT) (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum [min] und Maximumwert [max]).

VT Nr.		16	17	21	22	23
Haltungsform		CT	CT	CT	CT	CT
Sauerstoffgehalt (mg/l)	Mittel	9,2	8,4	8,2	6,3	7,6
	sd	3,88	3,33	3,64	3,73	3,45
	min	3,70	2,30	1,70	0,80	1,60
	Max	18,40	16,00	14,50	17,50	15,20
	Rang	1	2	3	5	4
pH-Wert	Mittel	8,4	8,5	8,3	7,7	8,3
	sd	0,75	0,69	0,73	0,65	0,68
	min	7,50	7,52	7,28	7,15	7,25
	max	9,86	9,68	9,97	9,84	9,74
	Rangplatz	4	5	2	1	2

Tabelle 26: Mittelwerte und Streuung der wasserchemischen Parameter bei separater Aufzucht (SB) (Mittelwert, Standardabweichung [sd] sowie Minimum [min] und Maximumwert [max])

VT-Nr.		2	3	4	5	6	7	8	9	10
		BY2	BY2	SN2	SN2	PL1	PL1	CZ1	CZ1	SN1
Sauerstoffgehalt (mg/l)	Mittel	7,4	7,3	9,7	9,4	7,1	8,7	9,6	7,9	8,2
	sd	3,71	3,19	3,86	3,80	3,34	3,50	4,70	4,29	3,13
	min	2,90	3,00	2,60	1,00	2,50	3,40	1,40	1,60	3,50
	Max	16,90	16,50	17,30	17,40	19,10	18,70	19,20	18,40	15,80
	Rang	7	8	1	3	9	4	2	6	5
pH-Wert	Mittel	8,0	8,0	8,5	8,4	7,8	8,6	8,7	8,2	8,4
	sd	0,67	0,70	0,67	0,82	0,64	0,71	0,78	0,65	0,67
	min	7,38	7,38	7,62	6,64	7,29	7,53	7,58	7,38	7,41
	max	9,75	9,79	9,59	9,70	9,64	9,93	10,18	9,66	9,72
	Rangplatz	2	2	5	6	1	8	9	4	6
Gesamt	Rangplatz	4,7		3,7		5,5		5,25		5,5

7.2.4 Sichttiefe

Mit Erreichen des Zooplanktonmaximums waren die Teiche klar und die Sichttiefe reichte in allen Versuchsteichen bis zum Grund (140 cm, Abbildung 50). Dieser Zustand blieb in den Teichen der Herkunft PL1 (VT 6,7) wegen der geringeren Besatzdichte während der gesamten Saison nahezu konstant. In allen anderen Teichen verringerte sich die Sichttiefe durch den Verbrauch der filtrierenden Zooplankter und des damit kausal im Zusammenhang stehenden Aufkommens von Phytoplankton bereits ab Mitte Mai. Die in den Spätsommermonaten August bis September weiterhin sehr geringen Sichttiefen sind zusätzlich durch eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Blaualgenblüte verursacht worden.

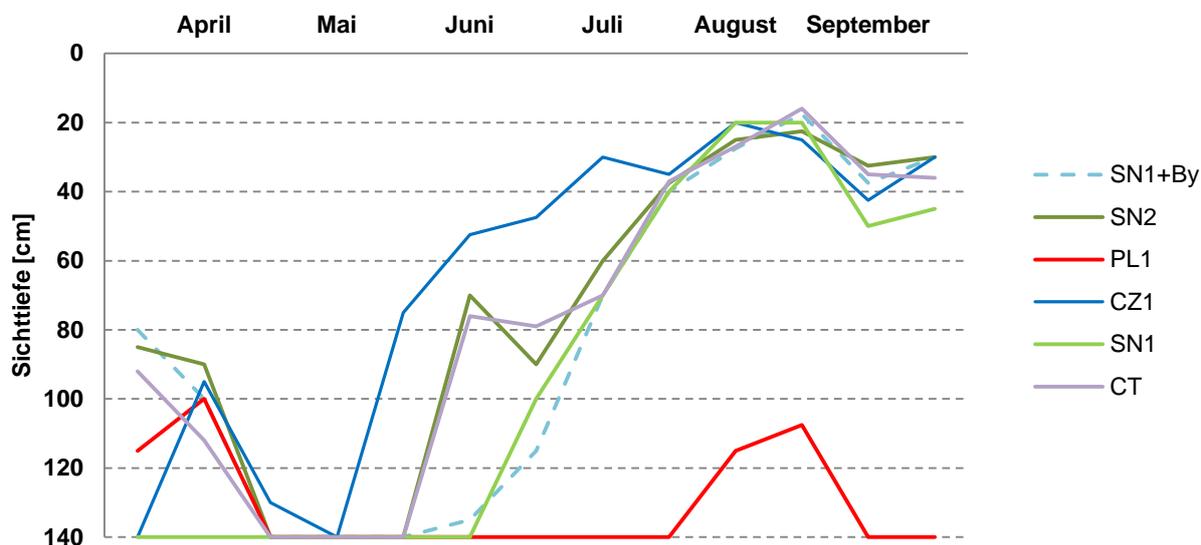


Abbildung 50: Gemittelte Sichttiefe in den Versuchsteichen der einzelnen Herkünfte im Verlauf der Aufzuchtssaison

7.2.5 Nährtiere

Die Entwicklung des Planktons in den einzelnen Teichen wurde, wie in Kapitel 0 beschrieben, kontrolliert. Weil die Einzelwerte saisonal und teichweise sehr streuen, ist für die einzelnen Teiche keine vergleichbare Tendenz zu erkennen. Als Richtwert wird deshalb die Menge der übers Jahr gefangenen Nährtiere pro Teich in ml abgebildet (Abbildung 51).

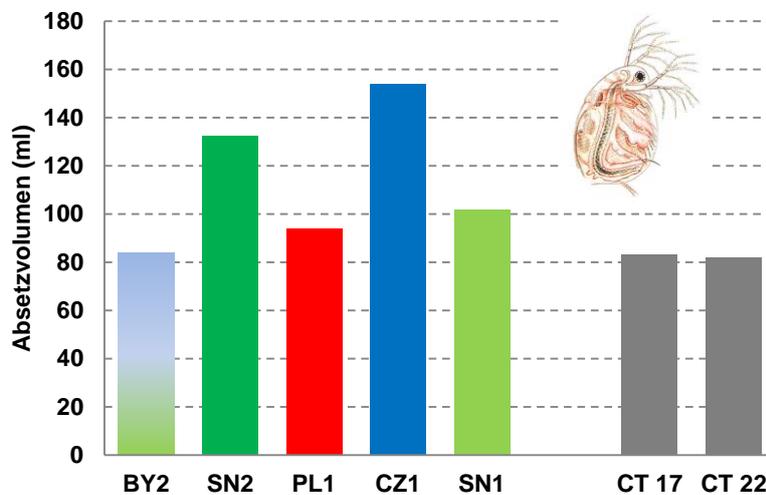


Abbildung 51: Plankton-Absetzvolumen bei der K₂-Aufzucht

Das Planktonspektrum in der VTA umfasste ca. 15 Arten, darunter hauptsächlich Daphnien und Copepoden, die in den einzelnen Teichen mehr oder weniger nachgewiesen wurden. Die Abundanzen der wichtigsten Planktongattungen sind in Abbildung 52 dargestellt. Mengenmäßig waren in den Proben außerdem Calanoiden, Ceriodaphnien, Nauplien und Rotatorien von Bedeutung. Nachgewiesen wurden weiterhin Polyphemus, Limnadia, Ostracoda, Triops und einige Insektenlarven (Mückenlarven). In nahezu allen Teichen zeigte sich erwartungsgemäß ein ziemlich rasches Verschwinden großer Daphnien und die Zunahme von kleinerem Plankton wie der Gattung Bosmina oder den Cyclopiden. Dieses Plankton ist aufgrund seiner Größe kaum noch als Nahrung für heranwachsende zweisömmerige Satzkarpfen nutzbar.

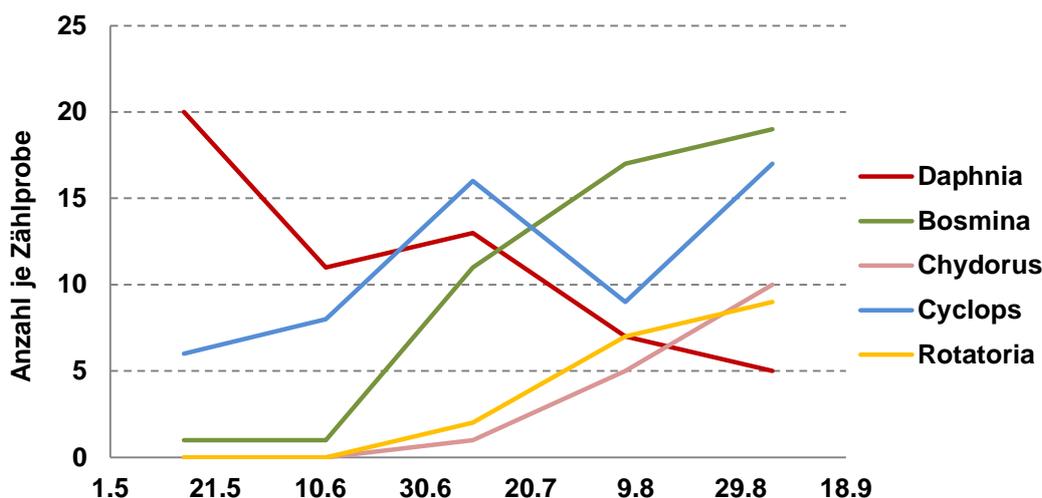


Abbildung 52: Entwicklung bedeutender Nährtiergruppen im Spektrum des untersuchten Planktons (Mittel aus je zwei CT-Teichen)

7.2.6 Fütterung

Die Fütterung der Karpfen erfolgte für alle Teiche jeweils Montag, Mittwoch und Freitag. Gefüttert wurde ausschließlich mit Weizen. Die Futtergabe am Freitag lag jeweils bei der 1,5-fachen Menge der Gaben der übrigen Tage, weil hier der Bedarf für drei Tage gedeckt werden musste (Abbildung 53).

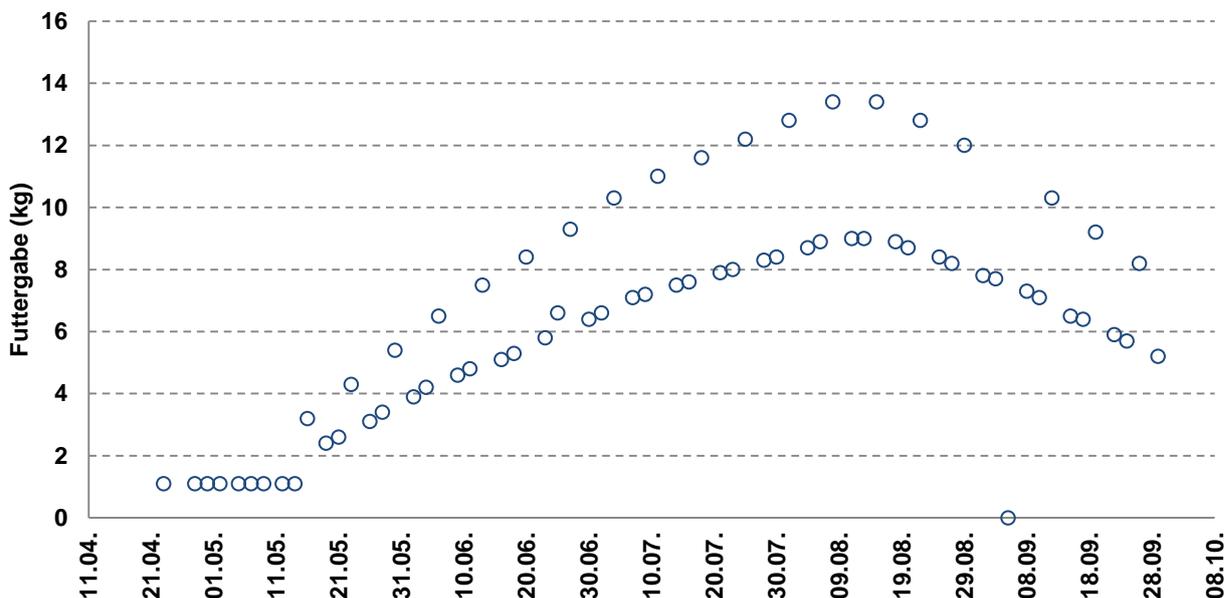


Abbildung 53: Futterkurve für die über die Saison bei der K₂-Erzeugung verabreichten Futtergaben (Einzelgaben je VT)

Vor der Fütterung erfolgte eine regelmäßige Kontrolle des vollständigen Futterverbrauchs. Waren Futterreste der vorangegangenen Gabe nachweisbar, wurde die Fütterung ausgesetzt. Daraus resultieren minimal differierende Jahresfuttermengen in den einzelnen Teichen. Die Unterschiede blieben für die Jahresgesamtmenge sehr gering (Tabelle 27).

Tabelle 27: Gesamtfuttermenge in der Versuchsperiode 2014 (Weizen)

VT Nr.	16/17/21/22/23	2/3	4/5	6/7	8/9	10
ID	CT	BY2	SN2	PL	CZ	SN1
Weizen (kg/ha)	1.780	1.758	1.776	1.730	1.768	1.731

7.2.7 Abfischung 2014

Die Abfischung der Teiche 16, 17, 21 erfolgte am 15.10.2014, die der restlichen Teiche vom 20. bis zum 22.10.2014. Die Tiere wurden in jeweils separaten Hältern in die ÜHA zur Überwinterung verbracht.

Die Herkunft CZ1 erreichte mit 1.680 kg/ha wie auch im Vorjahr den höchsten Ertrag, gefolgt vom Stamm SN2 mit 1.461 kg/ha (Abbildung 54). Der vermischte Bestand BY2 erreichte einen Ertrag von 1.299 kg/ha, gefolgt vom Stamm SN1 mit 1.047 kg/ha, bei dem es außerdem zu hohen Stückverlusten kam (Abbildung 55). Bei der polnischen Linie (PL1) konnten lediglich 10 % der ausgesetzten Tiere abgefischt werden, hier wurde der geringste Ertrag mit insgesamt nur 441,5 kg/ha erreicht.

Bei gemeinsamer Haltung (CT) wurden im Durchschnitt 1.201 kg/ha abgefischt, davon 459 kg/ha Schuppenkarpfen und 743 kg/ha Spiegelkarpfen.

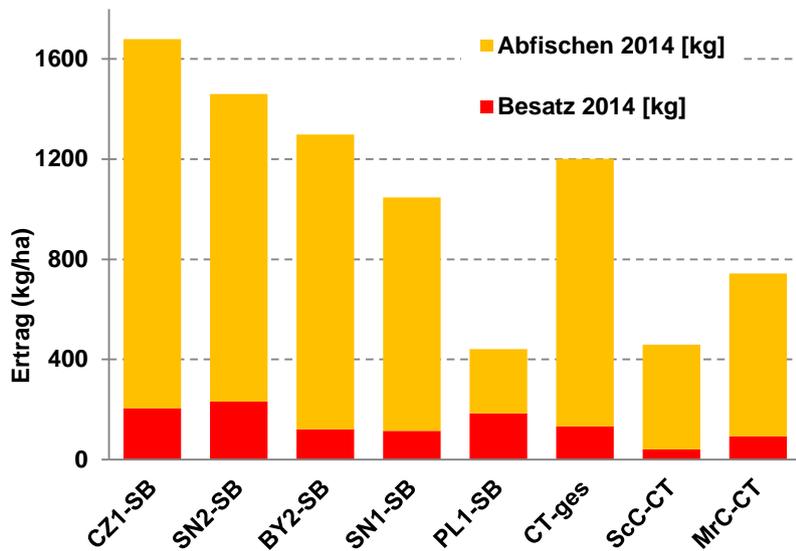


Abbildung 54: Flächenerträge nach der Abfischung 2014

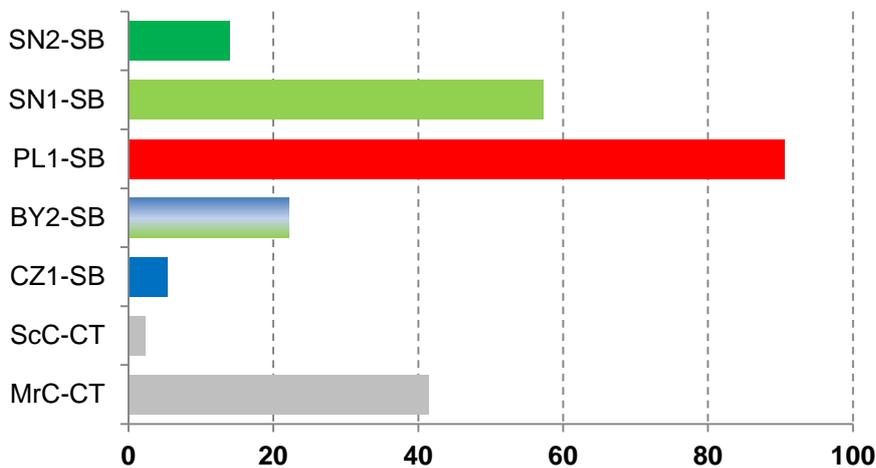


Abbildung 55: Stückverluste bei der K₂-Teichaufzucht 2014

Während die Herkünfte CZ1 mit 5,4 %, SN2 mit 14 % und BY2 mit 22 % nur geringe Stückverluste hatten, lag dieser bei SN1 mit 57 % deutlich höher.

Die Linie PL1 erlitt sehr hohe Verluste (Abbildung 55). Die Stückverluste betragen 87 % (VT 6) bzw. 94 % (VT 7), von den je VT besetzten 700 K₁ konnten demnach nur noch 92 bzw. 42 Stück abgefischt werden. Infolge der offenbar frühzeitig „reduzierten“ Bestandsdichte waren die erreichten individuellen Stückmassen der Karpfen mit 1,5 kg (Teich 6) und 2 kg (Teich 7) überdurchschnittlich hoch. Der separat gehaltene Bestand war durch diese außergewöhnlichen Umstände nicht mehr für weitere Vergleiche geeignet und wurde deshalb für die Aufzuchtversuche zu Speisefischen im Jahr 2015 nicht mehr genutzt.

Bei gemeinsamer Haltung (CT) lagen die Stückverluste der Schuppenkarpfen (ScC-CT) mit 2,3 % erneut sehr niedrig und niedriger als in separater Aufzucht. Die Verluste bei den Spiegelkarpfen waren generell höher als die der Schuppenkarpfen (Abbildung 55). Mit durchschnittlich 41,5 % liegt die Mortalität bei den Spiegelkarp-

fen in den fünf Teichen des CT sogar ungewöhnlich hoch. Allerdings waren auch hier Fische der Herkunft PL1 Teil des Besatzmaterials.

Insgesamt haben die Schuppenkarpfen der Herkunft CZ1 mit einer mittleren Stückmasse von 634 g und Stückverlusten von 5,4 % die besten Erträge erzielt (Tabelle 28). Die Karpfen des Stammes SN2 erreichten mit einer Stückmasse von 607 g und einer Verlustrate von 14 % den zweitbesten Ertrag, gefolgt vom vermischten Bestand SN1+BY1 (BY2) mit 593 g mittlerer Stückmasse und Verlusten von 22 %.

Tabelle 28: Gesamtdaten der Aufzucht von zweisömmerigen Karpfen im Jahr 2014

Herkunft	CZ1	BY2	PL1	SN1	SN2	MrC	ScC (CZ1)
Haltung	SB	SB	SB	SB	SB	CT	CT
VT-Nr.	8/9	2/3	6/7	10	4/5	16/17/21/22/23	
Besatz							
Stück/ha	2.800	2.800	2.800	2.468	2.800	2.240	560
kg/ha	205	121	184	115	223	93	40
Mittlere Stückmasse (g)	73	43	66	47	80	41	72
Abfischung							
Datum	22.10.14	20.10.14	21.10.14	22.10.14	21.10.14	15.10 & 20.10.14	
Stück/ha	2.648	2.178	268	1.056	2.408	1.310 ± 155	547 ± 32
kg/ha	1.680	1.291	435	1.047	1.461	743 ± 152	459 ± 69
Mittlere Stückmasse (g)	634	593	1.624	991	607	567 ± 94	839 ± 128
Aufzuchtdauer (d)	180	180	180	182	180	180	
Wachstumsrate (%/d)	1,19	1,45	1,78	1,68	1,12	1,45 ± 0,09	1,36 ± 0,09
Stückverluste (%)	5,4	22,2	90,4	57,2	14,0	41,5 ± 6,1	3,3 ± 3,5
Futtermittelverbrauch (kg/ha)	1.768	1.758	1.730	1.731	1.783	1.784	1,480
FA (kg/kg Abfischung)	1,05	1,35	3,92	1,65	1,22		

Tabelle 29: Ergebnisse der Aufzucht zweisömmeriger Karpfen in den Teichen mit gemeinsamer Haltung (CT); Mittelwertvergleich zwischen Spiegel- und Schuppenkarpfen

VT-Nr.	16	16	17	17	21	21	22	22	23	23	Mittel (± sd)	Mittel (± sd)
Gruppe	MrC	ScC	MrC	ScC	MrC	ScC	MrC	ScC	MrC	ScC	MrC	ScC (CZ1)
Besatz (02.04.2014)												
- Stück/ha	2.240	560	2.240	560	2.240	560	2.240	560	2.240	560	2.240	560
- Mittlere Stückmasse (g)	41	72	41	72	41	72	41	72	41	72	41	72
Abfischung												
- Datum	15.10.2014						20.10.2014					
- Stück/ha	1.228	584	1.336	540	1.512	564	1.372	536	1.100	512	1.310 ± 155	547 ± 32
- kg/ha	669,2	479,2	649,2	373,6	1.023	530	651,2	400,4	720	511,2	743 ± 152	459 ± 69
- Mittlere Stückmasse (g)	545	821	486	692	677	940	475	747	655	998	567 ± 94	839 ± 128
Aufzuchtdauer (d)	180		180		180		180		180		180	
Wachstumsrate (%/d)	1,45	1,33	1,36	1,26	1,55	1,42	1,35	1,30	1,53	1,48	1,45 ± 0,09	1,36 ± 0,09
Stückverluste (%)	45,2	0	40,4	3,6	32,5	0	38,8	4,3	50,9	8,6	41,5 ± 6,1	2,3 ± 3,5
Futtermittelverbrauch (kg/ha)	1.778		1.783		1.782		1.792		1.783		1.784	
Futtermittelaufwand (kg/kg Abfischung)	1,55		1,74		1,15		1,70		1,45		1,48	

Berücksichtigt man die hohen Stückverluste der Herkunft SN1 (57,2 %), dürften die tatsächlichen Verluste der K_2 des ursprünglichen Bestands BY1 sehr niedrig und etwa auf dem Niveau von CZ1 gelegen haben. Die Ergebnisse der CT-Teiche bestätigen dieses Ergebnis (Tabelle 29). Hier betragen die rechnerisch ermittelten Stückverluste der Herkunft BY1 nur 2,3 %.

Die hohen Verluste der Herkunft PL1 waren, wie beschrieben, kaum genetisch bedingt. Deshalb konnten die Daten der separat aufgezogenen Versuchsgruppen im Rahmen der Leistungsprüfung nur bedingt ausgewertet werden.

In der gemeinsamen Haltung wurde die Überlegenheit der Herkunft Schuppenkarpfen (CZ1) wieder besonders deutlich. Mit einem mittleren Stückgewicht von 839 g (ScC) gegenüber 567 g (MrC) und Stückverlusten von nur 2,3 % (ScC) gegenüber 41,5 % (MrC) erzielt der Bestand überragende Leistungen. Die höhere Leistung wird in den CT-Teichen nochmals verstärkt. In separater Haltung ist der Leistungsvorsprung der Herkunft CZ1 zumindest gegenüber den leistungsstärksten Spiegelkarpfenbeständen deutlich geringer.

7.2.8 Fischverluste

Der diagnostizierte Ichthyophthiriusbefall dürfte die wesentliche Ursache für die hohe Mortalität der Linie PL1 gewesen sein (s. a. Kapitel 9.2). Unklar bleibt, ob der nur bei dieser Herkunft diagnostizierte akute Parasitenbefall genetisch bedingt ist, also auf Grund ungenügender Resistenz bzw. Vitalität gegen solche Hautparasiten auftrat oder ob die Fische im konkreten Hälterbecken aus anderen Ursachen einem besonders hohen Parasitendruck ausgesetzt waren.

Auch für die überdurchschnittlich hohe Mortalität der Linie SN1 ergaben sich während der Saison zunächst keine Hinweise.

7.3 Ergebnisse der K_2 -Teichaufzucht in den Teichen mit gemeinsamer Haltung (Communal testing)

7.3.1 Zuordnung der K_2

Mit Hilfe der etablierten Mikrosatellitenmarker wurden alle 450 Gewebeproben erfolgreich genotypisiert und konnten eindeutig einer bestimmten Karpfenherkunft zugeordnet werden. Damit standen die Daten der 420 Spiegelkarpfen und 30 Schuppenkarpfen für weiterführende Analysen zur Verfügung (Tabelle 30). Überraschenderweise zeigt diese Stichprobe eine nahezu identische Verteilung der verschiedenen Spiegelkarpfen-Herkünfte wie die K_1 -Stichprobe im Vorjahr (s. Tabelle 22).

Tabelle 30: Ergebnisse der Zuordnung der Spiegelkarpfen (K_2) zu den einzelnen Herkünften (2014)

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Anzahl Fische in der Probe (n)	(30)*	162	92	87	79
Anteil der Fische in der Probe der Spiegelkarpfen (%)	-	38,6	21,9	20,7	18,8

¹⁾ Probe von insgesamt 30 zufällig ausgewählten Schuppenkarpfen, nicht randomisiert aus Gesamtbestand!

7.3.2 Ergebnisse der K₂-Teichaufzucht

Nach der Genotypisierung konnten an Hand der in der Stichprobe vorliegenden Anzahl Spiegelkarpfen des jeweiligen Bestandes Ergebnisse der K₂-Aufzucht in den CT-Teichen herkunftsbezogen rückberechnet werden. Die Häufigkeit des Auftretens einer Herkunft in der Genotypisierungsprobe war Grundlage für die Berechnung der Stückverluste und Flächenerträge. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich der hier erhobene Datensatz auf die jeweils herangezogene Probe von (nur) 450 Fischen stützt und aus dieser Stichprobe auf die Grundgesamtheit geschlossen wird. Die Sicherheit der Ergebnisse unterliegt demnach einem gewissen systematischen statistischen Fehler, der sich von Aufzuchtjahr zu Aufzuchtjahr vergrößert, weil auch die Besatzdaten auf Grundlage der Ergebnisse aus der K₁-Genotypisierung korrigiert wurden (Tabelle 31). Unterschiedliche Überwinterungsverluste der einzelnen Herkünfte konnten hingegen nicht berücksichtigt werden, weil dies eine erneute aufwändige Zuordnung der Karpfen zu ihren Herkünften mittels Genotypisierung im Frühjahr erfordert hätte. Die Winterverluste wurden deshalb mit jeweils 10 % bei allen Spiegelkarpfen als identisch angenommen.

Der durchschnittliche Stückverlust war in den CT-Teichen im Vergleich zum Vorjahr deutlich höher. Besonders stark betroffen waren dabei offenbar die Stämme PL1 und SN1 und SN2. Die hohen Verluste bei PL1 und SN2 korrespondieren mit den identischen Ergebnissen der K₂-Aufzucht in separater Haltung.

Insgesamt ragt bei den Kennzahlen zur Teichaufzucht in gemeinsamer Haltung wieder die Herkunft CZ1 besonders hervor. Sowohl bei Stückverlusten als auch beim individuellen und Flächenzuwachs erreichte CZ1 Spitzenwerte, die über denen aller Spiegelkarpfenherkünfte lagen. Diese Unterschiede waren in separater Haltung erneut nicht in gleicher Schärfe erkennbar (Abbildung 56, Abbildung 57). Allerdings wird auch hier die herausragende Stellung des in die Prüfung einbezogenen Schuppenkarpfens deutlich.

Tabelle 31: Aufzuchtergebnisse zweisömmeriger Karpfen der fünf Karpfenherkünfte in den CT-Teichen

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Besatz					
- Anteil MrC (%) korrigiert	-	28,6	25,5	20,5	25,4
- Stück/ha	560	640	571	459	569
- kg/ha	40,9	26,2	19,9	21,8	21,3
- Mittlere Stückmasse (g) ¹	72,0	40,9	34,9	47,4	37,4
Abfischung					
- Anteil MrC (%)	-	38,6	21,9	20,7	18,8
- Stück/ha	547	507	287	271	246
- kg/ha	499	275	148	163	143
- Mittlere Stückmasse (g)	913	544	513	602	582
Aufzuchtdauer (d)	180	180	180	180	180
Stückverluste (%)	2,3	20,8	49,7	41,0	56,8
Zuwachsrates ²	11,2	9,49	6,44	6,48	5,71

¹⁾ Besatzstückmasse = Stückmasse der Herkunft K₁ Herbst x 0,9 (10 % Stückmasseverluste im Winter)

²⁾ Wachstumsrate = Abfischungsbiomasse - Besatzbiomasse (= Zuwachs)/Besatzbiomasse

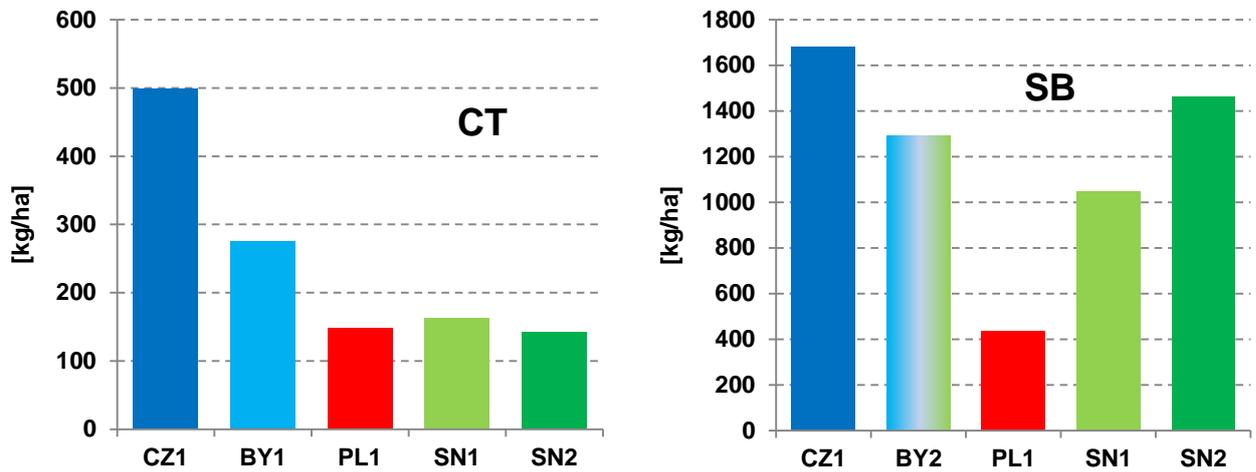


Abbildung 56: Bei der K_2 -Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte Flächenerträge der einzelnen Herkünfte; Beachte: CT-Teiche Teilerträge!

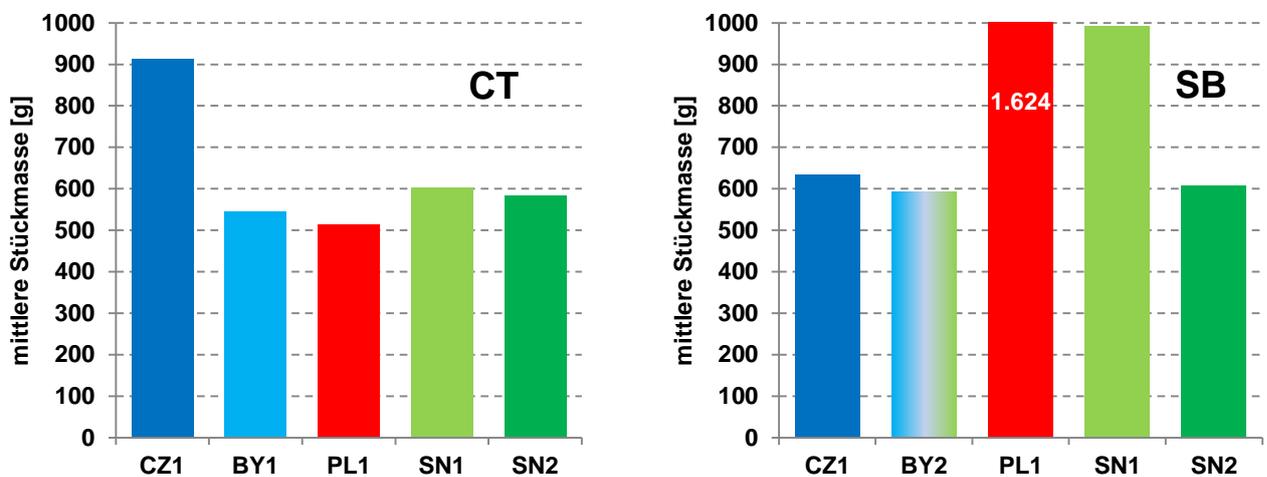


Abbildung 57: Bei der K_2 -Aufzucht in gemeinsamer (links) und getrennter Aufzucht (rechts) erreichte mittlere Stückmassen der einzelnen Herkünfte

Das Ranking der Spiegelkarpfen führt bei der K_2 -Aufzucht in gemeinsamer Haltung erneut die Herkunft BY1 an. Die Schuppenkarpfen dominieren wieder das Gesamtergebnis, obwohl deren Besatzstückmasse im Frühjahr nochmals reduziert wurde. Um nicht auf Nachwüchser zu selektieren, erfolgte das durch Besatz aus den unsortierten ScC-SB-Beständen, bei denen der Stückmassenvorsprung nicht so deutlich ausfiel wie bei den Fischen aus gemeinsamer Haltung. Der Spiegelkarpfen-Besatz stammte hingegen aus den CT-Beständen des Vorjahres, weil durch die Vermischung der Herkünfte SN1 und BY1 in der Überwinterung nicht mehr von allen Herkünften ausreichend Besatzmaterial aus separat gehaltenen Beständen zur Verfügung stand.

8 Ergebnisse der Speisekarpfen-Teichaufzucht im Versuchsjahr 2015

8.1 K₂-Überwinterung

Die Überwinterung in der ÜHA läuft offensichtlich unter optimalen Bedingungen ab. Insbesondere Verluste durch Prädatoren treten, anders als in ungeschützten Winterteichen, praktisch nicht auf. Die Ergebnisse der Überwinterung sind entsprechend günstig (Tabelle 32). Die Gesamtverluste (Stückverluste plus Gewichtsverlust) der einzelnen Karpfenstämme aus den SB-Teichen betragen für CZ1 nur 5,7 %, für SN2 7,4 %, SN1 3,4 % und für BY2 (SN1+BY) 5,6 %. Die Gesamtverluste in der Überwinterung lagen innerhalb des CT-Bestandes bei den Spiegelkarpfen (MrC-CT) bei 6,9 % und bei den Schuppenkarpfen (CZ1-CT) bei 2,1 %. Wie bereits bei der Überwinterung von 2013 zu 2014 hatten die Schuppenkarpfen in den gemischten Beständen die geringsten Verluste.

Tabelle 32: Ergebnisse der Überwinterung zweisömmeriger Karpfen (Aufzuchtjahr 2014) für die gemischten (CT) und Reinbestände (SB)

	Hälter 1	Hälter 2	Hälter 2	Hälter 4	Hälter 5	Hälter 5
Bestand	BY2 SB	MrC CT	ScC CT	SN2 SB	SN1 SB	CZ1 SB
Besatz						
- Datum	20.10.2014	17.11.14	17.11.14	21.10.14	29.09.14	29.09.14
- Stück K ₂	1.089	1.637	684	1.204	264	1.324
- kg	645,7	928	574	730,4	261	840,0
- mittlere Stückmasse (g)	593	567	839	607	989	634
Abfischung April 2015						
- Stück K ₂	1.090	1.560	640	1.185	265	1.323
- kg	609,6	863,6	534,6	704,6	252,0	815,3
- mittlere Stückmasse (g)	559	554	835	595	951	616
Stückverlust (%)	0	4,7	2,0	3,3	0	0,2
Gesamtverlust Gewicht + Stückverluste (%)	5,6	6,9	2,1	7,4	3,4	5,7

8.2 K₂-Besatz

Die Teiche der gesamten Versuchsteichanlage wurden, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, vorbereitet. Der Besatz für die Speisefischaufzucht erfolgte aus den in der ÜHA überwinterten Beständen (Abbildung 58). Für die separate Aufzucht (SB) der Herkünfte CZ1, BY 2 und SN2 wurden jeweils drei Teiche mit je 150 K₂/VT vorgesehen. Für den Reinbestand SN1 konnte aufgrund der hohen Stückverluste in der Saison 2014 und der deutlich höheren Einzelstückmassen (>900 g) nur noch ein Teich mit 85 Tieren besetzt werden. Die polnische Karpfenlinie konnte wegen der nahezu 100%-igen Stückverluste nicht mehr separat besetzt werden.

Aus dem überwinterten Mischbestand (CT) erfolgte ein Besatz in jeweils sechs VT mit je 120 Spiegelkarpfen (MrC) und 30 Schuppenkarpfen (ScC) pro Teich. Dabei erfolgte, ähnlich der Besatzstrategie des Vorjahres, der Besatz der Linie CZ1 aus dem Reinbestand (CZ1-SB, K₂). Damit konnten die Besatzstückmassen der

Schuppenkarpfen wieder näher an das Mittel der Besatzstückmassen der Spiegelkarpfen gerückt werden, ohne dass aus dem CT-Bestand nur die Individuen mit geringerem individuellen Wachstum (die Nachwüchser) aussortiert werden mussten. Trotzdem lag die Besatzstückmasse der Schuppenkarpfen schon beim Besatz leicht über dem der Spiegelkarpfen (Tabelle 33).

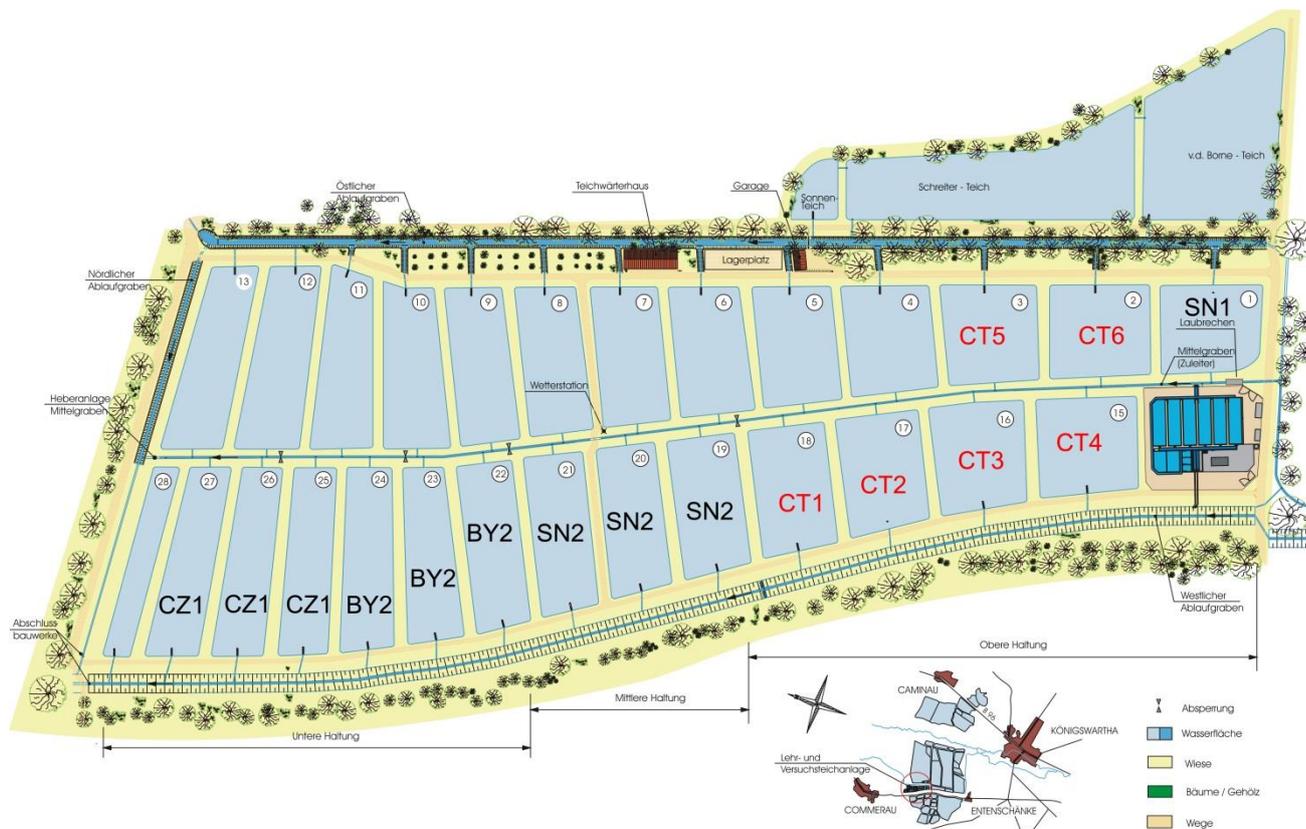


Abbildung 58: Besatzplan VTA Königswartha, Versuch Herkunftsvergleich 2015; Speisekarpfenaufzucht

8.3 Ergebnisse Speisekarpfenaufzucht (SB)

Der innovative Versuchsansatz der Leistungsprüfung bestand in der gemeinsamen Aufzucht aller fünf geprüften Karpfenherkünfte in einer identischen Umwelt. Das wurde in den CT-Teichen realisiert. Trotzdem wurde bereits im ersten Aufzuchtjahr begonnen, parallel alle Stämme zusätzlich in separaten Teichen in mehreren Wiederholungen aufzuziehen. Das war bei der Speisekarpfenaufzucht nicht mehr für alle Herkünfte möglich. Zum einen wurden die bis dahin separat gehaltenen Fische der Herkunft BY1 durch einen Fehler beim Besatz bereits bei der Überwinterung als K1 mit der Herkunft SN1 vermischt. Außerdem standen für die separate Aufzucht der Herkunft PL 1 nicht mehr ausreichend Satzfishen zur Verfügung. Eine separate Aufzucht von Speisefischen der fünf untersuchten Herkünfte erfolgte somit nur noch für die Herkünfte SN1, SN2, CZ1 und den fälschlicherweise vermischten Bestand BY2. Die notwendige Anzahl von Satzfishen fehlten für die Herkunft SN1 ebenfalls. Die verbliebenen separat gehaltenen Fische der Herkunft SN1 wurden deshalb in geringerer Besattdichte (Stückzahl) als die der Vergleichsteiche in einem einzigen Versuchsteich aufgezogen (Tabelle 33). Die Ergebnisse der separaten Aufzucht von Speisekarpfen können deshalb nur bedingt zur Validierung der Ergebnisse der CT-Haltung genutzt werden.

Tabelle 33: Gesamtdaten der Aufzucht von dreisömmerigen Karpfen (K₃) im Jahr 2015

Herkunft	CZ1	SN2	SN1+BY1 (BY2)	SN1	PL1	ScC (CZ1)	MrC
Haltung	SB	SB	SB	SB	SB	CT	CT
VT-Nr.	25/26/27	19/20/21	22/23/24	1	-	2/3/15/16/17/18	
Besatz							
- Stück/ha	600	600	600	340		120	480
- kg/ha	371	358	336	316		74,9	265
- Mittlere Stückmasse (g)	619	596	560	929		624	533
Abfischung							
- Datum	15.10.15	13./14.10.15	14.10.15	12.10.15		12./13.10.15	
- Stück/ha	581	567	565	288		115	434
- kg/ha	1.301	1.364	1.310	896		301	1.033
- Mittlere Stückmasse (g)	2.238	2.408	2.317	3.111		2.607	2.376
Aufzuchtdauer (d)	175	174	170	175		175	
Wachstumsrate (%/d)	0,74	0,80	0,84	0,69		0,82	0,83
Stückverluste (%)	3,1	5,6	5,8	15,3		4,1	9,6
Futtermverbrauch (kg/ha)	1.796	1.796	1.796	1.796		1.796	
FA (kg/kg Abfischung)	1,27	1,32	1,36	2,00		1,35	

Insgesamt wurden bei der Speisekarpfenaufzucht sowohl in den Teichen mit separater Haltung der Herkünfte als auch in den Teichen mit gemeinsamer Haltung sehr gute Aufzuchtergebnisse erreicht. In allen Teichen (mit Ausnahme SN1 SB wegen der unzureichenden Besatzmenge) wurden Flächenerträge von ca. 1.300 kg/ha bei einem Futteraufwand (Getreidezufütterung) von ca. 1,3 erreicht. Die Ergebnisse zeigen das Potenzial der Speisekarpfenerzeugung mit „Normalverlusten“, die in der Praxis wegen des dort erheblich höheren Prädatorendrucks längst nicht mehr erreicht werden können. Die Stückverluste liegen mit Ausnahme des wohl in der Winterung vorgeschädigten Bestands SN1 deutlich unter 10 %. Die Verluste der Schuppenkarpfen, sowohl bei separater als auch bei gemeinsamer Haltung, waren wieder am niedrigsten. Damit wurde ein weiteres Mal die herausragende Performance der Herkunft CZ1 bestätigt.

In die Auswertung der Leistungsprüfung wie auch in den anschließenden Untersuchungen zur Produktqualität gehen nur die Ergebnisse der CT-Teiche ein (Tabelle 34).

Tabelle 34: Aufzuchtergebnisse der Aufzucht dreisömmeriger Karpfen in den CT-Teichen der fünf Karpfenherkünfte

VT	2	3	15	16	17	18	Mittel
Besatz							
- Mc (Stück/ha)	480	480	480	480	480	480	480
- Mc (kg/ha)	270,0	262,4	262,4	268,8	270,0	258,0	265 ± 5,0
- Mittlere Stückmasse Mc (g)	562,5	546,7	546,7	560,0	562,5	537,5	553 ± 11
- Sc (Stück/ha)	120	120	120	120	120	120	120
- Sc (kg/ha)	75,6	70,8	80,0	76,4	73,6	72,8	74,9 ± 3,2
- Mittlere Stückmasse Sc (g)	630	590	667	637	613	607	624 ± 27
Abfischung							
- Mc Stück/ha	436	436	444	432	456	400	434 ± 19
- Mc (kg/ha)	1.073	1.025	1.192	1.101	985	821	1.033 ± 126
- Mittlere Stückmasse Mc (g)	2.461	2.351	2.685	2.548	2.160	2.052	2.376 ± 239
- Sc Stück/ha	116	116	116	112	116	116	115 ± 1,6
- Sc (kg/ha)	308	298	357	313	266	262	301 ± 35
- Mittlere Stückmasse Sc (g)	2.652	2.566	3.079	2.793	2.293	2.262	2.607 ± 309
Stückverluste Mc (%)	9,2	9,2	7,5	10,0	5,0	16,7	9,6 ± 3,9
Stückverluste Sc (%)	3,4	3,4	3,4	7,1	3,4	3,4	4,1 ± 1,51
Wachstumsrate Mc (%/d)	0,84	0,83	0,91	0,87	0,77	0,77	0,83 ± 0,06
Wachstumsrate Sc (%/d)	0,84	0,84	0,87	0,84	0,75	0,75	0,82 ± 0,05
Zuwachsrate Mc (%)	2,97	2,91	3,54	3,10	2,65	2,18	2,89 ± 0,46
Zuwachsrate Sc (%)	3,07	3,20	3,47	3,09	2,61	2,60	3,01 ± 0,34
Abfischung Karpfen gesamt (kg/ha)	1.380	1.323	1.549	1.414	1.251	1.083	1.333 ± 158
Futterverbrauch (kg/ha)	1.796	1.796	1.796	1.796	1.796	1.796	1.796
FA gesamt (kg/kg Abfischung)	1,30	1,36	1,16	1,27	1,44	1,66	1,36 ± 0,17
Aufzuchtdauer (d)	175	175	175	175	175	175	175

8.3.1 Tierärztliche Untersuchungen

Vor dem Besatz im April wurden die Bestände umfangreich untersucht und beprobt. Infektionen mit KHV oder SVC-V konnten dabei nicht festgestellt werden. Der Allgemeinzustand wurde meist jedoch als nur mäßig bis schlecht bewertet, weil ein Großteil der Fische nach dem relativ warmen Winter eine schlechte Kondition, Hautveränderungen und einen Befall mit *Ichthyophthirius* sp. aufwies (s. a. Kapitel 9.3). Weitere tierärztliche klinische Untersuchungen erfolgten in allen Fischbeständen in regelmäßigen Abständen am 08.05., 15.06., 22.07., 07.08., 17.09. und 22.10.2015. Bei den Probefängen konnte jedoch nie eine repräsentative Anzahl von Probefischen gefangen werden. Lediglich im Juli wurden aus verschiedenen Versuchsteichen zusammen 30 Einzelfische parasitologisch, pathologisch-anatomisch und mit negativen Ergebnissen auf KHV untersucht. Wegen des fehlenden Stichprobenumfangs pro Teich war keine Erstellung von Wachstumskurven möglich.

Die Herbstuntersuchung des gemeinsam eingewinterten Mischbestandes fand nach der Abfischung am 01.12.2015 statt. Die Fische befanden sich in einem guten Allgemein- und Ernährungszustand, wiesen kaum Parasiten auf und wurden bakteriologisch und virologisch mit negativem Ergebnis untersucht.

Auf eine Wertung der Ergebnisse der tierärztlichen Untersuchungen für die anschließende Leistungsprüfung kann verzichtet werden, weil diese keine Hinweise auf erregerbedingte oder umweltbedingte Erkrankungen ergaben. Die geringen Stückverluste belegen diese Aussage.

8.3.2 Wasserparameter

Auch bei den regelmäßig untersuchten Wasserparametern gab es keine Unregelmäßigkeiten, die Einfluss auf die Aufzuchtergebnisse gehabt haben könnten. Die Einzeldaten der Teichkontrollen finden sich in Anlage 3.

8.3.3 Zuordnung der K₃

Mit Hilfe der etablierten Mikrosatellitenmarker wurden 400 Gewebeproben von Spiegelkarpfen erfolgreich genotypisiert und konnten eindeutig einer bestimmten Karpfenherkunft zugeordnet werden (Tabelle 35). Auf eine Genotypisierung der Schuppenkarpfen als Eigenkontrolle wurde im nunmehr dritten Versuchsjahr verzichtet, weil die Zuordnung in den ersten zwei Jahren fehlerfrei erfolgte.

Auch die Stichprobe der Speisekarpfen hatte eine ähnliche Verteilung der verschiedenen Spiegelkarpfen-Herkünfte wie die K₁- und K₂-Bestände der Vorjahre (Tabelle 35).

Tabelle 35: Ergebnisse der Zuordnung der Spiegelkarpfen (K₃) zu den einzelnen Herkünften (2014)

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Anzahl Fische in der Probe (n)	-	128	84	95	93
Anteil der Fische in der Probe der Spiegelkarpfen (%)	-	32,0	21,0	23,8	23,2

8.4 Ergebnisse Speisekarpfenaufzucht (CT)

Nach der Genotypisierung konnten aus dem aliquoten Teil der Spiegelkarpfen in der Stichprobe des jeweiligen Bestandes die Ergebnisse der K₃-Aufzucht in den CT-Teichen herkunftsbezogen berechnet werden. Die Häufigkeit des Auftretens einer Herkunft in der Genotypisierungsprobe war in gleicher Weise Grundlage für die Berechnung der übrigen Produktionskennzahlen, sowohl bei Besatz als auch bei der Abfischung. Aus der Rückrechnung aus den per Genotypisierung zugeordneten K₂ errechnete sich eine Gesamtbesatzmenge von 267 kg/ha Spiegelkarpfen (Tabelle 36). Dieser Wert stimmt wiederum sehr gut mit der tatsächlichen Besatz-

menge an Spiegelkarpfen in den CT-Teichen (im Mittel 265 kg/ha, s. Tabelle 34) überein, was für eine recht hohe Genauigkeit der errechneten Ergebnisse der einzelnen Produktionsstufen spricht.

Tabelle 36: Aufzuchtergebnisse bei der Speisekarpfenerzeugung in den CT-Teichen der fünf Karpfenherkünfte (Berücksichtigung der unterschiedlichen Anteile der Spiegelkarpfen-Herkünfte bereits beim Besatz der K2 aus Versuchsjahr 2014 (s. Tabelle 31))

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Besatz					
- Anteil MrC (%)	-	38,6	21,9	20,7	18,8
- Stück/ha	120	185	105	99	91
- kg/ha	74,9	100,6	53,9	59,6	52,9
- Mittlere Stückmasse (g)	624	544	513	602	582
Abfischung					
- Anteil MrC (%)	-	32,0	21,0	23,8	23,2
- Stück/ha	115	139	91	103	101
- Stück/ha (korrigiert)	-	143	91	99	91
- kg/ha	301	288	203	273	242
- Mittlere Stückmasse (g)	2.607	2.071 ± 384	2.232 ± 329	2.655 ± 390	2.400 ± 486
Aufzuchtdauer (d)	175	175	175	175	175
Stückverluste (%)	4,1	22,7	13,3	0	0

Die besten Aufzuchtergebnisse erreicht, wie in den ersten beiden Produktionsstufen, die Herkunft CZ1. Sowohl bei Stückverlusten als auch beim individuellen sowie beim Flächenzuwachs erreichte dieser Zuchtstamm Spitzenwerte, die über denen aller Spiegelkarpfenherkünfte lagen. Bei den Spiegelkarpfen führte beim Flächenzuwachs erstmals die Herkunft SN1 die Rangliste an (Abbildung 59). Bei den erreichten mittleren Stückmassen schlägt die Herkunft SN1 sogar die tschechischen Schuppenkarpfen (Abbildung 60).

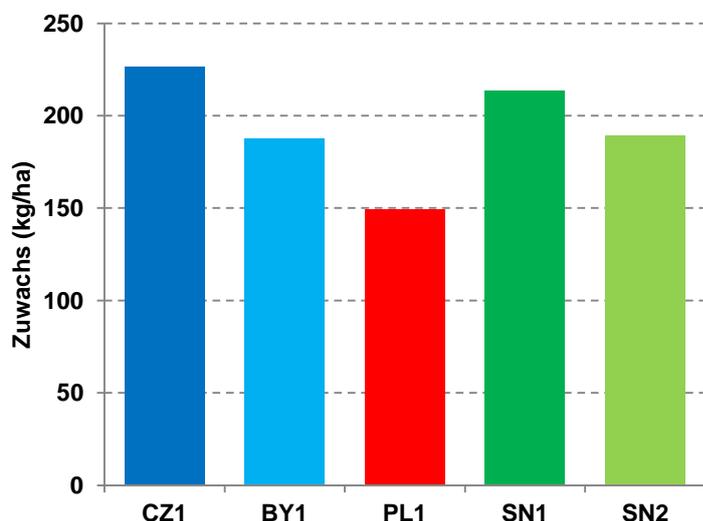


Abbildung 59: Bei der K₃-Aufzucht in gemeinsamer Aufzucht erreichter Flächenzuwachs der einzelnen Herkünfte

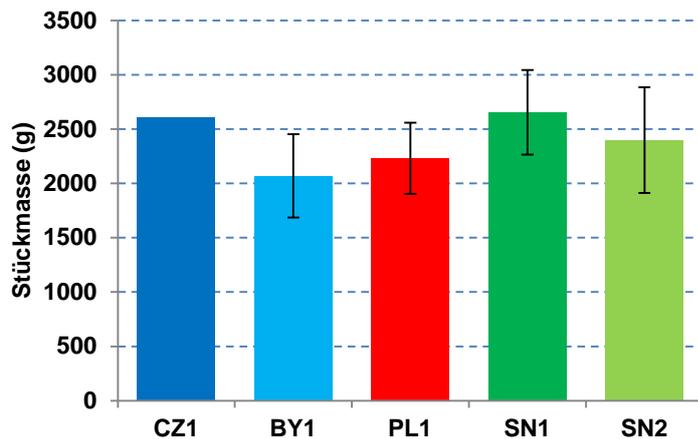


Abbildung 60: Bei der K₃-Aufzucht in gemeinsamer Aufzucht erreichte Stückmassen der einzelnen Herkünfte; Mittelwerte und Standardabweichung

9 Ergebnisse der tierärztlichen Betreuung

9.1 Ergebnisse aus den fischgesundheitlichen Untersuchungen 2013

Die erste Untersuchung erfolgte nach Beendigung der Vorstreckperiode im Juni 2013 (Abbildung 61). Die Entwicklung der Fische der Herkünfte BY1, PL1 und SN1 und ihr Allgemeinzustand wurden bis dahin als gut bewertet. Bei CZ1 war ein für das Alter auffälliger Befall mit einzelligen Außenparasiten (Trichodina) feststellbar. Im Bestand SN2 wurden vereinzelte Schwanzspitzen- und Sekundärlamellennekrosen der Kiemen nachgewiesen. Es wurde trotz des geringen Alters eine KHV-Untersuchung eingeleitet, die ein negatives Ergebnis brachte.



Abbildung 61: K_V-Untersuchung

Die weiteren Untersuchungen 2013 sind in Tabelle 37 dargestellt. Im Verlauf des Jahres wurde in den Beständen BY1 und SN1 sowie in zwei der vier Bestände mit CT ein starker Befall mit Bandwürmern verschiedener Gattungen (*Atractolytocestus*, *Bothriocephalus*) festgestellt. Nach einer Behandlung über das Futter waren in der Nachuntersuchung nur noch wenige oder keine Cestoden mehr nachweisbar. Ende September wurde der Bestand SN1 aufgrund schlechter Futteraufnahme separat untersucht. Dabei wurde sowohl klinisch als auch histologisch mittel- bis hochgradig Karpfenpocken diagnostiziert. Nachdem alle untersuchten Bestände zur Herbstuntersuchung im Oktober (Abbildung 62) mit einem guten Allgemeinzustand eingeschätzt wurden, musste SN1/BY1 im November erneut untersucht werden. Der Grund war vermehrtes Scheuern, das auf einen mittelgradigen Befall mit Ektoparasiten zurückgeführt wurde.

Alle im Jahr 2013 durchgeführten KHV-Untersuchungen ergaben negative Befunde.



Abbildung 62: Herbstuntersuchung der K₁, in diesem Fall SN1

Tabelle 37: Fischgesundheitliche Untersuchungen im Jahr 2013

Datum	Bestand	Altersstufe	durchgeführte Untersuchung	Hauptergebnis/Bemerkung	Allgemeinzustand
20.06.13	CZ1	Kv	Sektion, Parasitologie	Trichodina +/+++	noch gut
20.06.13	PL1	Kv	Sektion, Parasitologie		gut
21.06.13	SN1	Kv	Sektion, Parasitologie	leichter Fettansatz am Darm	gut
21.06.13	BY1	Kv	Sektion, Parasitologie		gut
03.07.13	SN2	Kv	Sektion, Parasitologie, KHV	z. T. Nekrose der Schwanzspitzen und Kiemen- sekundärlamellen, KHV-negativ	mäßig
02.09.13	BY1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	große Gewichtsunterschiede, Bandwürmer +++ , Behandlung , KHV-negativ	mäßig
02.09.13	SN2	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	z. T. leichte Geschwürbildung Kopf und Seite, Trichodina ++, Gyrodactylus +, KHV-negativ	mäßig
02.09.13	PL1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	Kiemenschwellung, Trichodina ++, Mucophilus ++, KHV-negativ	mäßig
02.09.13	CZ1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	rel. gleichmäßig, KHV-negativ	gut
02.09.13	SN1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	Kiemenschwellung, Argulus +, Mucophilus ++, KHV-negativ Bandwürmer +++ , Behandlung	mäßig
04.09.13	CT VT2	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	KHV-negativ	gut
04.09.13	CT VT15	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	KHV-negativ	gut
04.09.13	CT VT3	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	Bandwürmer ++ , Behandlung , KHV-negativ	mäßig
04.09.13	CT VT11	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	Bandwürmer +++ , Behandlung , KHV-negativ	mäßig
18.09.13	SN1	K ₁	Sektion, Parasitologie, Histologie, EIMi	schlechte Futteraufnahme, Karpfenpocken , EIMi: Herpesviren, Rhabdoviren	mäßig, z.T. schlecht
27.09.13	SN1	K ₁	Sektion, Parasitologie	Behandlungskontrolle	gut
27.09.13	BY1	K ₁	Sektion, Parasitologie	Behandlungskontrolle	gut
22.10.13	CT VT11	K ₁	Sektion, Parasitologie, BU	Behandlungskontrolle, Kiemenmyxosporidiose, z. T. Milzschwellung, <i>Aeromonas veronii</i>	mäßig
22.10.13	CZ1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	KHV-negativ	gut
22.10.13	PL1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	KHV-negativ	gut
25.10.13	SN2	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	Bandwürmer +/+++ , KHV-negativ	gut
25.10.13	BY1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	KHV-negativ	gut
25.10.13	SN1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV	KHV-negativ	gut
13.11.13	SN1/BY1	K ₁	Sektion, Parasitologie	Scheuern, Trichodina ++, Argulus +	mäßig
27.12.13	alle	K ₁	klinische Untersuchung	obB	obB

- = nicht vorhanden, (+) = vereinzelt, + = geringgradig, ++ = mittelgradig, +++ = hochgradig, obB = ohne besonderen Befund

9.2 Ergebnisse aus den fischgesundheitlichen Untersuchungen 2014

Vor dem Besatz im Frühjahr 2014 erfolgte die gesundheitliche Untersuchung der Tiere. Die Proben für die Frühjahrsuntersuchung wurden Mitte März direkt aus der Halteranlage entnommen. Neben einer Sektion mit anschließenden parasitologischen Untersuchungen wurden auch Laboruntersuchungen auf KHV- und SVC-Genom eingeleitet, die alle mit negativen Ergebnissen abgeschlossen wurden. Aufgrund von mittelgradigem Befall mit *Ichthyophthirius sp.* (Abbildung 63), Rötungen im Ventralbereich bei 75 % der Tiere, teilweiser Milzschwellung und ödematösen Organen mit bakteriologischem Nachweis von *Aeromonas veronii* und *A. bestiarum* befanden sich die Fische aus dem Bestand PL1 in einem nur mäßigen, teils schlechten Allgemeinzustand. Der Allgemeinzustand der übrigen Bestände wurde als gut oder noch gut bewertet. Die Tiere der Herkunft SN1 verfügten über eine schlechte Kondition. Die K₁ der Herkünfte SN2 und CZ1 wiesen einen mittelgradigen Befall mit *Chilodonella sp.* auf, der durch ein Kurzbad mit Natriumchlorid beseitigt werden konnte.



Abbildung 63: Ichthyophthirius-Befall bei K₁ (PL1) im Frühjahr 2014

Einzelheiten zu diesen und zu den weiteren Untersuchungen des Jahres 2014 können der Tabelle 38 entnommen werden.

Die Sommeruntersuchung erfolgte Anfang September nur für den CT-Mischbestand, wobei stichprobenartig zehn Fische aus jedem der fünf Teiche entnommen wurden. Bei gutem Allgemeinzustand waren keine Unterschiede zwischen den Teichen feststellbar. Insgesamt war ein nur geringgradiger Befall mit Ekto- und Endoparasiten vorhanden, die bei der Herkunft CZ1 (an ihrer Beschuppung erkennbar) noch schwächer ausfiel. Bei den klinischen Untersuchungen aller Bestände über die Produktionsperiode fiel bereits im August der Bestand PL1 durch ungewöhnlich klares Wasser und massenhaftes Aufkommen von Daphnien auf. Beides deutet auf eine geringe Fischdichte hin. Tatsächlich fehlten bei der Herbstabfischung in den beiden mit PL1 besetzten Teichen etwa 90 % der besetzten Fische. Die daraufhin eingeleitete KHV-Untersuchung erbrachte ein negatives Ergebnis. Die unbemerkten Verluste müssen früh im Jahr eingetreten sein, weil die überlebenden Fische eine überdurchschnittliche Lebendmasseentwicklung hatten.

Tabelle 38: Fischgesundheitliche Untersuchungen im Jahr 2014

Datum	Bestand		durchgeführte Untersuchung	Hauptergebnis/Bemerkung	Allgemeinzustand
19.03.14	SN1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV, SVC	Kondition -/+, Chilodonella +, KHV-negativ, SVC-negativ	noch gut
19.03.14	BY2	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV, SVC, Histologie	Kondition +, Chilodonella +, Gyrodactylus +, vereinzelt Gallestau, KHV-negativ, SVC-negativ	gut
19.03.14	PL1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV, SVC, BU	Ichthyophthirius ++ , Chilodonella +, Gyrodactylus +, gerötete Bäuche, Milzschwellung, ödematöse Organe, <i>Aeromonas veronii</i> / <i>A. bestiarum</i> , KHV-negativ, SVC-negativ	mäßig, teils schlecht
19.03.14	SN2	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV, SVC, EIMi	Chilodonella ++ , EIMi: Reoviren, KHV-negativ, SVC-negativ	(noch) gut
19.03.14	CZ1	K ₁	Sektion, Parasitologie, KHV, SVC, EIMi	Chilodonella ++ , KHV-negativ, SVC-negativ	(noch) gut
10.04.14	Mischbestand	K ₁	Sektion, Parasitologie	Springen, diverse Parasiten, v.a. Argulus ++, Kondition -/+	mäßig
23.05.14	alle	K ₁₋₂	klinische Untersuchung	beginnende Trübung	obB
30.06.14	alle	K ₁₋₂	klinische Untersuchung	trübes Wasser	obB
18.07.14	alle	K ₁₋₂	klinische Untersuchung	Blualgen ++, pH 8,9	obB
14.08.14	alle	K ₁₋₂	klinische Untersuchung	PL1: klares Wasser, massenhaft Daphnien, übrige: z. T. Blualgen ++	PL1: wenig Fische?
08.09.14	CT VT21	K ₂	Sektion, Parasitologie		
10.09.14	CT VT22	K ₂	Sektion, Parasitologie		
10.09.14	CT VT23	K ₂	Sektion, Parasitologie	guter Ernährungszustand, Trichodina +/++, außer CZ1 -/(+), ca. 50 % mit Gonadenansatz, keine Unterschiede zwischen den Versuchsteichen	gut
11.09.14	CT VT17	K ₂	Sektion, Parasitologie		
16.09.14	CT VT16	K ₂	Sektion, Parasitologie		
14.10.14	alle	K ₂	Klinische Untersuchung	obB	obB
18.11.14	PL1	K ₂	klinische Untersuchung, KHV	bei Abfischung fehlen 90 % , keine Verluste bemerkt, Überlebende sehr groß, KHV-negativ	gut
02.12.14	CT VT16 CT VT17 CT VT21 CT VT22 CT VT23	K ₂	Sektion, Parasitologie, KHV	guter Ernährungszustand, kaum Ektoparasiten, ca. 90 % mit Gonadenansatz, KHV-negativ	gut

- = nicht vorhanden, (+) = vereinzelt, + = geringgradig, ++ = mittelgradig, +++ = hochgradig, obB = ohne besonderen Befund

Nach der Abfischung im November wurde die Herbstuntersuchung des CT-Mischbestandes inklusive KHV-Untersuchung Anfang Dezember 2014 durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass die Fische mit gutem Allgemeinzustand in die Winterung gehen konnten.

9.3 Ergebnisse aus den fischgesundheitlichen Untersuchungen 2015

Auch vor dem Besatz im April und im Laufe des Jahres 2015 wurden die Bestände umfangreich untersucht und beprobt. Bei der Frühjahrsuntersuchung konnten keine Infektionen mit KHV oder SVC-V festgestellt werden. Der Allgemeinzustand wurde meist als nur mäßig bis schlecht bewertet, weil ein Großteil der Fische eine schlechte Kondition, Hautveränderungen und Befall mit *Ichthyophthirius sp.* aufwies. Lediglich die Bestände BY1/SN1 und PL1 wurden im Allgemeinzustand als noch gut bis mäßig eingestuft. Weitere Untersuchungen erfolgten in allen Fischbeständen in regelmäßigen Abständen wie aus Tabelle 39 ersichtlich ist.

Tabelle 39: Fischgesundheitliche Untersuchungen im Jahr 2015

Datum	Bestand	durchgeführte Untersuchung	Hauptergebnis/Bemerkung	Allgemeinzustand
09.04.15	CZ1	K ₂ Sektion, Parasitologie, KHV, SVC	Kondition -/+, Ichthyophthirius ++, Hautveränderungen, KHV-negativ, SVC-negativ	mäßig
09.04.15	SN1	K ₂ Sektion, Parasitologie, KHV, SVC	Kondition -/+, Ichthyophthirius +++, Hautveränderungen, KHV-negativ, SVC-negativ	noch mäßig bis schlecht
10.04.15	SN2	K ₂ Sektion, Parasitologie, KHV, SVC	Kondition -, Ichthyophthirius ++, Hautveränderungen, KHV-negativ, SVC-negativ	noch mäßig
10.04.15	PL1	K ₂ Sektion, Parasitologie, KHV, SVC	Kondition +, Ichthyophthirius +/++, vereinzelt Hautveränderungen, KHV-negativ, SVC-negativ	noch gut bis mäßig
14.04.15	BY1/SN1	K ₂ Sektion, Parasitologie, KHV, SVC	Kondition -/+, Ichthyophthirius +/++, vereinzelt Hautveränderungen, KHV-negativ, SVC-negativ	noch gut bis mäßig
08.05.15	alle	K ₂ klinische Untersuchung	pH z. T. 9,1, sonst obB	obB
15.06.15	alle	K ₂ klinische Untersuchung	leichte Trübung, Blaualgen +	obB
22.07.15	CT VT15	K ₂₋₃ Sektion, Parasitologie, KHV	guter Ernährungszustand, Trichodina, Costia, Dactylogyrus, Ichthyo. Spiegelkarpfen -/+, CZ1 -/(+), 100 % mit Gonadenansatz, keine Unterschiede zwischen den Versuchsteichen	gut
22.07.15	CT VT2	K ₂₋₃ Sektion, Parasitologie, KHV		
23.07.15	CT VT16	K ₂₋₃ Sektion, Parasitologie, KHV		
23.07.15	CT VT17	K ₂₋₃ Sektion, Parasitologie, KHV		
27.07.15	CT VT18	K ₂₋₃ Sektion, Parasitologie, KHV		
27.07.15	CT VT3	K ₂₋₃ Sektion, Parasitologie, KHV		
07.08.15	alle	K ₂₋₃ klinische Untersuchung	Blaualgen +/+++	obB
17.09.15	alle	K ₃ klinische Untersuchung	Blaualgen +/+++	obB
22.10.15	alle	K ₃ klinische Untersuchung	obB	obB
01.12.14	CT VT2 CT VT3 CT VT15 CT VT16 CT VT17 CT VT18	K ₃ Sektion, Parasitologie, BU, KHV	guter Ernährungszustand, keine oder wenige Parasiten, BU: keimfrei, KHV-negativ	gut

- = nicht vorhanden, (+) = vereinzelt, + = geringgradig, ++ = mittelgradig, +++ = hochgradig, obB = ohne besonderen Befund

Zur Sommeruntersuchung im Juli wurden aus den sechs verschiedenen CT-Versuchsteichen insgesamt 30 Einzelfische parasitologisch, pathologisch-anatomisch und mit negativen Ergebnissen auf KHV untersucht. Alle untersuchten Fische waren gut genährt, wiesen keine oder nur wenige Ekto- und Endoparasiten auf und befanden sich in einem guten Allgemeinzustand. Nur in Fischen aus VT3 kamen Bandwürmer der Gattung *Atractolytocestus* geringfügig häufiger vor, wodurch der Allgemeinzustand der K₂₋₃ jedoch nicht beeinträchtigt wurde.

Die Herbstuntersuchung des vermischten Bestandes aller CT-Teiche fand am 01.12.2015 aus dem Hälterbestand statt. Die Fische befanden sich in einem guten Allgemein- und Ernährungszustand, wiesen kaum Parasiten auf und wurden bakteriologisch und virologisch mit negativem Ergebnis untersucht.

9.4 Zusammenfassung und Wertung der Fischgesundheit im Projektzeitraum

Während der gesamten Projektlaufzeit blieben die Fischbestände frei von Virusinfektionen wie KHV-I oder SVC. Im ersten Herbst trat jedoch eine klinisch apparente Karpfenpockeninfektion im Bestand SN1 auf, die in den Folgejahren keine Probleme mehr bereitete und nicht auf die anderen Bestände übergriff. Auch in den CT-Beständen wurden Karpfenpocken über den gesamten Zeitraum nicht klinisch apparent, was auf einen guten Zustand des Immunsystems der Fische hindeutet.

Bakterielle Infektionen waren im Untersuchungszeitraum unbedeutend, bis auf einen Fall. Im Frühjahr 2014 wurden aus K₁ des Bestandes PL1 fakultativ pathogene *Aeromonas veronii* und *A. bestiarum* isoliert. Zusätzlich litten die Fische an Ichthyophthiriose und befanden sich in einem mäßigen bis schlechten Allgemeinzustand. Ob die unbemerkten Verluste im Verlauf des Frühjahres 2014 allein darauf zurückzuführen waren oder ein weiterer Faktor hinzukam, konnte im Nachhinein nicht mehr geklärt werden.

Bei den durchgeführten parasitologischen Untersuchungen ist der Befall mit Bandwürmern im ersten Jahr erwähnenswert, weil er in einigen Beständen so stark war, dass eine Behandlung erforderlich wurde. Die Unterschiede in der Befallsrate sind jedoch nicht auf die Karpfenherkunft zurückzuführen, sondern eher auf die Lage der Versuchsteiche und das Aufkommen von infizierten Zwischenwirten. Dafür spricht, dass drei Teiche betroffen waren, die nebeneinander liegen und dass zwei von vier CT-Beständen behandelt werden mussten. Bandwurmbefall bei K₁ ist in der sächsischen Teichwirtschaft ein häufiger Befund. Weiterhin fiel im Frühjahr 2015 der in allen K₂-Beständen vorhandene Ichthyophthirius-Befall auf. Dieser wurde auf den relativ warmen Winter zurückgeführt, der die Fische in der Winterung geschwächt und auch zu Konditionsmängeln und Hautschäden geführt hatte. Von diesen Beeinträchtigungen erholten sich die Bestände im Verlauf des Jahres gut.

Abgesehen von den hohen Verlusten bei K₁₋₂ der Herkunft PL1 handelte es sich aus fischgesundheitlicher Sicht um einen durchschnittlichen Produktionszyklus 2013 bis 2015.

10 Gesamtüberlebensrate

Nach der dreisömmerigen Aufzucht in Teichen war es möglich, aus den Überlebensraten beim Vorstrecken, in den drei Aufzuchtsommern und den beiden Überwinterungen eine Gesamtüberlebensrate für die geprüften Herkünfte zu berechnen.

Wesentlichen Anteil am guten Abschneiden der Herkünfte CZ1 und BY1 in den Bewertungen der Aufzuchtparameter hatten die Stückverluste. Die Herkünfte CZ1 und BY1 hatten besonders niedrige Gesamtverluste. Von 100 Stück K_0 konnten von der Herkunft CZ1 immerhin 35, von BY1 noch 19 Speisekarpfen erzeugt werden (Abbildung 64)! An den sehr guten Überlebensraten der Herkünfte BY1 und CZ1 ändert sich auch nichts, wenn man die ungenauen Daten der Vorstreckperiode unberücksichtigt lässt (Abbildung 65). Allerdings wird dann die herausragende Stellung der Schuppenkarpfen noch deutlicher. Von 100 ausgesetzten vorgestreckten Karpfen der Linie CZ1 überlebten im Mittel 82 Individuen bis zum Speisekarpfen! Bei BY1 betrug diese Gesamtüberlebensrate 61 %. Der Herkunft BY1 kann deshalb unter allen geprüften Spiegelkarpfenlinien eine besonders geringe Verlustanfälligkeit bescheinigt werden.

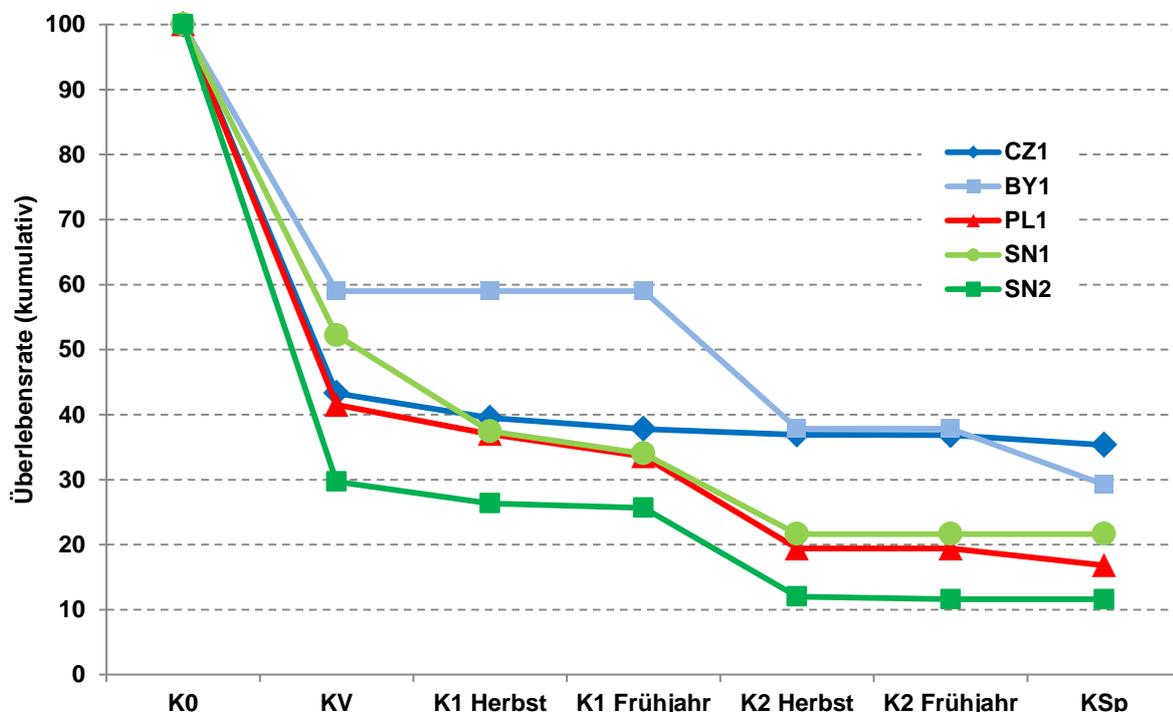


Abbildung 64: Überlebensrate (kumulativ) der fünf geprüften Karpfenherkünfte; Ausgang je 100 Stück Karpfenbrut (K_0)

Die besonders hohe Widerstandsfähigkeit der Herkunft SN2 gegen das KH-Virus spiegelte sich in der hier betrachteten Gesamtüberlebensrate im Teich (ohne KHV-Infektion) nicht wider. Vielmehr hatte die Herkunft SN2 in der Teichaufzucht in der Summe die geringsten Überlebensraten. Allerdings blieben die Aufzuchtversuche in der Lehr- und Versuchsteichanlage in allen drei Altersstufen und in den Überwinterungen ohne KHV-Nachweis, sodass die in der dreijährigen Aufzucht aufgetretenen Verluste Ausdruck der allgemeinen Vitalität der untersuchten Linien sind.

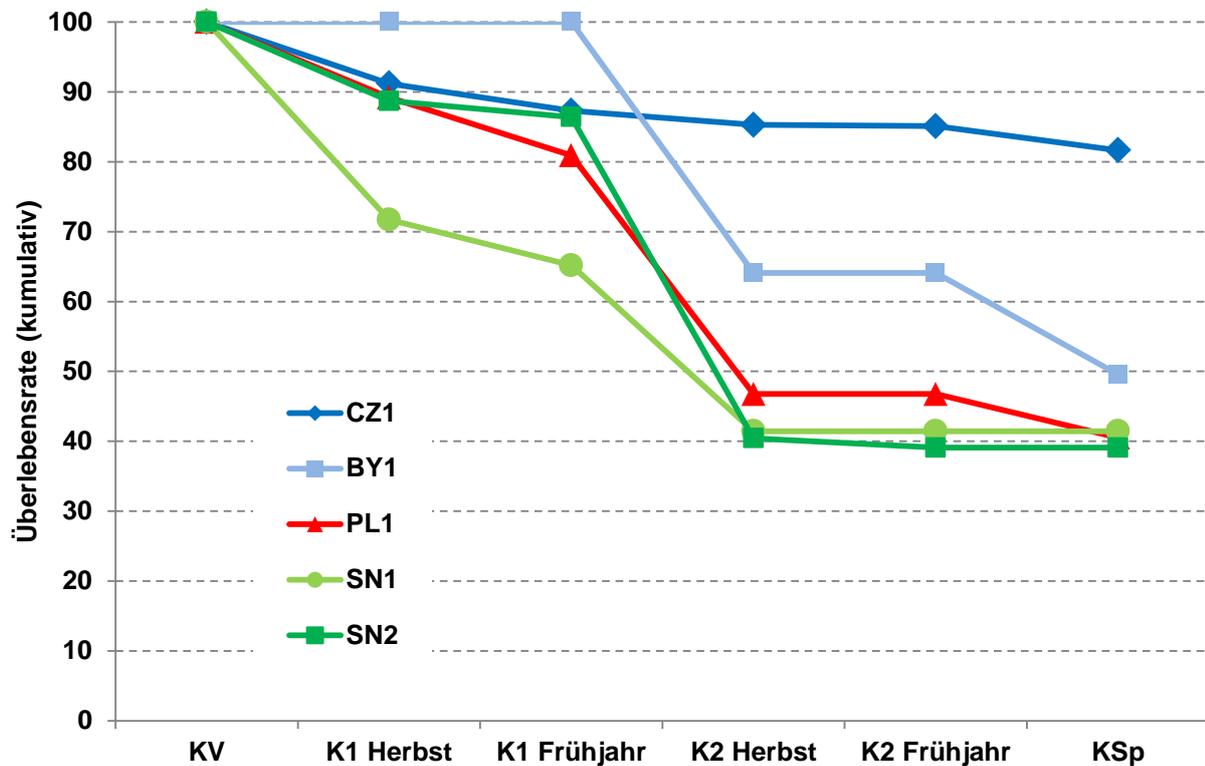


Abbildung 65: Überlebensrate (kumulativ) der fünf geprüften Karpfenherkünfte; Ausgang je 100 Stück vorgestreckte Karpfen (K_v)

11 Ergebnisse der Untersuchungen zur Produktqualität

11.1 Produktqualität der zweisömmerigen Karpfen

Die Untersuchungen zur Produktqualität der großen zweisömmerigen Satzkarpfen erfolgten an den 448 eindeutig zu einer Herkunft zugeordneten Fischen mit den in Kapitel 4.8 beschriebenen Methoden. Nach Validierung der Daten und Ausschluss einzelner, offenbar fehlerhafter Datensätze gingen letztlich die in Tabelle 40 genannten Fälle in die statistische Auswertung ein. Zwei Datensätze mussten auf Grund offensichtlicher Fehlerhaftigkeit getilgt werden.

Tabelle 40: Anzahl Fische je Herkunft für die Schlachtkörperanalytik

Herkunft	Anzahl (n)
BY1	161
PL1	91
CZ1	30
SN1	87
SN2	79
Summe	448

11.1.1 Morphometrische Kennzahlen

Tabelle 41 listet die Mittelwerte der morphometrischen Daten sowie die der daraus errechneten Konditionsparameter der untersuchten zweisömmerigen Karpfen auf.

Tabelle 41: Morphologische und physiologische Kennzahlen aller Schlachtkörper der zweisömmerigen Karpfen (2014); Mittelwerte und Standardabweichungen; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz (t-Test [$\alpha < 0,05$])

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Mittlere Stückmasse (g)	912 ± 179 ^a	544 ± 117 ^b	509 ± 110 ^c	606 ± 147 ^d	577 ± 173 ^{b,d}
Korpulenzfaktor (K _L)	1,60 ± 0,10 ^a	1,70 ± 0,22 ^b	1,64 ± 0,84 ^{a,c}	1,66 ± 0,12 ^{b,c}	1,64 ± 0,11 ^c
Körperlängen/ Höhenverhältnis (L/H)	3,35 ± 0,14 ^a	3,03 ± 0,17 ^b	3,13 ± 0,11 ^c	3,12 ± 0,13 ^c	3,11 ± 0,13 ^c
Fettgehalt (DISTELL [®]) in %	4,72 ± 0,95 ^a	3,72 ± 0,60 ^b	4,36 ± 0,76 ^{a,c}	4,20 ± 0,77 ^c	3,99 ± 0,77 ^d
Kopflänge (% der Gesamtfischlänge L _T)	23,0 ± 1,0 ^a	22,9 ± 1,0 ^a	22,5 ± 0,9 ^b	22,9 ± 0,8 ^a	23,2 ± 0,9 ^a
Filetanteil mit Haut (%)	46,7 ± 3,3 ^a	40,1 ± 2,5 ^b	41,5 ± 2,0 ^c	41,1 ± 2,6 ^c	39,6 ± 2,6 ^d
Filetanteil ohne Haut (%)	37,8 ± 2,8 ^a	33,9 ± 2,3 ^b	35,0 ± 1,9 ^c	34,5 ± 2,5 ^c	33,5 ± 2,6 ^d
Hautanteil (%)	8,93 ± 0,64 ^a	6,29 ± 1,16 ^b	6,50 ± 0,71 ^b	6,68 ± 0,68 ^c	6,11 ± 0,62 ^{b,d}

Auf den ersten Blick auffällig war die deutlich höhere mittlere Stückmasse der Fische der Herkunft CZ1, die über der aller Spiegelkarpfenbestände lag. Dies resultiert aus der bewusst zufälligen Entnahme der Stichproben sowohl bei den Schuppen- als auch bei den Spiegelkarpfen und entsprach den Ergebnissen der Aufzuchtversuche (Abbildung 66). Auch die Stichproben der anderen Herkünfte unterscheiden sich teilweise signifikant. Die Differenzen zwischen den mittleren Stückmassen der zu vergleichenden Herkünfte folgten aber ebenfalls der Rangfolge, die denen der Ergebnisse der Teichaufzucht entsprachen (Tabelle 33). Damit war die Stichprobe entsprechend der Leistung im Aufzuchtversuch gut randomisiert. Bei Ausgleich der Stückmasse auf ein gemeinsames Mittel aller Bestände hätte man bei den Beständen mit hohen mittleren Stückmassen die Produktqualität von Nachwüchsern bewertet, bei den Beständen mit kleinen mittleren Stückmassen die von Vorwüchsern.

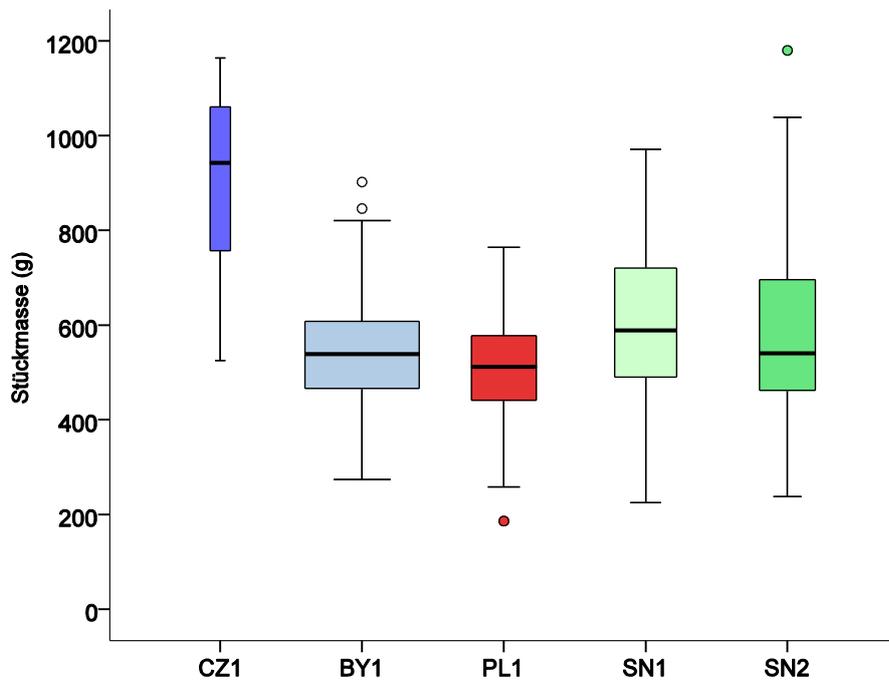


Abbildung 66: Boxplot der mittleren Stückmasse aller 450 K₂ für die Schlachtkörperanalytik. Die Balkenbreite bildet die Stichprobengröße der einzelnen Herkünfte ab.

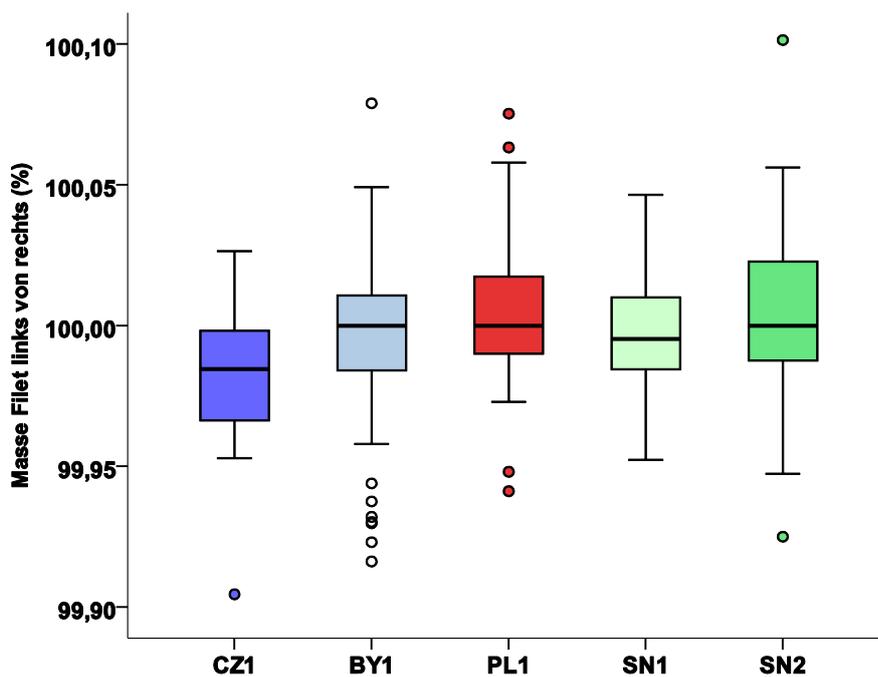


Abbildung 67: Boxplot der Abweichungen der Mittelwerte der Massen des linken und rechten Filets der für die Bewertung von Schlachtkörper und Produktqualität genutzten Karpfen

Unbedingt hinzuweisen ist auf die hohe Genauigkeit des Schlachtteams bei der Filetierung. Obwohl mehrere Personen mit der Filetierung befasst waren, unterschieden sich die Anteile des rechten und linken Filets praktisch nicht (Abbildung 67). Die mittleren Differenzen lagen bei unter 0,1 % und wichen zu Gunsten des linken

und des rechten Filets voneinander ab. Damit konnten weitere Analysen auch von jeweils nur einem Filet je Fisch erfolgen, ohne dass hier ein systematischer Fehler zu befürchten war.

Der Korpulenzfaktor ist ein Konditionsparameter, der die Masse des Fisches im Verhältnis zu seinem Volumen bewertet. Ein niedriger Korpulenzfaktor war in den Untersuchungen jedoch kein Zeichen schlechter Kondition, sondern dürfte wegen der Aufzucht unter den gleichen Umwelt- und Ernährungsbedingungen genetisch fixiert sein.

Die Korpulenzfaktoren der geprüften Bestände unterscheiden sich insgesamt nur geringfügig, zwischen einzelnen Herkünften aber durchaus signifikant. Die höchste Korpulenz wiesen die K_2 der Herkunft BY1 (Abbildung 68) auf. Die Korpulenz dieser Fische war mit Ausnahme der vergleichbar hochrückigen Herkunft SN1 signifikant höher als bei allen anderen Beständen. Die niedrigste Korpulenz aller Bestände hatte die Herkunft CZ1. Mit Ausnahme zur Herkunft PL1 ist diese Differenz zu den anderen Beständen signifikant.

Beim Körperlängen-Höhen-Verhältnis ergibt sich in der Rangfolge ein nahezu identisches Bild. L/H bildet die Hochrückigkeit bzw. Gestrecktheit des Körpers ab und dokumentiert eher das Zuchtziel als einen Qualitätsparameter für den Ernährungszustand.

Nach den Untersuchungen hatte Stamm BY1 das höchste, Stamm CZ1 das geringste Körperlängen-Höhen-Verhältnis (Abbildung 69). Die Herkünfte CZ1 und BY1 unterscheiden sich signifikant von den Herkünften PL1, SN1 und SN2, bei denen das Körperlängen-Höhen-Verhältnis statistisch nicht unterschiedlich war.

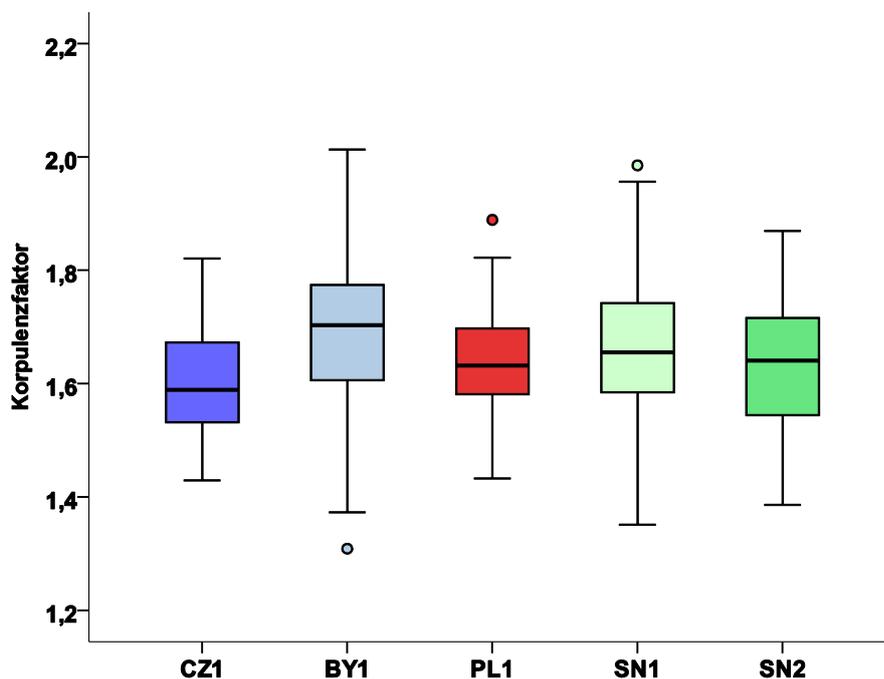


Abbildung 68: Boxplot des Korpulenzfaktors aller 450 vermessenen K_2

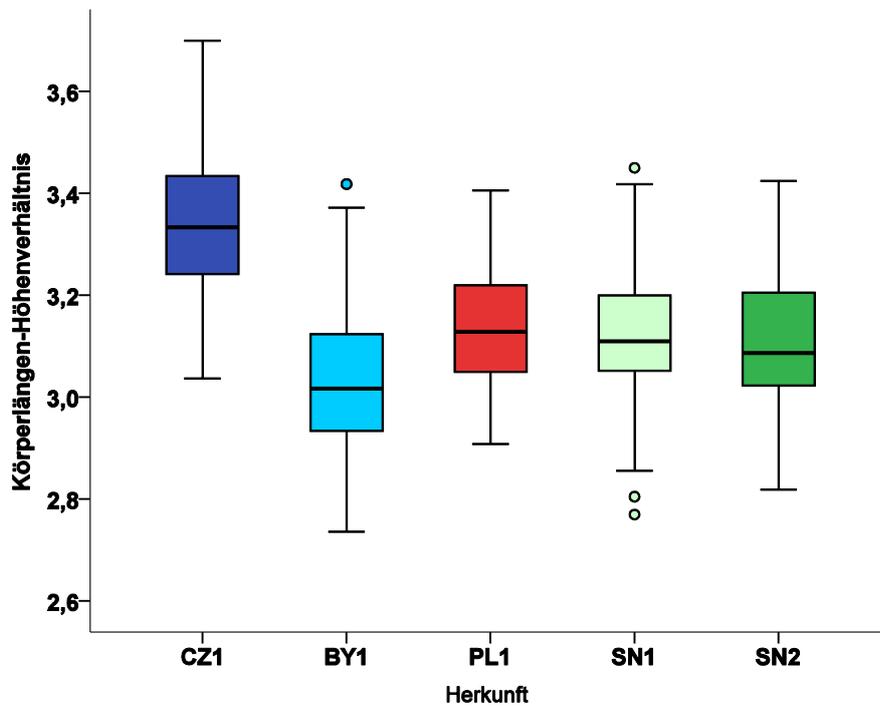


Abbildung 69: Boxplot des Körperlängen-Höhen-Verhältnisses aller 450 vermessenen K₂

Anders als die Form des Karpfens, die je nach Zuchtziel mehr langgestreckt oder mehr gedrungen sein kann, ist ein möglichst kleiner Kopf ein anstrebenswertes Ziel. Ein kleiner (und kurzer) Kopf korreliert in der Regel mit einem erwünscht hohen Filetanteil. Das ist auch aus den Daten ansatzweise zu erkennen (Abbildung 70). Den relativ kleinsten Kopf hatte die Herkunft PL1. Diese Linie unterschied sich signifikant von allen anderen Herkünften, deren Kopflängen sich wiederum untereinander nicht signifikant unterschieden (Abbildung 71).

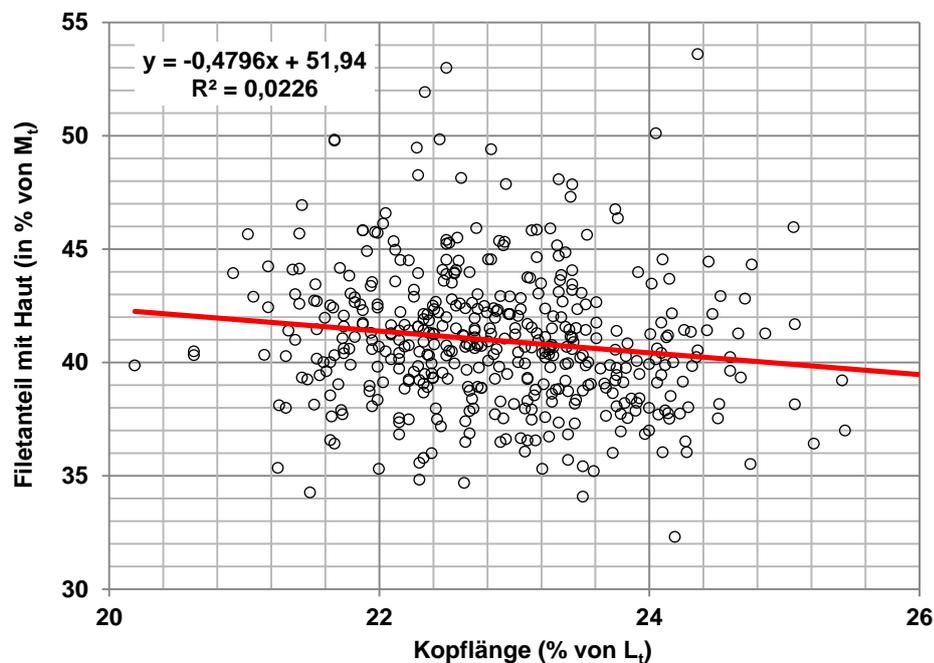


Abbildung 70: Abhängigkeit des Filetanteils (mit Haut) von der relativen Kopflänge bei den untersuchten zweisömmerigen Karpfen (Datensätze aller Herkünfte)

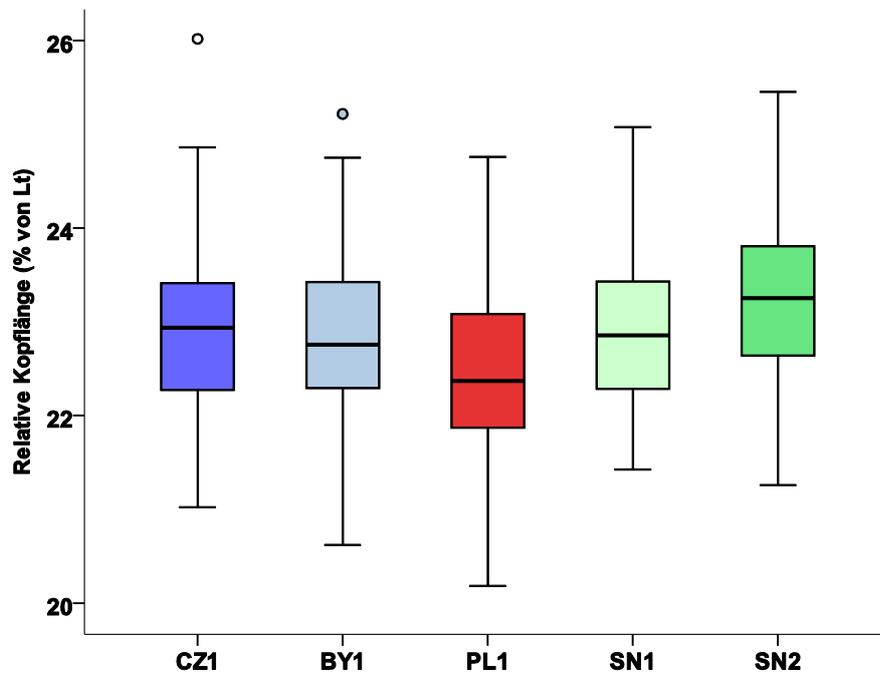


Abbildung 71: Boxplot der Relativen Kopflänge aller 450 K₂ (Anteil Kopflänge von Gesamtlänge in %), gemessen am frisch toten Schlachtkörper

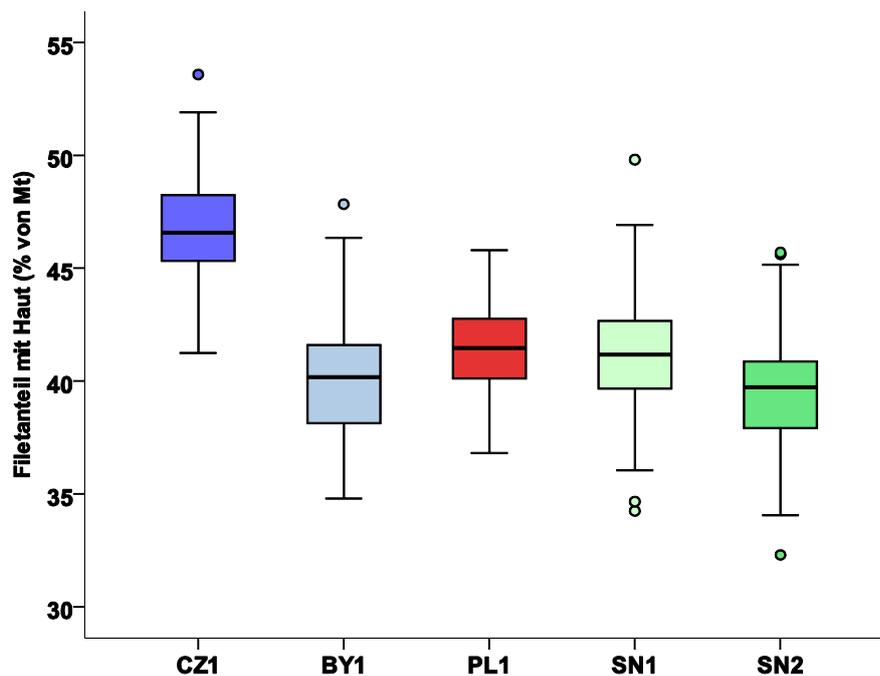


Abbildung 72: Boxplot Filetanteil mit Haut (Filet in % der Fischgesamtmasse)

Abbildung 72 und Abbildung 73 zeigen die Boxplots der Filetausbeute der untersuchten Karpfenbestände. Der Filetanteil mit Haut liegt demnach bei den untersuchten Karpfenbeständen im Mittel zwischen 39,6 und 46,7 %. Wegen des erwartungsgemäß höheren Gewichts der Haut mit Schuppen haben die Schuppenkarpfen der Herkunft CZ1 einen um ca. 6 % signifikant höheren Filetanteil mit Haut (Abbildung 74). Der Einfluss der

Schuppen ist aber offensichtlich nicht so groß, dass der Vorsprung beim Filetanteil ohne Haut aufgezehrt wird. Deshalb hatten die Schuppenkarpfen trotz höherem Hautanteil immer noch den höchsten Filetanteil ohne Haut. Der Filetanteil der Schuppenkarpfen lag ohne Haut immer noch etwa 3 % über dem der Spiegelkarpfen.

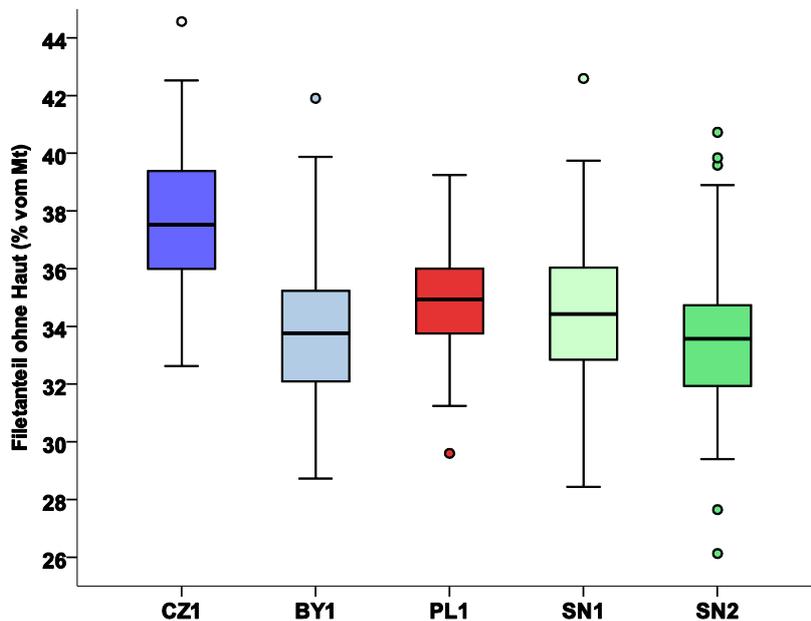


Abbildung 73: Boxplot Filetanteil ohne Haut (% von M_t)

Interessanterweise unterschied sich auch der Filetanteil der meisten Spiegelkarpfen-Herkünfte signifikant. Allerdings waren die Differenzen hier gering. Von den vier untersuchten Spiegelkarpfenstämmen hatten die Herkünfte PL1 und SN1 mit 34,5 bzw. 35,0 % die höchsten Filetausbeute ohne Haut. Den signifikant niedrigsten Filetanteil wies mit nur 33,5 % Herkunft SN2 auf.

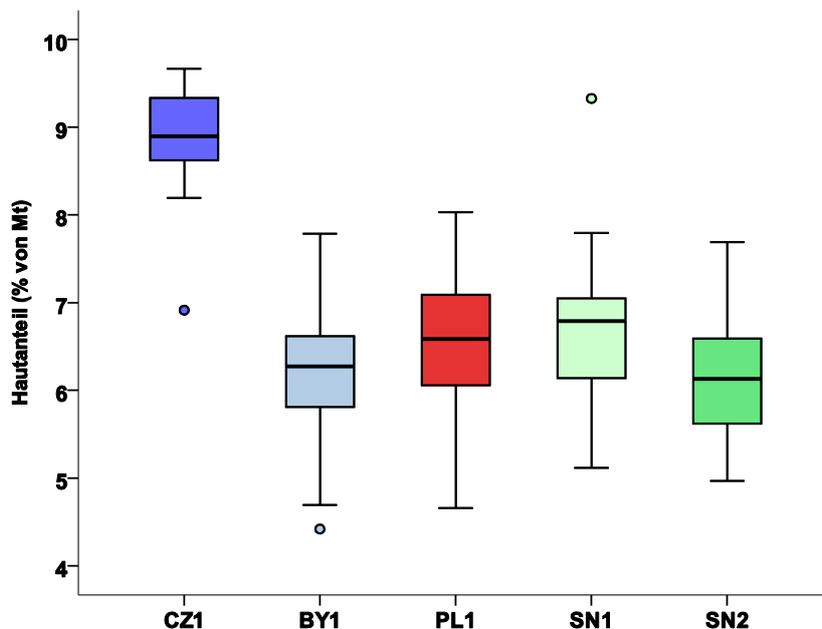


Abbildung 74: Boxplot Hautanteil (in % des Filets einschließlich Haut)

Fasst man die Ergebnisse der morphologischen Untersuchungen zusammen, ergibt sich folgendes Ergebnis (Tabelle 42):

Tabelle 42: Rangplatz der einzelnen Herkünfte bei morphologischen Parametern großer K₂

Leistungsparameter Produktqualität K ₂	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Stückmasse	1	4	5	2	3
Korpulenzfaktor	5	1	3	2	3
Kopflänge	2	2	1	2	2
Filetanteil mit Haut	1	4	2	2	5
Filetanteil ohne Haut	1	4	2	2	5
Mittel	2,0	3,0	2,6	2,0	3,6

Demnach wies die Herkunft CZ1 auch bei den morphologischen Parametern das ausgewogenste Verhältnis guter morphologischer Eigenschaften auf. Allerdings stach keiner der untersuchten Herkünfte in besonderer Weise positiv oder negativ hervor.

11.1.2 Filetfarbe

Die Farbe der untersuchten Karpfenfilets unterschied sich praktisch nicht (Tabelle 43, Abbildung 75, Abbildung 76, Abbildung 77). Die tendenziell hellste Filetfarbe wiesen die Filets der Herkunft BY1 auf. Die Unterschiede sind jedoch insgesamt gering.

Tabelle 43: Mittelwerte, Standardabweichung, Minima und Maxima der CIE-Farbwerte der Fischfilets großer K₂ der untersuchten Karpfenherkünfte

	Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
CIE-L	Mittelwert	40,5	40,8	40,6	40,1	40,4
	sd	2,55	2,87	2,13	2,78	2,4
	min	35,5	33,1	35,8	30,3	34,7
	max	46,3	47,2	45,6	44,8	44,8
CIE-a	Mittelwert	4,09	4,43	3,85	4,37	4,40
	sd	1,63	2,21	1,92	2,33	2,00
	min	1,80	1,29	0,59	1,65	1,56
	max	8,27	13,9	11,1	14,9	10,97
CIE-b	Mittelwert	1,05	1,56	1,72	0,98	1,44
	sd	1,13	1,52	1,70	1,30	1,13
	min	-1,89	-1,91	-0,65	-2,31	-1,12
	max	4,14	5,98	5,59	4,05	3,66

Der CIE-a-Wert aller untersuchten Filets lag etwas über dem Bereich früherer Untersuchungen an Speisekarpfen (Abbildung 76). So lagen die Werte bei Speisekarpfen bei den Untersuchungen von PFEIFER et al. (2003) zwischen -0,78 (Fütterung mit Lupine) und 0,29 (Maisfütterung). Mit Weizen gefütterte Speisekarpfenfilets hatten in den genannten Untersuchungen einem mittleren a-Wert von -0,58.

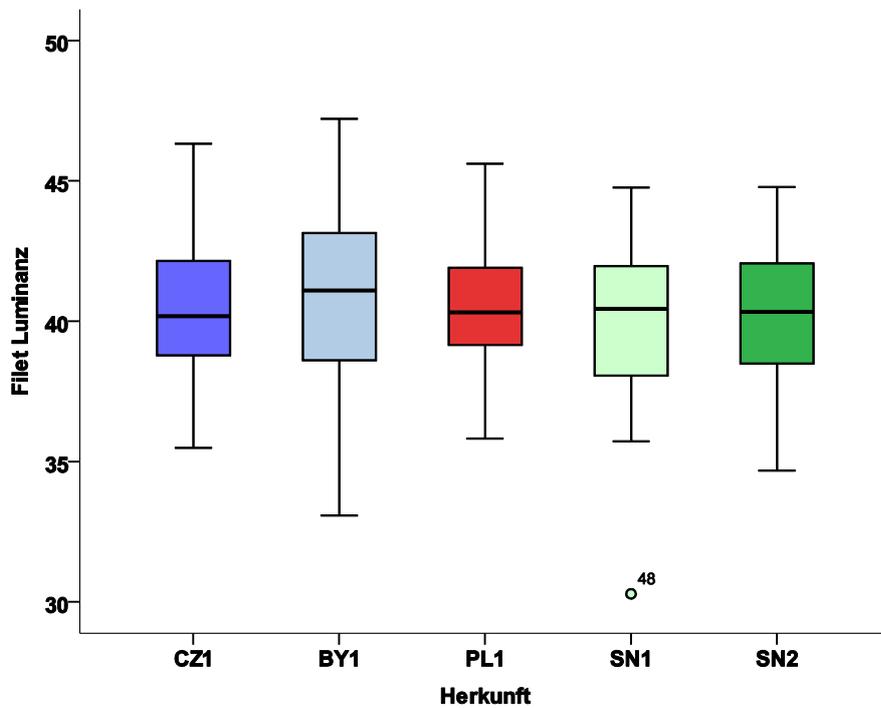


Abbildung 75: Boxplot der CIE-Luminanz (Fleischelligkeit L) der Filets großer K₂

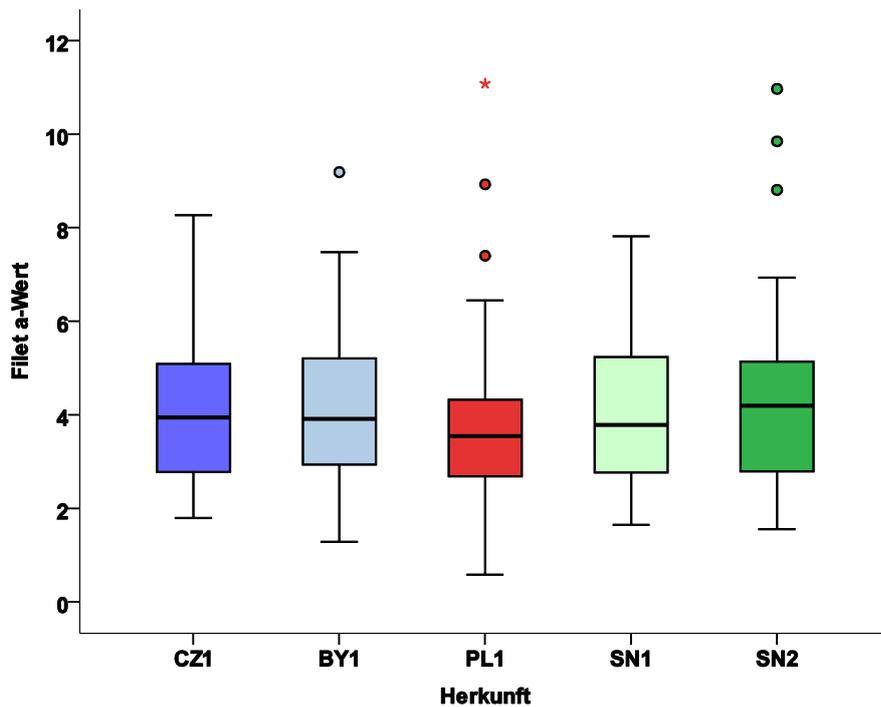


Abbildung 76: Boxplot des CIE-a-Werts (grün -/rot +) der Filets großer K₂

Der CIE-b-Wert unterschied sich demgegenüber kaum von den Werten der Speisekarpfen (Abbildung 77). Dieser variierte in den Untersuchungen von PFEIFER et al. (2003) von 0,75 (pflanzliches Mischfutter) bis 1,67 (Aufzucht der Speisekarpfen nur mit Naturnahrung). Mit Weizen gefütterte Speisekarpfen hatten einen Filet-b-Wert von 1,09.

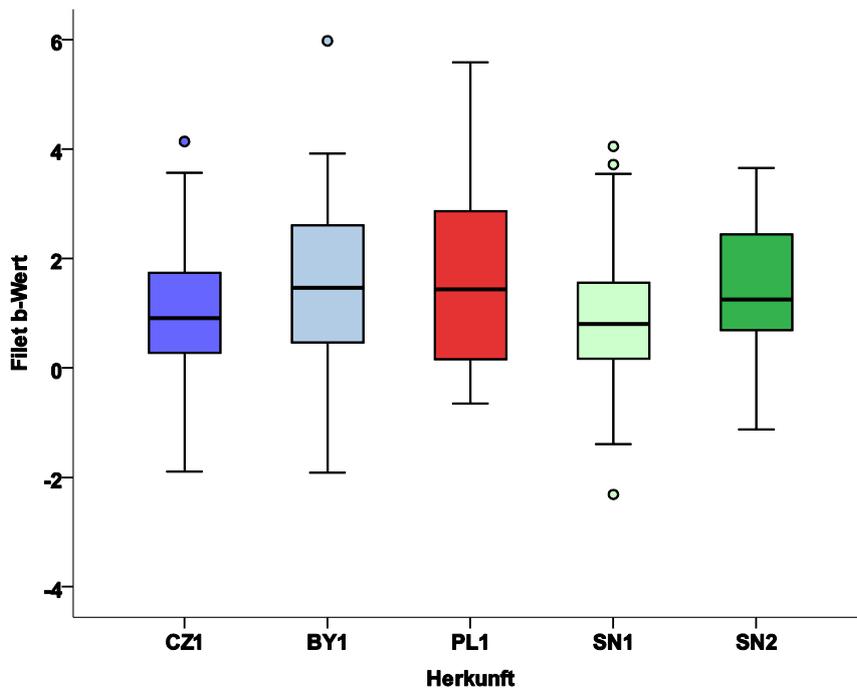


Abbildung 77: Boxplot des CIE-b-Werts (blau -/gelb +) der Filets

11.1.3 Garverlust

Der Garverlust war bei den Karpfen der Herkunft CZ1 am höchsten (Tabelle 44, Abbildung 78). Die Abweichung der Messwerte war signifikant gegenüber den anderen Herkünften. Den niedrigsten Garverlust wiesen die Filets der Herkünfte BY1 und SN1 auf. Aggregiert man den Garverlust mit der Filetausbeute, bleibt die Ausbeute des garen Fischfilets von der Rohware (der Gesamtmasse des Fisches) bei der Herkunft CZ1 trotzdem immer noch am höchsten (Abbildung 79). Der höhere Filetanteil kompensierte den Garverlust dennoch.

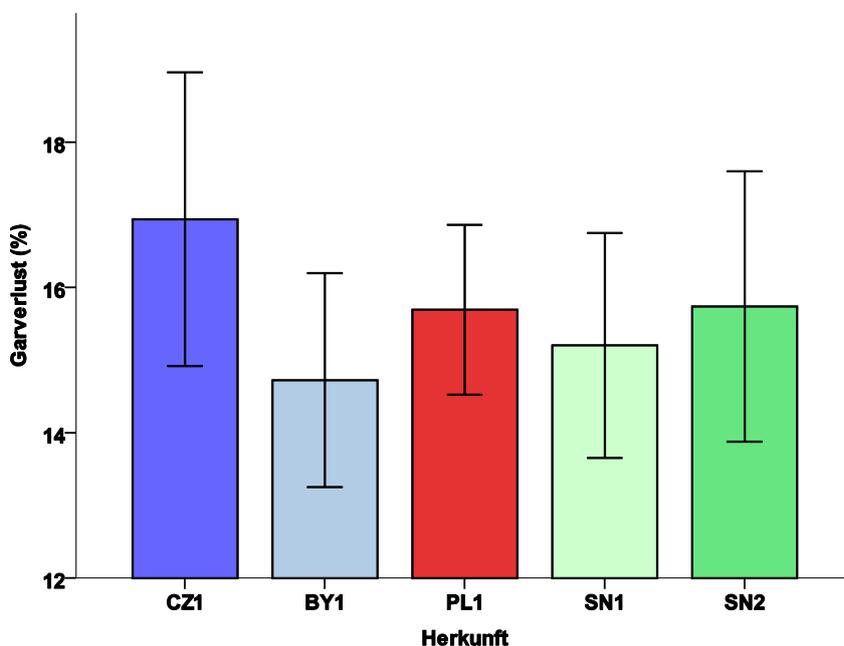


Abbildung 78: Garverlust bei großen K_2 (in %); Mittelwerte (von je 25 Fischen mit je zwei Filets = 50 Proben pro Herkunft) und Standardabweichung

Tabelle 44: Garverluste bei großen K_2 -Mittelwerte (von je 25 Fischen mit je zwei Filets = 50 Proben pro Herkunft) und Standardabweichung; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz

Herkunft	Garverlust (%)	\pm sd
CZ1	16,94 ^a	2,02
BY1	14,73 ^b	1,47
PL1	15,70 ^c	1,17
SN1	15,20 ^{b,c}	1,55
SN2	15,74 ^c	1,86

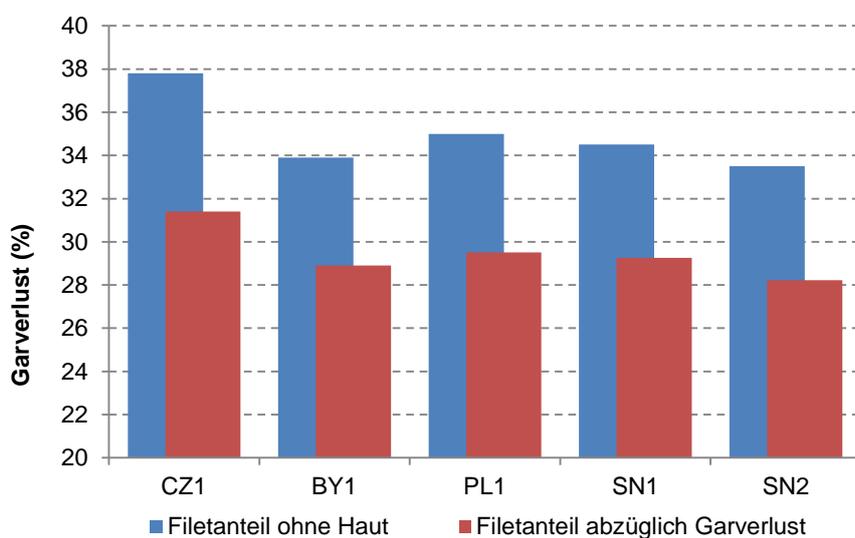


Abbildung 79: Filetausbeute nach Schlachtung und einschließlich Garverlust

11.1.4 Filetfettgehalt

Der Filetfettgehalt der Karpfen wurde am frisch geschlachteten Fisch mit dem DISTELL[®]-Fettmessgerät gemessen. Ein hoher Fettgehalt wird bei Satzkarpfen in der Regel als positiv angesehen, wenn man einmal von der von MÜLLER (1966) beschriebenen „scheinbar guten Kondition“ bei falsch ernährten K_1 absieht. Bei Speisekarpfen ist hingegen heute eher ein möglichst niedriger Fettgehalt erwünscht, weil der Verbraucher einen fettarmen Karpfen eindeutig bevorzugt (PFEIFER & FÜLLNER 2008).

Die mit DISTELL[®]-Fatmeter gemessenen Fettgehalte fast aller Herkünfte unterschieden sich signifikant. Demnach hatte die Herkunft BY1 den niedrigsten Fettgehalt, der Schuppenkarpfen CZ1 hingegen den höchsten (Abbildung 80). Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, dass der Stamm CZ1 auch die deutlich von den anderen Herkünften nach oben abweichende mittlere Stückmasse aufwies.

Der mit dem DISTELL[®]-Fatmeter an allen 430 Schlachtkörpern gemessene Filetfettgehalt unterscheidet sich von den tatsächlichen Analysewerten den Fettgehalts der Karpfenfilets. Die Ergebnisse des Vergleichs der Ergebnisse mit denen der für die Fettsäureanalytik untersuchten fünf Filetproben von je fünf Fischen sind in Tabelle 45 dargestellt. Tendenziell lagen die mit DISTELL gemessenen Werte höher als die Analysewerte, die Reihenfolge bleibt demgegenüber nahezu konstant.

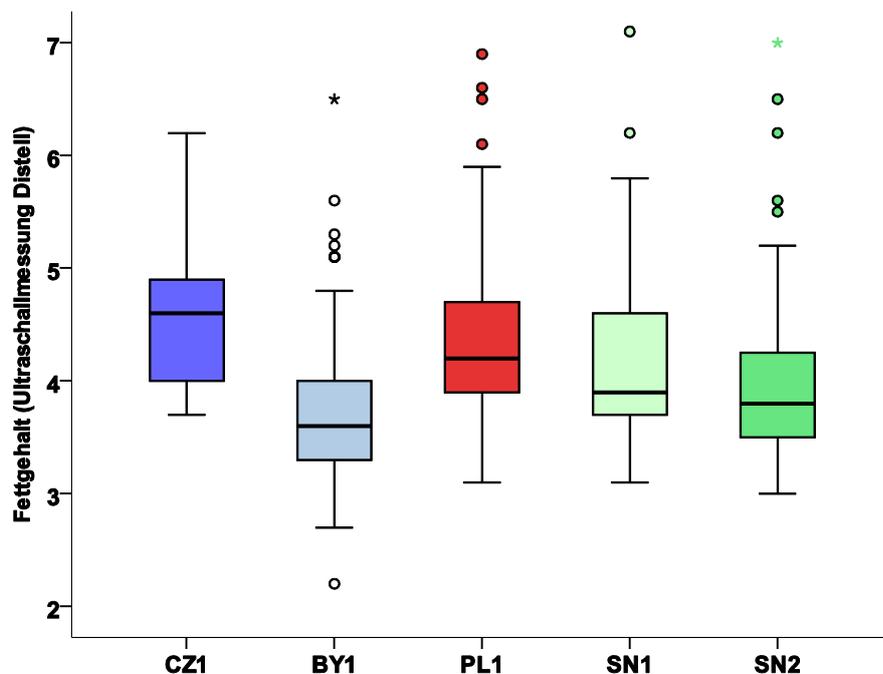


Abbildung 80: Boxplot des Fettgehalts aller 450 K₂ (Fett in % der FM), gemessen am frisch toten Schlachtkörper mit Distell®-Fettmessgerät

Der Fettgehalt der Filets unterschied sich zwischen den Herkünften in ähnlicher Weise, wie das bereits bei den Untersuchungen mit dem DISTELL®-Fatmeter ermittelt wurde (Tabelle 45, Abbildung 81). Das belegt einerseits die korrekte Randomisierung der verwendeten Proben und bestätigt zudem gleichzeitig die Ergebnisse der DISTELL-Fettmessung. Die Filets der Herkunft CZ1 haben den höchsten Fettgehalt, gefolgt von den Herkünften PL1, SN1, SN2, zwischen denen keine signifikanten Differenzen im Fettgehalt bestanden. Den niedrigsten Fettgehalt hatten die Filets der Herkunft BY1.

Tabelle 45: Vergleich der Fettgehalte, gemessen mit DISTELL®-Fatmeter am Gesamtfisch (430 Datensätze) bzw. Filetfettgehalt berechnet als Summe aller Fettsäuren (je fünf Proben von je fünf Fischen pro Herkunft)

Herkunft	Filetfettgehalt, gemessen mit DISTELL®-Fatmeter		Filetfettgehalt als Summe der Fettsäuren aus Fettsäureanalytik	
	(%)	Rangplatz	(%)	Rangplatz
CZ1	4,72	5	3,92	5
BY1	3,72	1	2,11	1
PL1	4,36	4	2,88	2
SN1	4,20	3	3,10	4
SN2	3,99	2	2,96	3

Der Filetfettgehalte der untersuchten großen K₂ lagen allerdings generell recht niedrig und unter denen von Speisekarpfen, die in gleicher Weise mittels Getreidezufütterung im Teich aufgezogen werden.

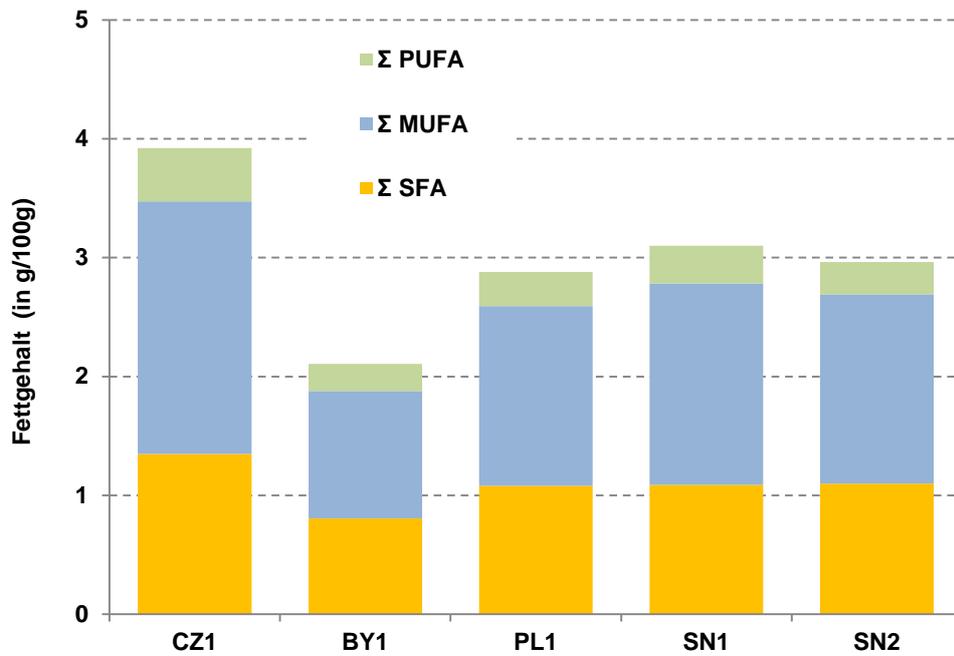


Abbildung 81: Mittelwerte der Fettgehalte der untersuchten Filetproben großer K_2 , unterteilt nach Sättigungsgrad der Kohlenstoffbindung (SFA = gesättigte Fettsäuren; MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren)

Tabelle 46: Ergebnisse der Fettsäureanalytik an Filets großer K₂ (Mittelwerte von fünf Proben von je fünf Filets); Angaben in % des Gesamtfetts

Fettsäure	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
C 8:0 Caprylsäure	0,05	0,07	0,07	0,06	0,03
C 10:0 Caprinsäure	0,02	0,05	0,02	0,03	0,03
C 12:0 Laurinsäure	0,08	0,14	0,12	0,09	0,13
C 14:0 Myristinsäure	1,65	1,96	1,84	1,53	1,81
C 15:0 Pentadecansäure	0,37	0,52	0,48	0,38	0,45
C 16:0 Palmitinsäure	25,54	28,14	27,48	25,19	27,69
C 16:1 Palmitoleinsäure/n-7	10,40	9,40	9,99	8,93	9,99
C 16:2 Hexadiensäure	0,08	0,10	0,14	0,07	0,09
C 17:0 Margarinsäure	0,35	0,48	0,51	0,36	0,41
C 18:0 Stearinsäure	6,11	6,66	6,88	7,18	6,62
C 18:1 Ölsäure/n-9	41,75	39,28	39,83	43,47	41,15
C 18:2 Linolsäure	8,26	7,74	7,13	7,42	6,54
C 18:3 gamma-Linolensäure	0,15	0,16	0,13	0,14	0,13
C 18:3 alpha-Linolensäure	1,43	1,15	1,08	0,95	0,92
C 18:4 Octadecatetraensäure	0,26	0,18	0,16	0,14	0,16
C 20:0 Arachinsäure	0,19	0,23	0,21	0,23	0,20
C 20:1 Eicosensäure/n-9	1,85	2,04	2,28	2,32	2,14
C 20:2 Eicosadiensäure	0,40	0,34	0,32	0,34	0,26
C 20:3 Eicosatriensäure	0,36	0,28	0,32	0,41	0,23
C 20:4 Arachidonsäure			0,21	0,10	
C 20:5 Eicosapentaensäure (EPA)	0,32	0,70	0,68	0,51	0,64
C 22:0 Behensäure		0,07			0,07
C 22:1 Erucasäure/n-9		0,14			0,16
C 22:5 Docosapentaensäure	0,20	0,12	0,08	0,09	0,08
C 22:6 Docosahexaensäure (DHA)	0,22	0,15	0,25	0,10	0,15
C 24:0 Lignocerinsäure	0,30	0,23	0,20	0,24	0,18
C 24:1 Nervensäure/n-9		0,27	0,08		
Σ gesättigte Fettsäuren (SFA)	34,46	38,43	37,76	35,23	37,57
Σ einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)	54,00	50,80	52,12	54,72	53,34
Σ mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)	11,54	10,76	10,12	10,04	9,08
Σ n-3-Fettsäuren	2,30	2,18	2,03	1,71	1,82
Σ n-6-Fettsäuren	9,24	8,58	8,09	8,32	7,26
Spezifischer Polyenfettsäurequotient (n-3/n-6)	0,25	0,25	0,25	0,21	0,25

Tabelle 46 listet die Ergebnisse der Fettsäureanalytik von jeweils 25 Filets der untersuchten großen K₂ auf. Ganz offensichtlich unterschieden sich die untersuchten Herkünfte insgesamt weder bei den Summen an gesättigten noch den einfach oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren nennenswert. Das betrifft auch die ebenfalls geringen Unterschiede bei den Gehalten an EPA und DHA und damit auch deren Verhältnis zueinander. Auf statistische Tests zu Mittelwertdifferenzen wurde deshalb an dieser Stelle verzichtet. Diese bleiben ggf. den anstehenden Untersuchungen bei Speisekarpfen vorbehalten.

11.1.5 Scherkraftmessung an Filetstücken der K₂-Karpfen (CT)

Die Ergebnisse der Scherkraftuntersuchungen sind in Tabelle 47 dargestellt. Danach hatte das Filet der Herkunft CZ1 die höchste Fleischfestigkeit. Die Herkunft PL1 hatte hingegen die niedrigste Fleischfestigkeit.

Tabelle 47: Ergebnisse der Scherkraftmessungen an Filets großer K₂ (Mittelwert ± sd)

Leistungsparameter	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Steigung bei Belastung (N/mm)	8,08 ± 2,27	9,94 ± 2,72	10,63 ± 2,08	8,90 ± 2,81	9,72 ± 2,37
Maximalkraft bei Belastung (N)	182,9 ± 34,2	163,3 ± 52,0	138,4 ± 20,5	154,1 ± 55,8	161,5 ± 58,6
Weg bis zum Kraftmaximum bei Belastung (mm)	12,43 ± 1,7	9,72 ± 1,74	8,57 ± 0,84	9,51 ± 1,67	9,97 ± 1,86
Arbeit bis zum Kraftmaximum (mJ)	807 ± 229	564 ± 235	427 ± 79	505 ± 204	571 ± 277

11.2 Produktqualität der Speisekarpfen

In die nachfolgende statistische Auswertung der Schlachtkörperdaten und der nachfolgenden Analysen zur Produktqualität der Speisekarpfen gingen die in Tabelle 48 genannten Fälle ein.

Tabelle 48: Anzahl Fische je Herkunft für die Schlachtkörperanalytik

Herkunft	Anzahl (n)
CZ1	30
BY1	128
PL1	84
SN1	95
SN2	93
Summe	430

11.2.1 Morphometrische Kennzahlen

Tabelle 49 listet die Mittelwerte der morphometrischen Daten und der daraus errechneten Konditionsparameter der untersuchten Speisekarpfen auf.

Wie bereits bei den morphometrischen Untersuchungen an den zweisömmerigen Karpfen waren auch die Speisefische der Herkunft BY1 am hochrückigsten (niedrigstes Körperlängen-Höhenverhältnis [Abbildung 82]). Demgegenüber hatten die Herkünfte SN1 und SN2 beim Korpulenzfaktor zum Stamm BY1 aufgeholt (Abbildung 83). Die Unterschiede beim Korpulenzfaktor der Speisekarpfen waren nur zufällig, während beide Bestände als K₂ noch eine signifikant geringere Korpulenz hatten (s. a. Tabelle 41).

Tabelle 49: Morphologische und physiologische Kennzahlen aller Speisekarpfen-Schlachtkörper (2015); Mittelwerte und Standardabweichungen; gleiche Hochbuchstaben: keine signifikante Differenz (t-Test [$\alpha < 0,05$])

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Mittlere Stückmasse (g)	2.357 ± 489 ^{a,b}	2.071 ± 384 ^c	2.229 ± 329 ^a	2.655 ± 390 ^d	2.412 ± 473 ^b
Korpulenzfaktor (K_L)	1,69 ± 0,16 ^a	2,01 ± 0,20 ^b	1,96 ± 0,12 ^c	2,02 ± 0,14 ^{b,c}	1,98 ± 0,20 ^{b,c}
Körperlängen-Höhenverhältnis (L/H)	3,33 ± 0,18 ^a	2,82 ± 0,17 ^b	2,95 ± 0,12 ^c	2,84 ± 0,12 ^{b,d}	2,88 ± 0,15 ^d
Kopflänge (% der Gesamtlänge L_t)	20,1 ± 0,97 ^a	22,0 ± 1,02 ^b	21,4 ± 0,88 ^c	21,9 ± 1,01 ^{b,d}	21,8 ± 1,17 ^{b,d}
Filetanteil mit Haut (%)	45,5 ± 2,16 ^a	41,6 ± 2,36 ^b	44,5 ± 2,14 ^c	44,5 ± 1,88 ^c	44,2 ± 2,24 ^c
Hautanteil (%)	7,85 ± 0,76 ^a	5,77 ± 0,61 ^b	6,26 ± 0,74 ^c	6,49 ± 0,63 ^d	6,14 ± 0,63 ^c
Filetanteil ohne Haut (%)	37,6 ± 1,98 ^a	35,9 ± 2,20 ^b	38,3 ± 1,78 ^a	38,1 ± 1,79 ^a	38,1 ± 2,00 ^a
Gonadenanteil (%)	7,17 ± 3,31 ^a	7,40 ± 2,30 ^b	5,55 ± 2,53 ^c	4,49 ± 2,37 ^d	5,66 ± 3,02 ^c

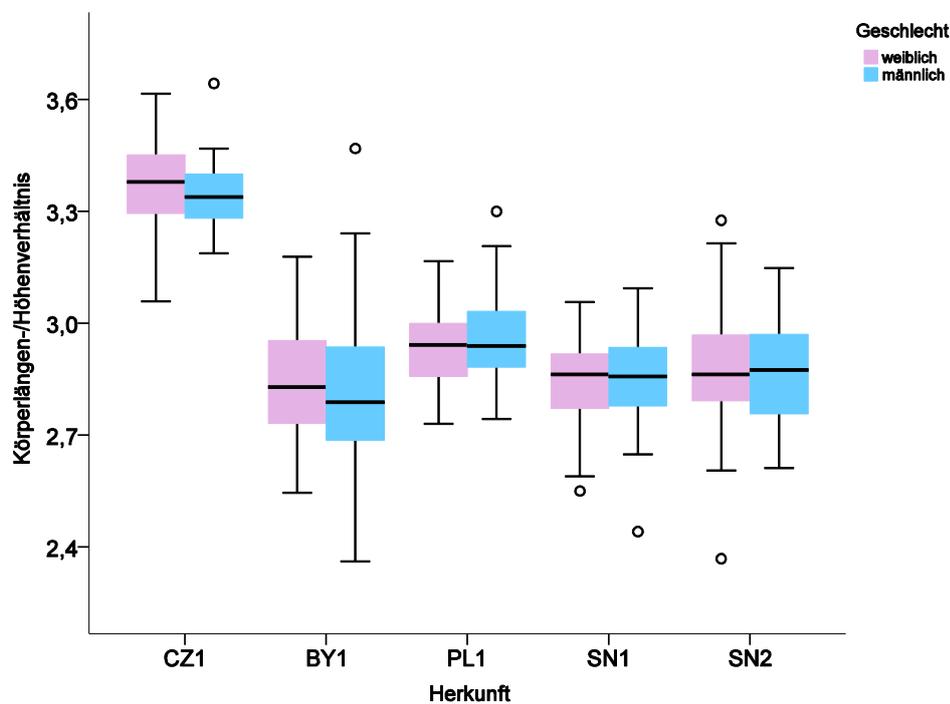


Abbildung 82: Körperlängen-Höhenverhältnis der untersuchten Speisekarpfen

Die Ursache für die Verschlechterung der Schlachtparameter beim bayerischen Karpfenbestand lag an der im dritten Aufzuchtjahr deutlich weiter fortgeschrittenen Gonadenentwicklung, vor allem bei den Rogenern (Abbildung 84). Während die weiblichen Fische der Herkünfte PL1, SN1 und SN2 noch sehr gering entwickelte Ovarien aufwiesen, war der Ovarienanteil bei den Herkünften CZ1 und BY 1 demgegenüber signifikant höher. Eine so frühe Gonadenentwicklung ist grundsätzlich ungünstig und wirkt sich auf das Ausschachtungsergebnis entsprechend negativ aus. Die unterschiedliche Gonadenentwicklung ist dabei nachweislich genetisch bedingt, weil die innerhalb einer genetischen Einheit zu erwartende Abhängigkeit von der Stückmasse der Speisekarpfen an Hand unserer Gesamtstichprobe nicht nachzuweisen war (Abbildung 85). Vielmehr war der Gonadenanteil in der Gesamtstichprobe mit den Stückmassen der Speisekarpfen eher negativ korreliert.

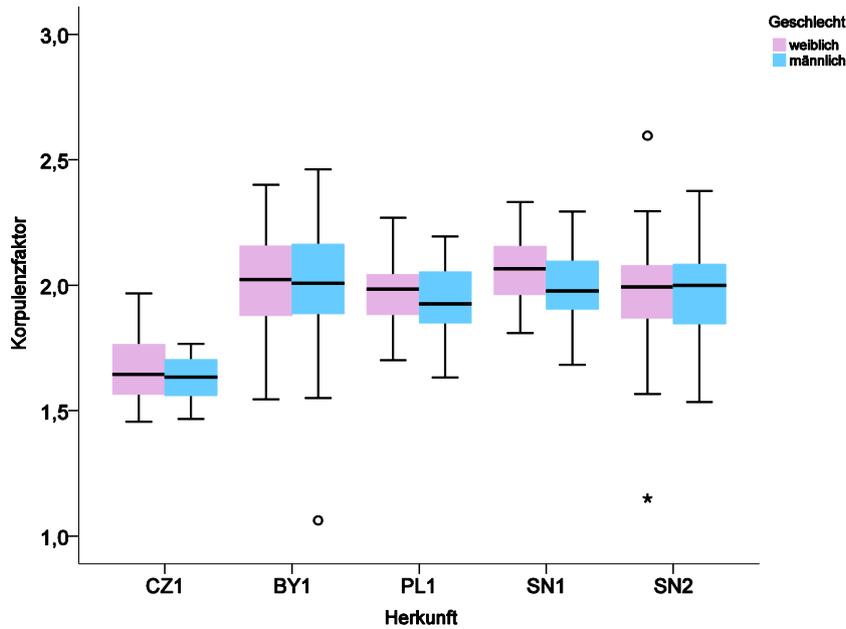


Abbildung 83: Korpulenz der untersuchten Speisekarpfen

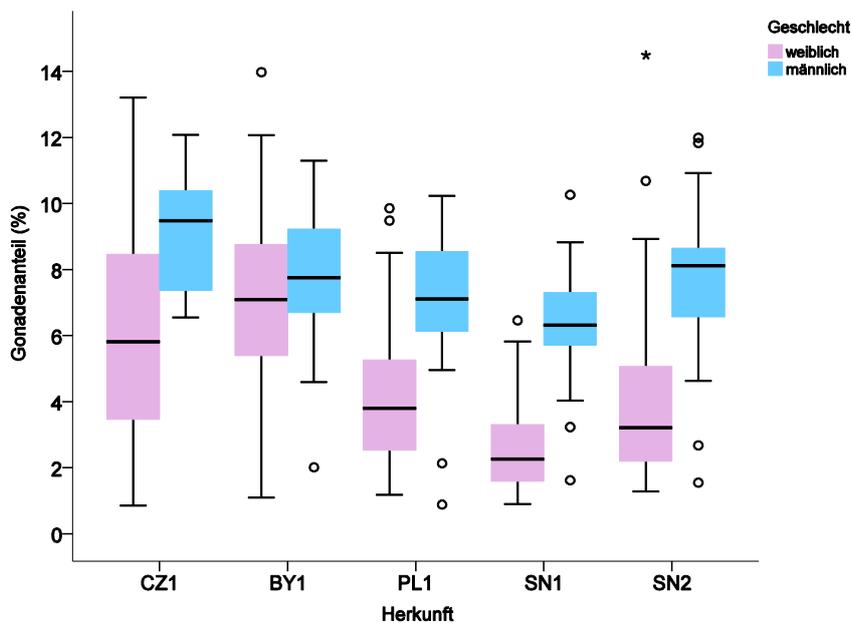


Abbildung 84: Gonadenanteil in Abhängigkeit von Herkunft und Geschlecht der Speisekarpfen

Die frühe Gonadenentwicklung der Herkunft BY1 wirkt sich offenbar außerdem auf den Fettgehalt und die Fettsäurezusammensetzung der Filets aus (siehe auch Tabelle 46).

Das Schlachtergebnis (Filet mit Haut) ist wegen der weiter entwickelten Gonaden bei der Herkunft BY1 signifikant niedriger als bei allen anderen Herkünften (Abbildung 86). Das beste Ausschachtungsergebnis erzielte die Herkunft CZ1. Die Differenz zu den Herkünften PL1, SN1 und SN2 war bei den hier betrachtenden Speisekarpfen jedoch deutlich geringer als bei den zweisömmerigen Karpfen.

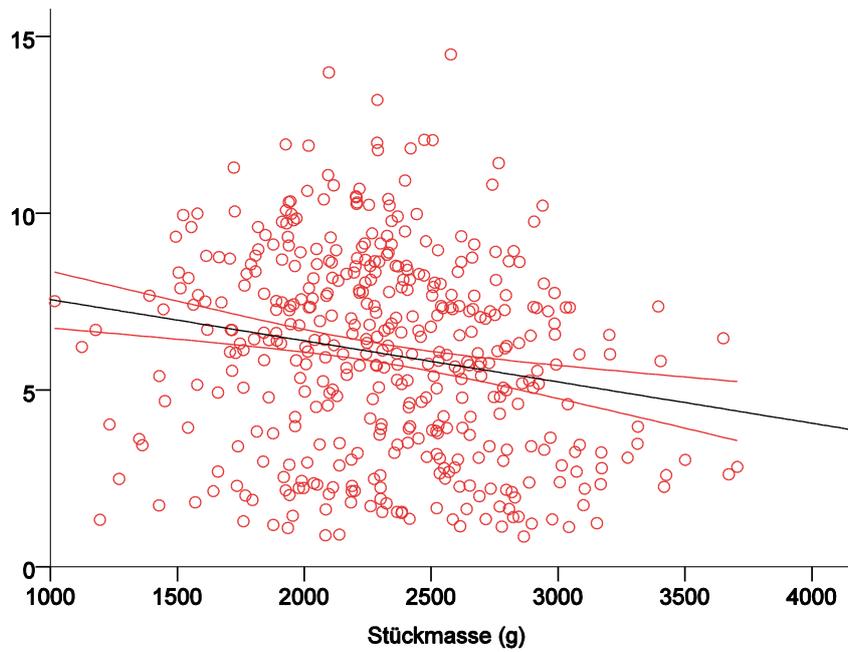


Abbildung 85: Gonadenanteil der Speisekarpfen in Abhängigkeit von der Stückmasse (%)

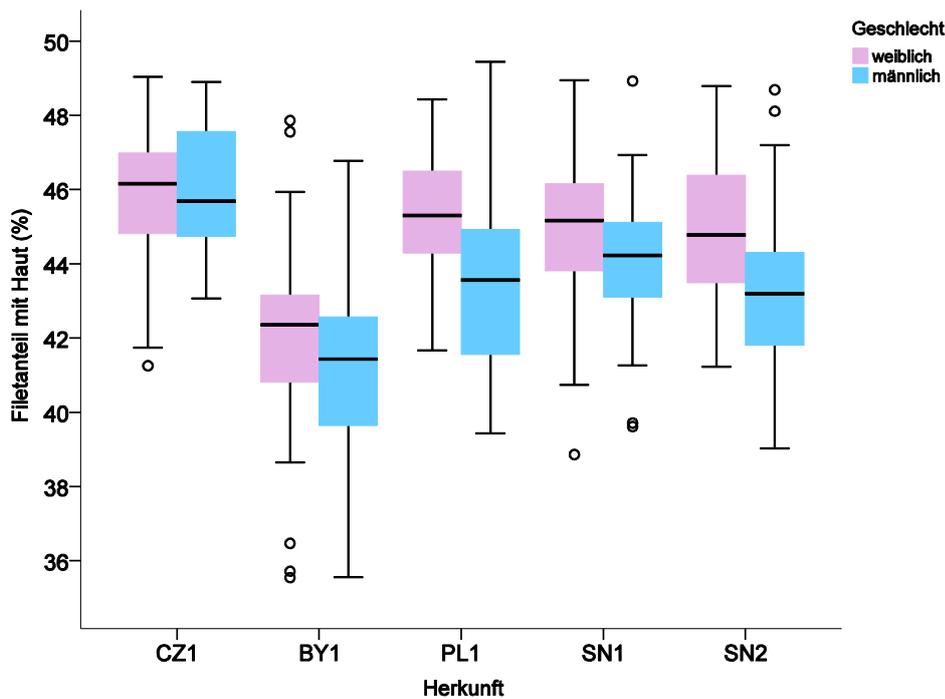


Abbildung 86: Speisekarpfen, Filetanteil mit Haut (in % von M_t)

Der Vorsprung der Schuppenkarpfen ging beim Filetanteil ohne Haut sogar vollständig verloren, sodass zwischen den Herkünften PL1, SN1, SN2 und CZ1 bei den Speisekarpfen keine signifikanten Unterschiede mehr nachweisbar waren (Abbildung 87). Nur der Filetanteil der Herkunft BY1 ist signifikant niedriger als der der anderen Bestände (Abbildung 88).

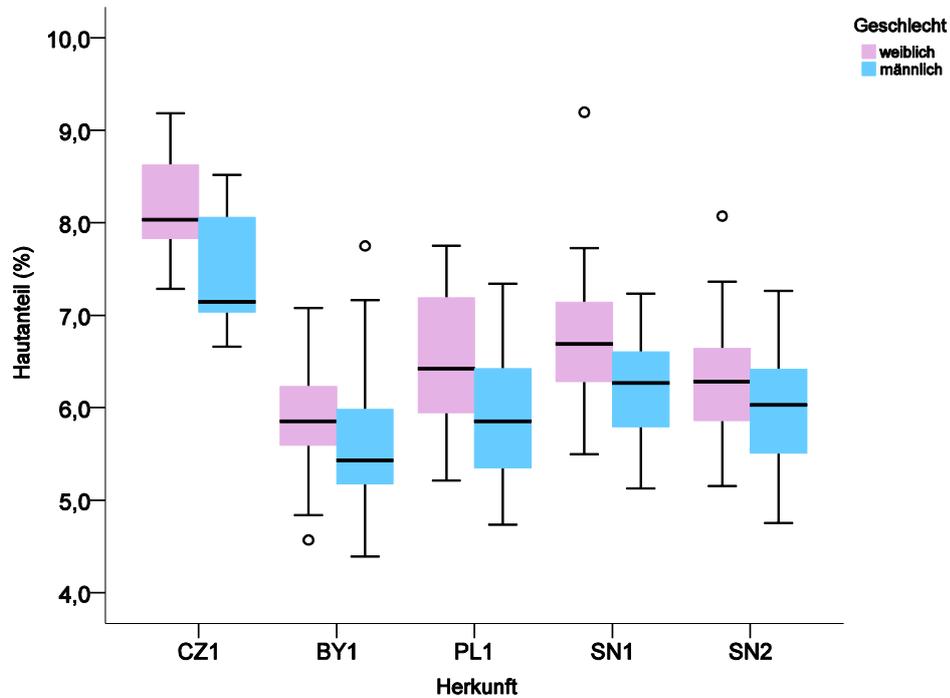


Abbildung 87: Speisekarpfen, Hautanteil

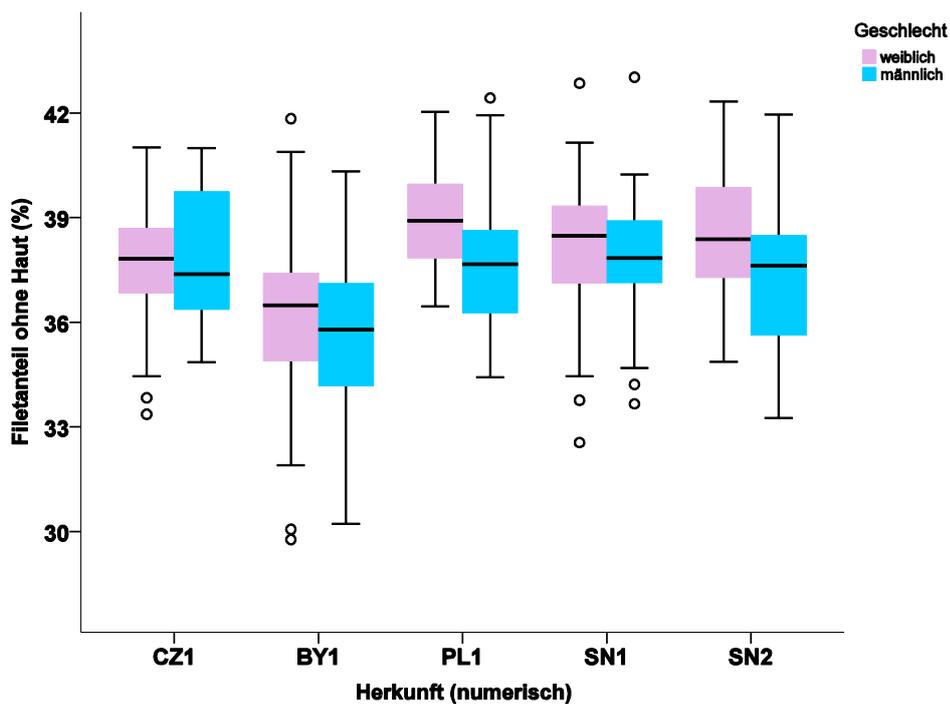


Abbildung 88: Speisekarpfen, Filetanteil ohne Haut

Der Filetanteil von Karpfen war also vom Gonaden- und Hautanteil, darüber hinaus auch von der Stückmasse der Fische abhängig. Des Weiteren war der Filetanteil mit der relativen Kopflänge des Karpfens negativ korreliert (Abbildung 89). Zuchtziel sollte beim Karpfen deshalb immer ein möglichst kleiner Kopf sein.

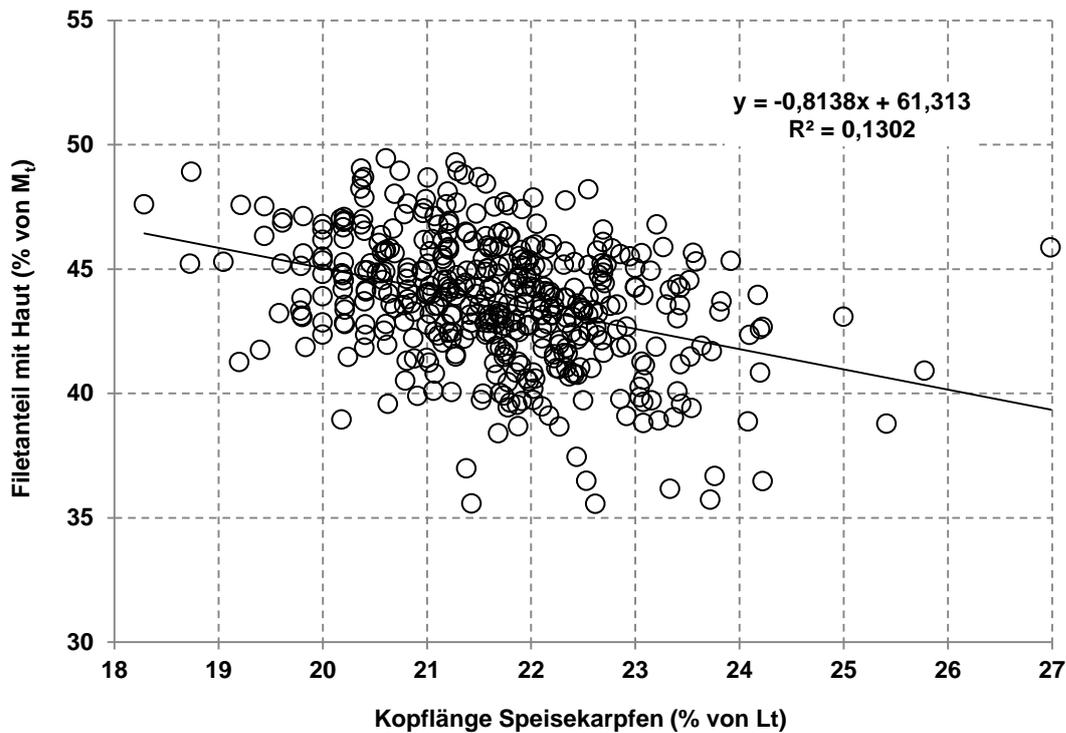


Abbildung 89: Abhängigkeit des Filetanteils (mit Haut) von der relativen Kopflänge bei Speisekarpfen (Datensatz alle Herkünfte)

11.2.2 Filetfarbe

Die Farbe der untersuchten Speisekarpfenfilets unterschied sich wie bereits bei den untersuchten K₂ praktisch nicht (Tabelle 50). Auffällig war aber, dass die Fleischelligkeit bei den Speisekarpfen gegenüber den untersuchten K₂ nochmals zugenommen hatte. Das dürfte durch die auch im dritten Aufzuchtssommer ausschließlich erfolgte Getreidezufütterung verursacht worden sein.

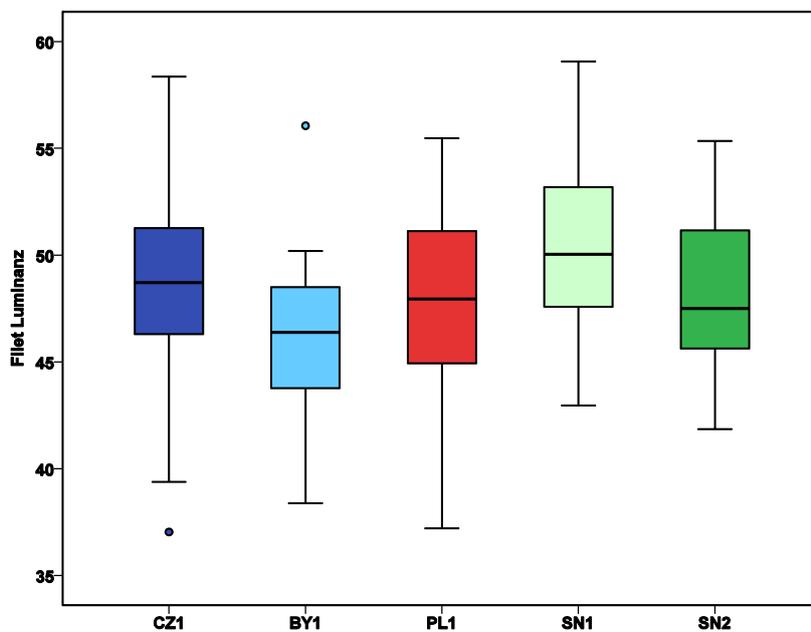


Abbildung 90: Boxplot der CIE-Luminanz (Fleischelligkeit L) der Speisekarpfenfilets

Tabelle 50: Mittelwerte, Standardabweichung, Minima und Maxima der CIE-Farbwerte der Fischfilets der Speisekarpfen der untersuchten Karpfenherkünfte innen (visceral) und außen (Hautseite) (in Klammern Werte für K₂ im Vorjahr)

	Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
CIE-L (innen)	Mittelwert	39,1	39,2	39,7	40,3	39,0
	sd	3,10	2,87	2,86	2,94	2,76
	min	33,2	31,6	32,5	35,2	34,1
	max	45,5	45,1	45,4	46,3	44,0
CIE-a (innen)	Mittelwert	6,71	5,44	5,70	6,11	6,47
	sd	2,05	1,44	1,30	1,37	1,75
	min	3,94	3,58	3,50	3,60	3,59
	max	11,6	9,11	8,49	8,43	10,3
CIE-b (innen)	Mittelwert	7,06	5,75	5,89	6,42	6,72
	sd	2,25	1,52	1,29	1,42	1,86
	min	3,58	3,14	3,10	3,78	3,40
	max	12,2	8,69	8,69	8,92	10,4
CIE-L (außen)	Mittelwert	48,3 (40,5)	45,8 (40,8)	48,0 (40,6)	50,6 (40,1)	48,3 (40,4)
	sd	5,75	4,09	4,38	4,20	4,09
	min	37,0	38,4	37,2	43,0	41,9
	max	58,4	56,1	55,5	59,1	55,3
CIE-a (außen)	Mittelwert	4,16 (4,09)	5,38 (4,43)	4,59 (3,85)	4,72 (4,37)	4,72 (4,40)
	sd	1,20	1,35	1,20	1,77	1,23
	min	2,42	2,67	2,82	2,33	2,26
	max	6,25	8,61	6,93	8,81	7,07
CIE-b (außen)	Mittelwert	1,71 (1,05)	3,59 (1,56)	3,02 (1,72)	3,32 (0,98)	3,76 (1,44)
	sd	0,97	1,12	1,70	1,57	1,26
	min	-0,60	0,90	-0,59	0,66	1,71
	max	3,76	5,04	6,70	6,25	6,62

Die dunkelsten Filets wies nunmehr die Herkunft BY1 auf (Abbildung 90). Interessanterweise waren gerade die Filets dieser Herkunft im zweiten Aufzuchtjahr noch am hellsten. Die Unterschiede bei Fleischhelligkeit und -farbe sind jedoch insgesamt gering. Sie haben keine Auswirkungen auf Bevorzugung bzw. Vermeidung durch den Verbraucher. Die Fleischfarbe ist bei Teichkarpfen für den Konsumenten ohnehin praktisch kein Entscheidungskriterium. Nur bei großen Karpfen aus Seen wird ein möglichst dunkelrot gefärbtes Karpfenfleisch erwartet. Eine solch deutliche Rotfärbung ist bei den mit Getreide gefütterten Teich-K₂ nicht zu erreichen.

Insgesamt wurden die Filets im dritten Aufzuchtjahr bei der Aufzucht im Verfahren mit Getreidezufütterung heller, etwas stärker rötlich bzw. gelblich. Die Filets waren insgesamt sehr hell, was eigenen Ergebnissen früherer Untersuchungen widerspricht. Bei diesen Untersuchungen an Speisekarpfen wurde allerdings mit einem anderen Messgerät (SPECTROCAM® 75RE) eine Luminanz von ca. 32 bei Fütterung mit Weizen, bei Gerstenverfütterung sogar von nur 28,5 gemessen (PFEIFER et al. 2003).

11.2.3 pH-Werte

Die pH-Werte der nach der mehrmonatigen Tiefkühlagerung aufgetauten Filets unterschieden sich ebenfalls nicht grundsätzlich (Tabelle 51). Nur der Filet-pH-Wert der Schuppenkarpfen war signifikant niedriger als die aller Spiegelkarpfenfilets, was wegen der konservierenden Eigenschaften der offenbar vermehrt gebildeten Milchsäure für den langfristigen Erhalt der Produktqualität von Vorteil sein dürfte (Abbildung 91).

Tabelle 51: pH-Werte der Filets nach der Tiefkühlagerung (Mittelwerte aus zwei Messungen im Kopf- und Schwanzbereich) und Standardabweichung)

	Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Filet-pH-Wert	Mittelwert	6,11 ± 0,13	6,27 ± 0,11	6,26 ± 0,10	6,24 ± 0,13	6,26 ± 0,15

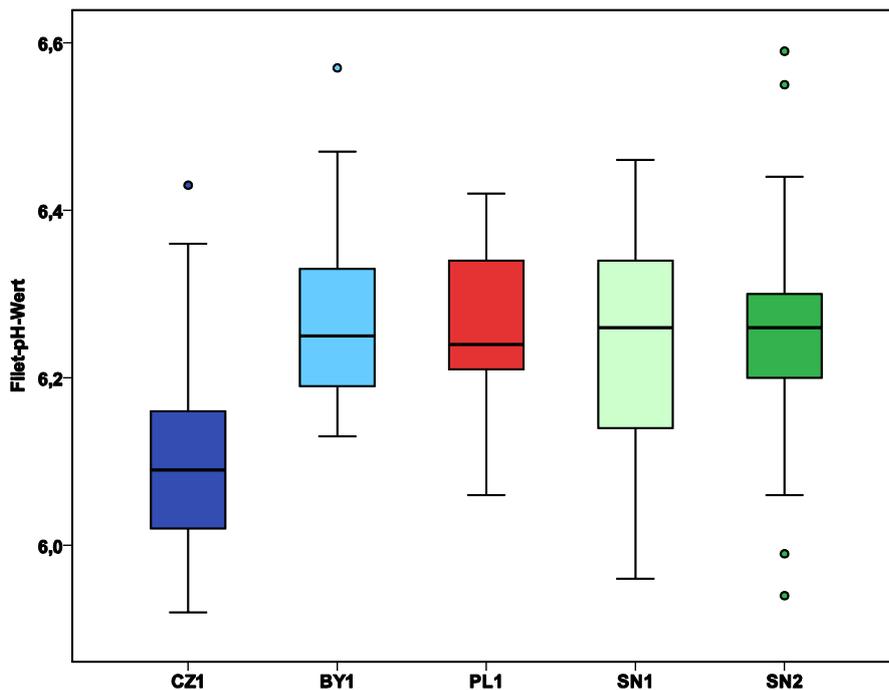


Abbildung 91: pH-Werte der Filets der Speisekarpfen nach der Tiefkühlagerung (Mittelwerte aus zwei Messungen im Kopf- und Schwanzbereich und Standardabweichung)

11.2.4 Filetfettgehalt Speisekarpfen

Die Fettgehalte der verschiedenen Herkünfte unterschieden sich auch bei der Analytik der Filets im IGV Potsdam für die Fettsäureanalytik kaum (Tabelle 52). Allerdings hat sich die Reihenfolge zwischen den Herkünften geändert, was bei den geringen Differenzen kaum überrascht.

Interessanterweise stimmten die Fettgehalte aus den Analysen des IGV mit den mittels DISTELL[®]-Fatmeter ermittelten Werten nur bei der bayerischen Herkunft sehr gut überein, während sich die Ergebnisse aller anderen Herkünfte deutlich unterscheiden. Weil die zugehörige Eichkurve mit bayerischen Spiegelkarpfen erstellt wurde, könnten die Differenzen bei den Spiegelkarpfen auf eine andere Fettverteilung im Fisch (Filet-, Bauch-, Eingeweidefett) zusammenhängen. Der mit dem DISTELL[®]-Fatmeter gemessene deutlich höhere Fettgehalt bei den Schuppenkarpfen könnte aber auch einen analytischer Fehler des Messgeräts abbilden. Immerhin war auch bei den großen K₂ der mit DISTELL[®]-Fatmeter ermittelte Wert für die Herkunft CZ1 deutlich erhöht. In die Leistungsprüfung gehen deshalb nur die Gesamtfettgehalte aus den Analysen des IGV Potsdam ein.

Tabelle 52: Vergleich der Fettgehalte bei Speisekarpfen, gemessen mit DISTELL®-Fatmeter am Gesamtfisch (430 Datensätze) bzw. Filetfettgehalt, berechnet als Summe aller Fettsäuren (je fünf Proben von je fünf Fischen pro Herkunft)

Herkunft	Filetfettgehalt, gemessen mit DISTELL®-Fatmeter		Filetfettgehalt als Summe der Fettsäuren aus Fettsäureanalytik	
	(%)	Rangplatz	(%)	Rangplatz
CZ1	10,07	5	7,78	3
BY1	6,78	1	6,66	2
PL1	8,77	2	6,56	1
SN1	9,09	4	7,96	5
SN2	8,96	3	7,80	4

11.2.5 Fettsäureanalytik Speisekarpfen

Die Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Speisekarpfen aus der CT-Haltung unterschieden sich insgesamt wenig von denen der untersuchten zweisömmerigen Karpfen (Tabelle 46). Der Anteil der gesättigten Fettsäuren im Gesamtfett war bei Speisekarpfen und K₂ nahezu identisch (Tabelle 53).

Der Anteil der wertvollen mehrfach ungesättigten Fettsäuren sank im Filet der Speisekarpfen gegenüber den untersuchten K₂, der Anteil der einfach ungesättigten Fettsäuren stieg entsprechend an (Abbildung 92). Weil der Fettgehalt der Speisekarpfen insgesamt höher war als bei den untersuchten großen K₂, war allerdings die Gesamtmenge an PUFA bei den Speisekarpfen höher (Tabelle 54).

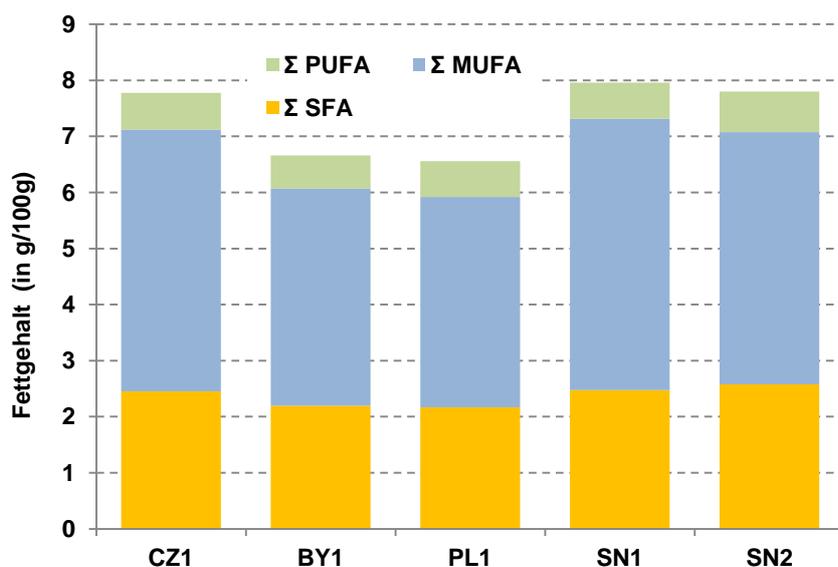


Abbildung 92: Mittelwerte der Fettgehalte der untersuchten Filetproben bei Speisekarpfen, unterteilt nach Sättigungsgrad der Kohlenstoffbindung

Bezüglich der Hauptversuchsfrage ist festzustellen, dass es weder beim Filetfettgehalt, noch bei den Fettsäuremustern der Speisekarpfen zwischen den Herkünften gravierende Unterschiede gibt. Die Akkumulation bzw. die Synthese von besonders erwünschten Fettsäuren war offenbar nahezu unabhängig von der Herkunft der Bestände. Vielmehr ist die Ernährung der Fische entscheidend für die Ausprägung eines bestimmten Fettsäuremusters. Die Ergebnisse bei der Fett- und Fettsäurebildung im Fischfilet belegten aber andererseits, dass die Fische aller untersuchter Herkünfte nicht unterernährt waren, also praktisch gleichen uneingeschränkten bzw. gleich eingeschränkten Zugang zu den Nahrungsquellen im Teich (Naturnahrung plus Ergänzungsfüt-

rung mit Getreide) hatten. Dieses Ergebnis belegt aber andererseits, dass die gefundenen signifikanten Unterschiede bei den Aufzuchtergebnissen primär von der Herkunft und nicht von den Möglichkeiten des Zugangs zu Nahrungsquellen bestimmt waren.

Tabelle 53: Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Speisekarpfenfilets (Mittelwerte von fünf Proben von je fünf Filets); Angaben in % des Gesamtfetts

Fettsäure	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
C 12:0 Laurinsäure	0,07	0,09	0,08	0,06	0,07
C 14:0 Myristinsäure	1,38	1,53	1,57	1,29	1,50
C 15:0 Pentadecansäure	0,27	0,33	0,40	0,30	0,38
C 16:0 Palmitinsäure	23,80	25,18	25,10	22,97	25,18
C 16:1 Palmitoleinsäure/n-7	9,83	10,23	10,31	9,45	10,35
C 16:2 Hexadiensäure	0,07	0,09	0,09	0,07	0,09
C 17:0 Margarinsäure	0,27	0,29	0,36	0,26	0,32
C 18:0 Stearinsäure	5,66	5,54	5,83	6,10	5,55
C 18:1 Ölsäure/n-9	48,06	45,59	44,06	48,35	44,75
C 18:2 Linolsäure	5,72	5,73	5,33	4,94	5,27
C 18:3 gamma-Linolensäure	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15
C 18:3 alpha-Linolensäure	1,29	1,60	2,34	2,16	2,62
C 18:4 Octadecatetraensäure					
C 20:0 Arachinsäure	0,11	0,13	0,12	0,12	0,13
C 20:1 Eicosensäure/n-9	1,91	2,19	2,47	2,58	2,36
C 20:2 Eicosadiensäure	0,23	0,20	0,23	0,21	0,19
C 20:3 Eicosatriensäure					
C 20:4 Arachidonsäure					
C 20:5 Eicosapentaensäure (EPA)	0,47	0,51	0,88	0,60	0,64
C 22:0 Behensäure					
C 22:1 Erucasäure/n-9	0,35	0,32	0,33	0,13	0,19
C 22:5 Docosapentaensäure	0,09	0,11	0,16	0,15	0,17
C 22:6 Docosahexaensäure (DHA)	0,26	0,21	0,23	0,12	0,13
Σ gesättigte Fettsäuren (SFA)	31,57	33,11	33,45	31,11	33,13
Σ einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)	60,16	58,34	57,18	60,52	57,66
Σ mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)	8,27	8,56	9,39	8,38	9,21
Σ n-3-Fettsäuren	2,11	2,44	3,62	3,04	3,55
Σ n- 6-Fettsäuren	6,16	6,12	5,78	5,34	5,66
Spezifischer Polyenfettsäurequotient (n-3/n-6)	0,34	0,40	0,63	0,57	0,63

Tabelle 54: Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Speisekarpfenfilets (Mittelwerte von fünf Proben von je fünf Filets); Angaben in g/100 g Filet

Fettsäure	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Σ gesättigte Fettsäuren (SFA)	2,45	2,20	2,17	2,47	2,58
Σ einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)	4,67	3,88	3,75	4,84	4,50
Σ mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)	0,65	0,59	0,64	0,65	0,72
Fettgehalt gesamt	7,78	6,66	6,56	7,96	7,80

11.2.6 Fleischfestigkeit (Scherkraftmessung) der Speisekarpfenfilets

Die Ergebnisse der Scherkraftuntersuchungen an den Filets der Speisekarpfen sind in Tabelle 55 dargestellt. Bei fast allen Herkünften stieg die Fleischfestigkeit der Filets bei den untersuchten Speisekarpfen gegenüber den untersuchten K_2 an. Bei den Speisekarpfen hatte, wie bereits bei den K_2 , das Filet der Herkunft CZ1 die

höchste Fleischfestigkeit. Die übrigen Herkünfte unterschieden sich praktisch kaum. Die Unterschiede waren so gering, dass sie für den Verbraucher ohne Bedeutung sind. Auf einen statistischen Mittelwertvergleich wurde daher verzichtet.

Tabelle 55: Ergebnisse der Scherkraftmessungen an den Speisekarpfenfilets (Mittelwert ± sd); Werte in Klammer: Ergebnisse der Messungen an großen K₂ im Vorjahr

Leistungsparameter	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
Steigung bei Belastung (N/mm)	10,97 ± 2,42 (8,08)	10,01 ± 2,17 (9,94)	9,04 ± 1,55 (10,6)	9,10 ± 1,52 (8,90)	9,76 ± 2,42 (9,72)
Maximalkraft bei Belastung (N)	210,8 ± 87,1 (183)	195,0 ± 77,7 (163)	205,3 ± 133,3 (138)	185,2 ± 76,6 (154)	213,6 ± 50,6 (162)
Weg bis zum Kraftmaximum bei Belastung (mm)	18,04 ± 2,63 (12,4)	16,9 ± 2,67 (9,72)	17,5 ± 1,97 (8,57)	18,3 ± 1,51 (9,51)	18,2 ± 1,74 (9,97)
Arbeit bis zum Kraftmaximum (mJ)	1.541 ± 479 (807)	1.249 ± 294 (564)	1.257 ± 281 (427)	1.308 ± 198 (505)	1.480 ± 252 (571)

Die Fleischfestigkeit war, entgegen der Erwartung, mit dem Fettgehalt der Karpfenfilets negativ korreliert. Aus den erhobenen Werten der K₂ und der Speisekarpfen ergab sich eine Regression mit einem hohen Bestimmtheitsmaß (Abbildung 93), auch wenn an diesem Ergebnis das Alter der Fische (zwei- bzw. dreisömmerig) einen entscheidenden Einfluss haben könnte.

Der Fettgehalt scheint sich aber zumindest in dem betrachteten Bereich nicht negativ auf die Bissfestigkeit des Karpfenmuskelfleischs auszuwirken.

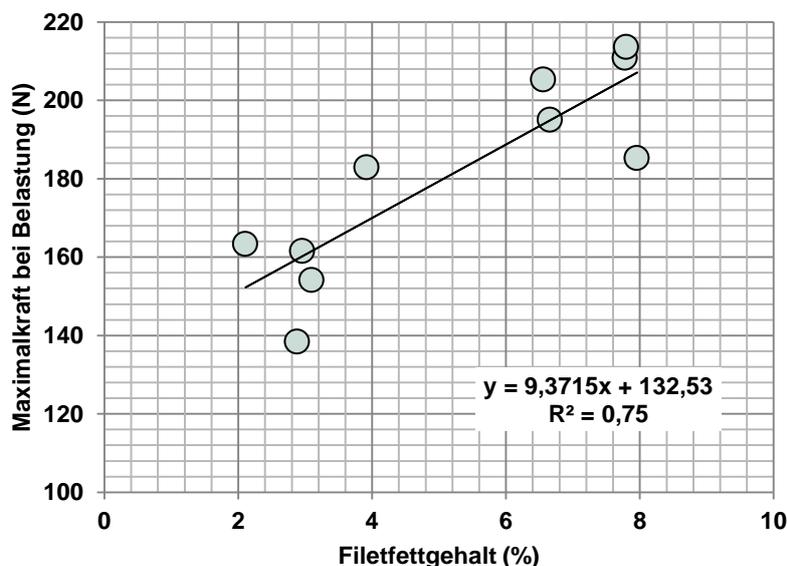


Abbildung 93: Beziehung zwischen Filetfettgehalt und der Filetfestigkeit, Werte der untersuchten Filets aus K₂ (Vorjahr) und Speisekarpfen

11.2.7 Garverlust

Der Garverlust unterschied sich bei den Filets der Speisekarpfen zwischen den Herkünften nicht (Tabelle 56). Es stellte sich heraus, dass der Garverlust bei Speisekarpfen geringer war als bei den untersuchten zwei-sömmerigen Karpfen. Mit zunehmendem Alter erhöhte sich offenbar die Fleischqualität bzw. -festigkeit.

Tabelle 56: Garverluste von je 25 Filets von Speisekarpfen (Mischprobe von je zwei Filets = 50 Proben pro Herkunft); Mittelwert und Standardabweichung

Herkunft	Garverlust (%)	zum Vergleich: Garverlust bei K ₂
CZ1	11,26 ± 1,18	16,94
BY1	10,52 ± 1,53	14,73
PL1	11,41 ± 1,66	15,70
SN1	11,54 ± 1,54	15,20
SN2	11,55 ± 1,54	15,74

11.2.8 Presswert

Der Presswert der Filets, der nach dem in Kapitel 4.9.8 beschriebenen Verfahren bestimmt wurde, unterschied sich bei allen untersuchten Herkünften praktisch nicht (Tabelle 57). Er blieb daher bei der anschließenden Leistungsprüfung unberücksichtigt.

Tabelle 57: Presswert von je 25 Filets von Speisekarpfen

Herkunft	Presswert (%)
CZ1	0,494 ± 0,033
BY1	0,494 ± 0,031
PL1	0,496 ± 0,034
SN1	0,492 ± 0,034
SN2	0,497 ± 0,036

11.2.9 Ergebnisse der sensorischen Prüfung der Speisekarpfen

Die Auswertung der Sensorik-Tests erfolgte gemäß DIN ISO 8587 (2006) nach Ausgeprägtheit des Merkmals. Eine hohe Ausgeprägtheit ist nicht gleichbedeutend mit guter oder schlechter Bewertung des untersuchten Parameters. Das Ergebnis ist vielmehr insbesondere von der individuellen Sicht des Prüfers und der angestrebten Produktqualität abhängig. Ein ausgeprägter Geschmack ist beispielsweise eher neutral zu bewerten. Einzelne Tester bevorzugen sicher geschmackloseren Fisch (z. B. Pangasius, Seelachs), andere bevorzugen den typischen (guten) Eigengeschmack bei Aal, Heilbutt oder Karpfen. Ausgeprägtes „Moseln“ bei Süßwasserfischen wie auch ein ausgeprägter Geruch ist immer negativ zu bewerten. Eine ausgeprägte Farbe ist auch wieder dem individuellen Geschmack unterworfen. Während für bestimmte Verarbeitungsformen (Räuchern) eher ein möglichst helles (weißes) Filet ohne ausgeprägte Farbe bevorzugt wird, favorisieren andere Verbraucher rot gefärbte Karpfenfilets. Eine ausgeprägte Fleischfestigkeit ist beim üblicherweise weichfleischigen Karpfen als gute Produkteigenschaft zu werten.

In Tabelle 58 bis Tabelle 64 sind die Ergebnisse der einzelnen durchgeführten Tests dargestellt. Es wurden jeweils die Rangsummen von vier Durchgängen (vier Filets der gleichen Herkunft) der sensorischen Prüfungen durch jeweils sieben Testpersonen aufgelistet. Der kritische Wert (F) für den FRIEDMANN-Test für ein Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$ beträgt in allen Fällen 9,32. F -Werte über diesem kritischen F -Wert zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Herkünften an.

Bei der Filetfarbe sowohl im rohen als auch im gegarten Zustand ergaben die Rangtests signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Herkünften, d. h. die Fleischfarbe war offensichtlich nicht unwesentlich von der Herkunft der Karpfen abhängig. Allerdings waren auch die großen individuellen Unterschiede zwischen den einzelnen untersuchten Fischen für diese Bewertung ausschlaggebend. So wiesen die Filets der Herkunft BY1 im Prüfdurchgang 5 und 6 stets die intensivste Färbung auf (geringste Rangsumme), in den Durchgän-

gen 7 und 8 hingegen die Herkunft SN1 (Anlage 5). Mit großer Wahrscheinlichkeit spielt bei den sensorischen Prüfungen auch das Geschlecht des einzelnen Fisches eine wichtige Rolle. In früheren Untersuchungen zur Auswirkung unterschiedlicher Getreidefuttermittel war der Einfluss des Geschlechts der geprüften Speisekarpfen auf die Produktqualität größer als das eigentliche Versuchsglied (PFEIFER & FÜLLNER 2008).

Tabelle 58: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Farbe (Filet roh)“ bei Speisekarpfen unterschiedlicher Herkunft; F = 9,32

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	7	26	17	30	25	19,09 *
2	7	18	31	32	17	25,26 *
3	29	34	13	8	21	26,63 *
4	27	35	15	7	21	26,51 *

Tabelle 59: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Farbe (Filet gegart)“ bei Speisekarpfen unterschiedlicher Herkunft

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	26	28	21	16	14	8,46 (n.s.)
2	18	32	26	18	11	15,09 *
3	15	27	22	10	31	16,80 *
4	15	33	17	10	30	22,74 *

Tabelle 60: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Geruch“ bei Speisekarpfen (rohe Filets) unterschiedlicher Herkunft

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	12	24	25	25	19	7,20 (n.s.)
2	20	21	27	22	15	4,23 (n.s.)
3	19	28	19	16	23	4,91 (n.s.)
4	24	31	19	14	17	10,17*

Individuelle Unterschiede überlagern also ganz wesentlich den Einfluss der Herkunft der Fische. Die Ergebnisse der sensorischen Tests gingen deshalb mit keiner oder nur einer sehr geringen Wichtung in die eigentliche Leistungsprüfung ein und beeinflussten deren Ergebnis praktisch nicht. Die große individuelle Varianz bei Filetfarbe, -geruch und Geschmack bietet aber Ansätze für eine gezielte Selektionszüchtung auf erwünschte Produkteigenschaften. Das dürfte insbesondere für die Verarbeitung von Karpfen eine wichtige Rolle spielen, für die eine möglichst einheitliche Rohware erwünscht ist. Unabhängig von der Herkunft der Karpfen könnte so durch Selektion problemlos auf eine helle oder rötlichere Filetfarbe hin gezüchtet werden.

Tabelle 61: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Geruch“ bei Speisekarpfen (garte Filets) unterschiedlicher Herkunft

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	28	21	16	22	18	4,80 (n.s.)
2	26	24	22	19	14	5,03 (n.s.)
3	23	26	16	17	23	4,23 (n.s.)
4	22	27	13	18	25	7,20 (n.s.)

Tabelle 62: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Festigkeit“ bei Speisekarpfen (rohe Filets) unterschiedlicher Herkunft

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	29	10	19	29	18	14,9*
2	24	12	21	23	25	6,28 (n.s.)
3	24	22	18	16	25	3,43 (n.s.)
4	18	29	18	14	26	8,91 (n.s.)

Tabelle 63: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Festigkeit“ bei Speisekarpfen (garte Filets) unterschiedlicher Herkunft

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	15	22	12	24	22	6,17 (n.s.)
2	15	19	14	29	28	11,54 *
3	21	22	25	23	14	4,00 (n.s.)
4	22	19	27	27	10	11,31 *

Tabelle 64: Beurteilung der Ausprägtheit des Prüfkriteriums „Geschmack“ bei Speisekarpfen (garte Filets) unterschiedlicher Herkunft

Durchgang	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Friedmann-Test Ergebnisse F-Test Signifikanz
1	28	24	18	17	18	5,26 (n.s.)
2	22	16	19	22	26	3,20 (n.s.)
3	22	21	18	22	22	0,69 (n.s.)
4	28	22	20	16	19	4,57 (n.s.)

12 Ergebnisse der Leistungsprüfung

12.1 K₁-Teichaufzucht

Trotz der bereits im Kapitel Methodik dargestellten Unsicherheiten der K₁-Produktion (unterschiedliches K₀-Besatzdatum beim Vorstrecken oder Aufzucht aller K_v einer Herkunft in nur jeweils einem Teich mit verschiedenen Umweltbedingungen und ggf. auch einem unterschiedlichen Nahrungsangebot), erreichte die Herkunft CZ1 offenbar bereits im ersten Aufzuchtjahr im Teichaufzuchtversuch die beste Leistung (Tabelle 65). Die Reihe der Spiegelkarpfen wurde von der Herkunft SN2 angeführt, unmittelbar gefolgt von der Herkunft BY1. Zwischen den Herkünften SN1 und PL1 bestand praktisch kein Unterschied nach den in die Prüfung eingegangenen Leistungsparametern (Abbildung 94).

Tabelle 65: Leistung der untersuchten Herkünfte in der K₁-Teichaufzucht

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Wichtung (Faktor)	Datensicherheit (%)
Leistungsparameter							
Überlebensrate Vorstrecken [%]	43,4	59,0	41,5	52,2	29,7	0,5	50
Flächenerträge K ₁ SB [kg/ha]	979	644	733	653	777	0,5	100
Flächenerträge K ₁ CT	371	182	138	151	147	0,5	90
Stückverluste K ₁ SB [%]	35,6	35,1	52,1	36,5	9,9	1	90
Futtermittelverbrauch K ₁ SB	1,1	1,5	1,3	1,5	1,3	1	100
Leistungspunkte	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2		
Überlebensrate Vorstrecken	37	50	35	44	25		
Flächenerträge K ₁ SB	100	66	75	67	79		
Flächenerträge K ₁ CT	100	27	13	10	11		
Stückverluste K ₁ SB	64	65	48	63	90		
Futtermittelverbrauch K ₁ SB	100	72	84	71	82		
Summe Leistungspunkte	401	301	279	286	316		
K₁-Teichaufzucht (Leistung zu 100 Punkten)	100	75	70	71	79		
Rangplatz	1	3	4	5	2		

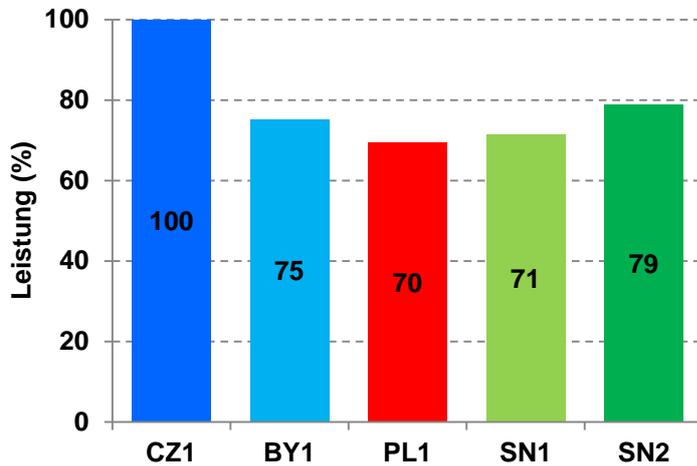


Abbildung 94: Leistung der untersuchten Herkünfte in der K₁-Teichaufzucht

12.2 Vitalität

Zur Einschätzung der Vitalität wurden die Ergebnisse der KHV-Infektionsversuche in der Tierärztlichen Hochschule Hannover herangezogen. Trotz der geringen Probenzahl zeigten die Ergebnisse der Infektion der Flossenkulturen (Infektionsversuch 1; Kapitel 6.1) und auch die der KHV-Badinfektion (Infektionsversuch 3; Kapitel 6.3) Tendenzen für die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem CyHV-3-Virus (KHV). Die Ergebnisse des Infektionsversuchs 2 (Kapitel 6.2) können nicht für die Bewertung der KHV-Empfindlichkeit, wohl aber für die allgemeine Widerstandsfähigkeit der jeweiligen Herkünfte gegenüber Parasiten herangezogen werden. Die Ergebnisse in diesem Abschnitt werden als Leistungsparameter „Vitalität“ zusammengefasst. Dabei wurden für die Leistungsbewertung Ränge vergeben, weil eine prozentuale Wichtung der absoluten numerischen Werte auf Grund der geringen Probenzahl nicht sinnvoll erschien.

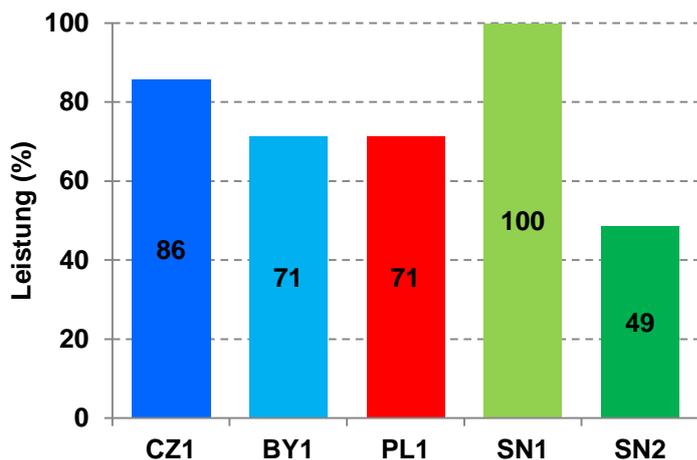


Abbildung 95: Vitalität der untersuchten Herkünfte (K₁-Infektionsversuche)

Die Vitalität der einsömmerigen Karpfen schwankte in Abhängigkeit der mehr oder weniger stark ausgeprägten Resistenz gegenüber dem KH-Virus und der Widerstandsfähigkeit gegenüber Parasiten (Tabelle 66). Alle Karpfenherkünfte, die sich bereits mit dem KH-Virus auseinandersetzen mussten (BY1 und SN1), aber auch

die Gebrauchskreuzung PL1, die wegen ihrer nachgewiesenen höheren KHV-Resistenz für diese Leistungsprüfung ausgewählt wurde, schnitten beim Leistungsparameter Vitalität gut ab. Die Leistung des tschechischen Schuppenkarpfens zeichnete sich durch seine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Parasiten aus. SN2 belegte den letzten Platz auf Grund der schlechtesten Ergebnisse im Kampf gegen die KH-Infektion und der geringen Widerstandsfähigkeit gegen ubiquitäre Karpfenparasiten (Abbildung 95). Die beste Vitalität hatte die Herkunft SN1, die sich insbesondere durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen eine KH-Infektion auszeichnete.

Tabelle 66: Leistung der untersuchten Herkünfte der K₁ im KHV-Infektionsversuch/Vitalität

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Wichtung (Faktor)	Datensicherheit (%)
Leistungsparameter							
Empfänglichkeit der Flossenkulturen für eine Infektion mit CyHV-3 (Rangplatz)	1	1	1	1	5	0,5	100
Infektionsversuch: Tage bis Totalverlust durch Parasiten (Widerstandsfähigkeit-Rangplatz)	1	2	2	2	2	0,5	100
ÜLR bei KHV-Badinfektion (Rangplatz)	2	2	2	1	2	1,0	100
Leistungspunkte	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2		
Empfänglichkeit der Flossenkulturen für eine Infektion mit CyHV-3	50	50	50	50	10		
Infektionsversuch: Tage bis Totalverlust durch Parasiten ((Widerstandsfähigkeit)	50	25	25	25	25		
ÜLR bei KHV-Badinfektion	50	50	50	100	50		
Summe Leistungspunkte	150	125	125	175	85		
K₁-Vitalität (Leistung zu 100 Punkten)	86	71	71	100	49		
Rangplatz	2	3	3	1	5		

12.3 K₂-Teichaufzucht

Bei den Leistungsparametern aus der Aufzucht zweijähriger Satzkarpfen ändert sich die Rangfolge erneut (Abbildung 96). Gleichzeitig erhöhten sich die Differenzen zwischen den Linien, u. a. deshalb, weil die Überwinterungsverluste der separat aufgezogenen Bestände der vorjährigen K₁ in die Wertung der K₂-Leistung eingeschlossen wurden. Unangefochten führt bei den Aufzuchtergebnissen wieder die Herkunft CZ1. Erstmals führt aber die Herkunft BY1 die Reihe der Spiegelkarpfen an. Die Leistung dieser Herkunft wich in dieser Aufzuchtphase deutlich von der der übrigen Spiegelkarpfen ab (Tabelle 67).

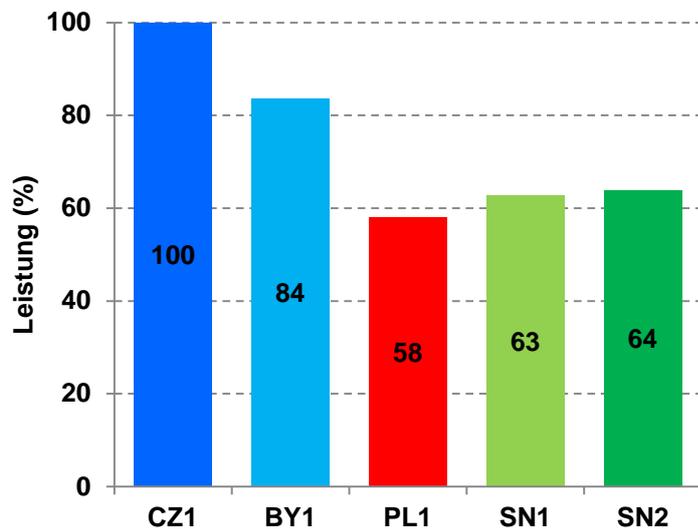


Abbildung 96: Leistung der untersuchten Herkünfte bei der K₂-Aufzucht im Teich

Tabelle 67: Leistung der untersuchten Herkünfte in der K₂-Aufzucht

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Wichtung (Faktor)	Datensicherheit (%)
Leistungsparameter							
Gesamtverluste Überwinterung K ₁ ÜHA SB [%]	5,2	14,0	13,3	12,7	10,9	1	95
Gesamtverluste Teich-Überwinterung K ₁ CT [%]	14,4	18,1	18,1	18,1	18,1	1	50
Zuwachs K ₂ CT [kg/ha]	458	249	128	141	122	1	100
Stückverluste K ₂ CT [%]	2,3	9,5	48,7	51,6	56,1	1	95
Futteraufwand K ₂ SB	1,1	1,05	3,92	1,65	1,22	1	50
Leistungspunkte	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2		
Gesamtverluste Überwinterung K ₁ ÜHA SB [%]	95	86	87	87	89		
Gesamtverluste Teich-Überwinterung K ₁ CT [%]	50	48	48	48	48		
Zuwachs K ₂ CT [kg/ha]	100	54	28	31	27		
Stückverluste K ₂ CT [%]	95	88	50	47	43		
Futteraufwand K ₂ SB	50	50	13	32	43		
Summe Leistungspunkte	390	326	226	245	249		
K₂-Aufzucht (Leistung zu 100 Punkten)	100	84	58	63	64		
Rangplatz	1	2	5	4	3		

12.4 Speisekarpfenaufzucht

Bei der Speisekarpfenaufzucht im Teich ändert sich interessanterweise die Rangfolge erneut (Abbildung 97, Tabelle 68). Hier hatte wieder die tschechische Herkunft die besten Aufzuchtergebnisse. Bei den Spiegelkarpfen führte aber erstmalig die Herkunft SN1 die Rangliste an. Die bayerische Herkunft fiel auf den 3. Platz unter den Spiegelkarpfen zurück, was vor allem auf die rechnerisch hohen Verluste in dieser Aufzuchtstufe zurückzuführen war. Die bei dieser Herkunft für diese Aufzuchtphase wahrscheinlich zu hoch berechneten Verluste wurden durch entsprechend zu niedrige kalkulierte Stückverluste in den ersten beiden Aufzuchtjahren ausgeglichen. Das wird bei Betrachtung der Gesamtüberlebensrate deutlich (s. a. Abbildung 64 und Abbildung 65).

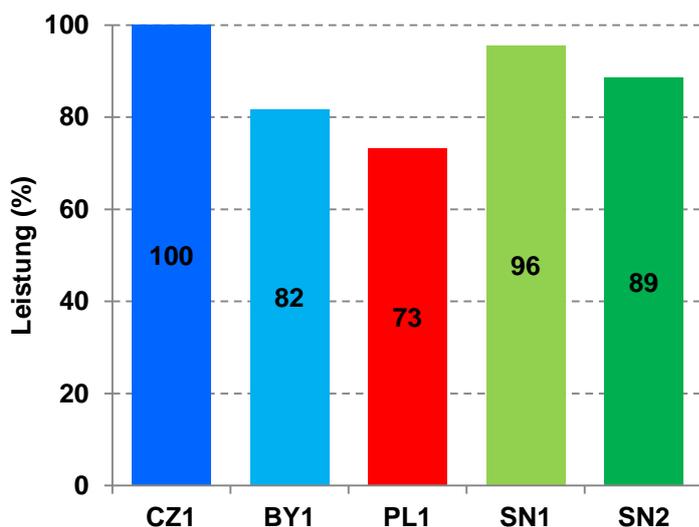


Abbildung 97: Leistung der untersuchten Herkünfte bei der Speisekarpfenaufzucht im Teich

Tabelle 68: Leistung der untersuchten Herkünfte in der Speisekarpfenaufzucht

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Wichtung (Faktor)	Datensicherheit (%)
Leistungsparameter							
Gesamtverluste Überwinterung ÜHA K ₂ CT [%]	2,1	6,9	6,9	6,9	6,9	1	80
Zuwachs K ₃ CT [kg/ha]	226,1	187,4	149,1	213,4	189,1	1	80
Stückverluste K ₃ CT [%]	4,1	22,7	13,3	0	0	1	60
Leistungspunkte	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2		
Gesamtverluste ÜHA-Überwinterung K ₂ CT	80	76	76	76	76		
Zuwachs K ₃ CT	80	55	31	72	57		
Stückverluste K ₃ CT	58	46	52	60	60		
Summe Leistungspunkte	218	178	159	208	193		
K₂-Aufzucht (Leistung zu 100 Punkten)	100	82	73	96	89		
Rangplatz	1	4	5	2	3		

12.5 Leistung bei der Produktqualität

12.5.1 Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen

Die Produktqualität wurde erstmals bei den relativ großen zweisömmerigen Karpfen untersucht. Die mittleren Stückmassen der für die Untersuchungen verwendeten K_2 unterschieden sich kaum von der üblichen Vermarktungstückmasse bayerischer Speisekarpfen in der Praxis. Deshalb werden auch diese Ergebnisse in die Bewertung einbezogen. Sie erhalten jedoch in der anschließenden Gesamtbewertung eine deutlich niedrigere Wichtung als die weiter unten betrachteten Auswertungen der Speisekarpfen, bei denen außerdem eine größere Anzahl von Parametern in die Berechnung der Leistungspunkte einging.

Die einzelnen Leistungsparameter wurden entsprechend ihrer Bedeutung für den Erzeuger bzw. für den Verbraucher unterschiedlich gewichtet. Während die morphologischen Kennzahlen mit dem Faktor 1 gewichtet wurden, gehen die Daten für Fleischfestigkeit, Fettgehalt und Fettsäuremuster mit nur 0,5 bzw. sogar 0,25 in das Ergebnis ein. Die Filetfleischfarbe wurde hier gar nicht berücksichtigt, weil sich die Daten zwischen den Herkünften einerseits kaum unterschieden, andererseits auch unklar ist, welchen „Farbton“ der Verbraucher wirklich bevorzugt. Anschließend wurden die Daten verrechnet.

Die höchste Leistung bei der Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen erzielte zum wiederholten Male die Herkunft CZ1 (Tabelle 69). Bei den Spiegelkarpfen führt die Herkunft BY1 die Rangfolge an. Allerdings waren die Leistungsunterschiede zwischen den Spiegelkarpfenbeständen tatsächlich nur marginal (Abbildung 98).

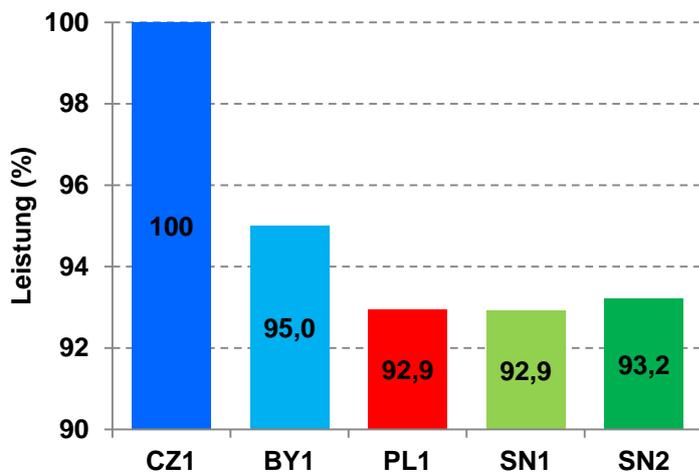


Abbildung 98: Leistung bei der Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen

Tabelle 69: Leistungsvergleich der Produktqualität großer zweisömmeriger Karpfen

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Wichtung (Faktor)	Datensicherheit (%)
Leistungsparameter							
Korpulenzfaktor	1,60	1,70	1,64	1,66	1,64	0,1	100
Kopflänge [%]	23,0	22,9	22,5	22,9	23,2	0,15	100
Filetanteil mit Haut [%]	46,7	40,1	41,5	41,1	39,6	0,25	100
Filetanteil ohne Haut [%]	37,8	33,9	35,0	34,5	33,5	0,25	100
Garverlust [%]	16,9	14,7	15,7	15,2	15,7	0,5	100
Fettgehalt DISTELL [%]	4,72	3,72	4,36	4,20	3,99	0,25	90
Fettgehalt Analyse [%]	3,92	2,11	2,88	3,10	2,96	0,25	100
Summe PUFA [%]	11,5	10,8	10,1	10,0	9,1	0,125	100
Spezifischer Polyenfettsäurequotient n3/n6	0,25	0,25	0,25	0,21	0,25	0,125	100
Fleischfestigkeit (Maximalkraft bei Belastung [N])	183	163	138	154	162	0,125	100
Fleischfestigkeit (Arbeit bis zum Kraftmaximum [mJ])	807	564	427	505	571	0,125	100
Leistungspunkte	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2		
Korpulenzfaktor	9	10	10	10	10		
Kopflänge [%]	15	15	15	15	15		
Filetanteil mit Haut [%]	25	21	22	22	21		
Filetanteil ohne Haut [%]	25	22	23	23	22		
Garverlust [%]	49	50	49	50	49		
Fettgehalt DISTELL [%]	11	11	11	11	11		
Fettgehalt Analyse [%]	12	13	12	12	12		
Summe PUFA [%]	13	12	11	11	10		
Fleischfestigkeit (Maximalkraft bei Belastung [N])	13	11	9	11	11		
Fleischfestigkeit (Arbeit bis zum Kraftmaximum [mJ])	13	9	7	8	9		
Summe Leistungspunkte	196	187	183	183	183		
K₂-Aufzucht (Leistung zu 100 Punkten)	100,0	95,0	92,9	92,9	93,2		
Rangplatz	1	2	5	5	3		

12.5.2 Produktqualität der Speisekarpfen

Bei der Bewertung der Leistungsparameter der Produktqualität wurde vor allem auf die morphometrischen Parameter (Korpulenzfaktor, Kopflänge, Filetanteil, Gonadenanteil) zurückgegriffen. Darüber hinaus werden der Fettgehalt, der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie die Fleischfestigkeit und der Garverlust berücksichtigt. Auf die Einbeziehung der Sensorik (Fleischfarbe, Geruch, Geschmack) in die Leistungsprüfung konnte verzichtet werden, weil die Bewertung

1. stark subjektiv ist (Ausgeprägtheit des Merkmals) und
2. bei den Mittelwerten der bewerteten Parameter zwischen den Herkünften praktisch keine Unterschiede messbar waren.

In die Leistungsbewertung gehen somit nur die Werte ein, die ein Qualitätsparameter für die Aufzucht sind und bei denen signifikante Differenzen zwischen den Herkünften beschrieben werden konnten.

Wie bereits im Ergebnisteil beschrieben, änderte sich die Reihenfolge bei der Produktqualität der Speisekarpfen gegenüber den im Jahr zuvor untersuchten großen zweisömmerigen Karpfen (Abbildung 99, Tabelle 70). Die Herkunft CZ1 verlor ihre Ausnahmestellung und wurde von fast allen Spiegelkarpfenbeständen übertroffen. Auch die Spiegelkarpfenherkunft BY1 verlor ihre Führung bei der Produktqualität und fällt auf den letzten Rang zurück. Die Ursache dafür lag im hohen Gonadenanteil bei dieser Herkunft nach dem dritten Aufzuchtjahr, worauf bereits in Kapitel 11.2.1 hingewiesen wurde. Zu beachten ist jedoch, dass die gefundenen Unterschiede in der Produktqualität der Speisekarpfen generell sehr gering waren.

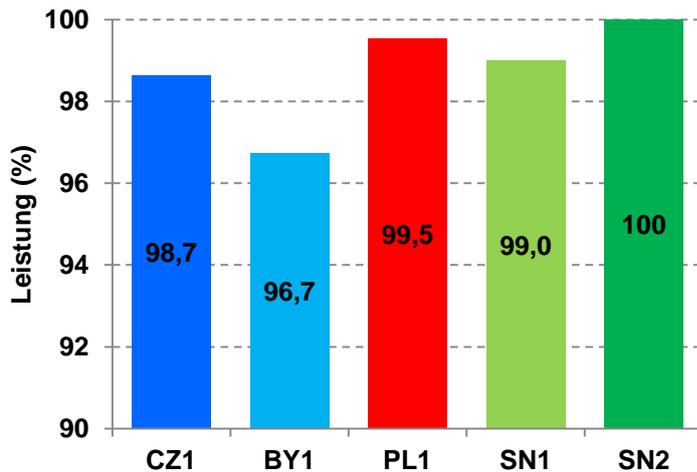


Abbildung 99: Leistung bei der Produktqualität der Speisekarpfen

Tabelle 70: Leistungsvergleich Produktqualität Speisekarpfen

Herkunft	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2	Wichtung (Faktor)	Daten-sicherheit (%)
Leistungsparameter							
Korpulenzfaktor	1,69	2,01	1,96	2,02	1,98	0,2	100
Kopflänge [%]	20,1	22,0	21,4	21,9	21,8	0,3	100
Filetanteil mit Haut [%]	45,5	41,6	44,5	44,5	44,2	0,5	100
Filetanteil ohne Haut [%]	37,6	35,9	38,3	38,1	38,1	0,5	100
Gonadenanteil [%]	7,17	7,40	5,55	4,49	5,66	0,5	100
Garverlust [%]	6,11	6,27	6,26	6,24	6,26	0,5	100
pH-Wert nach Tiefkühlagerung	11,3	10,5	11,4	11,5	11,6	1	100
Fettgehalt DISTELL [%]	10,07	6,78	8,77	9,08	8,98	0,125	90
Fettgehalt Analyse [%]	7,78	6,66	6,56	7,96	7,80	0,125	100
Summe PUFA [%]	0,65	0,59	0,64	0,65	0,72	0,125	100
Spezifischer Polyenfettsäurequotient n3/n6	0,34	0,40	0,63	0,57	0,63	0,125	100
Fleischfestigkeit (Maximalkraft bei Belastung [N])	211	195	205	185	214	0,125	100
Fleischfestigkeit (Arbeit bis zum Kraftmaximum [mJ])	1541	1249	1257	1308	1480	0,125	100
Leistungspunkte	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2		
Korpulenzfaktor	17	20	19	20	20		
Kopflänge [%]	30	29	30	29	29		
Filetanteil mit Haut [%]	50	46	49	49	49		
Filetanteil ohne Haut [%]	49	47	50	50	50		
Gonadenanteil [%]							
Garverlust [%]	49	48	49	50	49		
pH-Wert nach Tiefkühlagerung	25	21	21	22	21		
Fettgehalt DISTELL [%]	99	100	99	99	99		
Fettgehalt Analyse [%]	8	11	10	9	9		
Summe PUFA [%]	10	11	11	10	10		
Spezifischer Polyenfettsäurequotient n3/n6	11	10	11	11	13		
Fleischfestigkeit (Maximalkraft bei Belastung [N])	7	8	13	11	13		
Fleischfestigkeit (Arbeit bis zum Kraftmaximum [mJ])	12	11	12	11	13		
Summe Leistungspunkte	381	374	385	382	386		
<i>K_{sp}-Aufzucht (Leistung zu 100 Punkten)</i>	98,7	96,7	99,5	99,0	100,0		
Rangplatz	4	5	2	3	1		

12.6 Gesamtergebnis Leistungsprüfung

Bei der Auswertung der einzelnen Teilleistungen bei Aufzucht, Vitalität und Produktqualität wurden Leistungspunkte vergeben. Diese Leistungspunkte sind bereits innerhalb der betrachteten Teilleistung gewichtet. Fasst man alle Aufzuchtergebnisse zusammen, ergibt sich für die geprüften Karpfenlinien folgendes Ergebnis (Tabelle 71):

- Die Herkunft CZ1 erzielte insgesamt eine deutlich herausgehobene Leistung bei den Aufzuchtergebnissen. Die Leistungsfähigkeit liegt etwa 10 % über der aller Spiegelkarpfenbestände.
- Der leistungsfähigste Spiegelkarpfenbestand war bei den Aufzuchtergebnissen die Herkunft BY1.
- Die Leistung der Herkünfte PL1, SN1 und SN2 lag nochmals ca. 10 % unter der der besten Spiegelkarpfenlinie BY1.
- Zwischen den zuletzt genannten Herkünften gab es bei den Aufzuchtergebnissen kaum nennenswerte Leistungsunterschiede.

Tabelle 71: Gesamtergebnis der Leistungsprüfung Aufzuchtergebnisse

	CZ1	BY1	SN2	SN1	PL1
K ₁ -Aufzucht	401	301	279	286	316
K ₁ -Vitalität	150	125	125	175	85
K ₂ -Aufzucht (Punkte)	390	326	226	245	249
K _{Sp} -Aufzucht (Punkte)	218	178	159	208	193
Punkte gesamt	1.158	930	789	914	843
Gesamt-Performance zu 100	100	80,3	68,1	78,9	72,8
Rangplatz	1	2	5	3	4

Bei der Bewertung der Leistungsparameter der Produktqualität erreicht ebenfalls die Herkunft CZ1 die höchste Bewertung (Tabelle 72). Die Leistungsunterschiede zwischen Schuppen- und Spiegelkarpfen, aber vor allem die zwischen den einzelnen Spiegelkarpfenbeständen waren jedoch insgesamt sehr gering. Auch ohne Berücksichtigung der Scores bei den Daten aus der Produktqualität der K₂, die nur mit ca. 50 % in die Leistungsbewertung eingehen, ändert sich diese Bewertung kaum. Die in der Karpfenteichwirtschaft seit Jahrzehnten praktizierte Selektionszüchtung auf bestimmte morphometrische Kennzahlen (Aussehen, Beschuppung) hatte offenbar primär günstige Auswirkungen auf erwünschte Produkteigenschaften. Eine Selektionszüchtung auf Leistungsparameter der Aufzucht ist anhand der „Körung“ andererseits eben nicht möglich. Die größeren Leistungsdifferenzen bei den Aufzuchtparametern lassen aber gerade dort günstige Ergebnisse einer weitergehenden Züchtungsarbeit erwarten. Dazu könnte Kreuzungszüchtung ein erfolgversprechender Ansatz sein.

Tabelle 72: Gesamtergebnis der Leistungsprüfung Produktqualität

	CZ1	BY1	SN2	SN1	PL1
K ₂ -Produktqualität	196	187	183	183	183
Speisekarpfen-Produktqualität	381	374	385	382	386
Punkte gesamt	578	560	567	565	569
Gesamt-Performance zu 100	100	97,0	98,2	97,8	98,6
Rangplatz	1	5	3	4	2

Fasst man alle Ergebnisse (Aufzucht und Produkteigenschaften) zusammen, ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 73):

- Als leistungsfähigste Herkunft hat sich die Herkunft CZ1 herausgestellt. Dieser Schuppenkarpfenhybride erwies sich im Vergleich zu allen vier Spiegelkarpfenbeständen als deutlich überlegen. Der Leistungsvorsprung von CZ1 beträgt ca. 10 %.
- Bei den Spiegelkarpfen führt die Herkunft BY1 die Rangfolge an. Bei Betrachtung aller ausgewerteten Leistungsparameter lag die Leistung dieser Linie nochmals um etwa 5 % über der der anderen geprüften Spiegelkarpfen.
- Bei den geprüften sächsischen Beständen war die Herkunft SN1 der Herkunft SN 2 überlegen. Der Leistungsunterschied zwischen beiden Linien beträgt nochmals 4 %
- Die Leistungsunterschiede zwischen den Spiegelkarpfen waren insgesamt geringer als der aller Spiegelkarpfen zum geprüften Schuppenkarpfen CZ1.

Tabelle 73: Gesamtergebnis der Leistungsprüfung (Aufzucht und Produktqualität)

Stamm	CZ1	BY1	PL1	SN1	SN2
K ₁ -Aufzucht	401	301	279	286	316
K ₁ -Vitalität	150	125	125	175	85
K ₂ -Aufzucht	390	326	226	245	249
K _{Sp} -Aufzucht	218	178	159	208	193
Produktqualität K ₂	196	196	196	196	196
Produktqualität Speisekarpfen	381	381	381	381	381
Mittel	1.638	1.410	1.268	1.394	1.322
Gesamt-Performance zu 100	100,0	86,1	77,4	85,1	80,7
Rangplatz	1	2	5	3	4

12.7 Charakteristik der einzelnen Herkünfte

Bei den verschiedenen Leistungskriterien schnitten die einzelnen untersuchten Herkünfte verschieden ab. An dieser Stelle wird versucht, die Besonderheiten (besondere Eignung bzw. auffälliger Mangel) der einzelnen untersuchten Herkünfte zu beschreiben.

12.7.1 CZ1

Unter Berücksichtigung aller untersuchten Parameter hat sich CZ1 als besonders leistungsstarke Herkunft herausgestellt. In nahezu allen Aufzuchtparametern war diese Herkunft allen anderen im Test untersuchten Linien überlegen. Lediglich die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer KHV-Infektion war bei dieser Herkunft deutlich schlechter als die aller Spiegelkarpfen (Abbildung 100). Bei der Produktqualität der Speisekarpfen erreichte diese Herkunft nicht den Spitzenplatz, was ursächlich im Wesentlichen auf den geringeren Korpu­lenzfaktor und die möglicherweise bei Schuppenkarpfen ungenauere DISTELL-Fettmessung zurückzuführen ist.

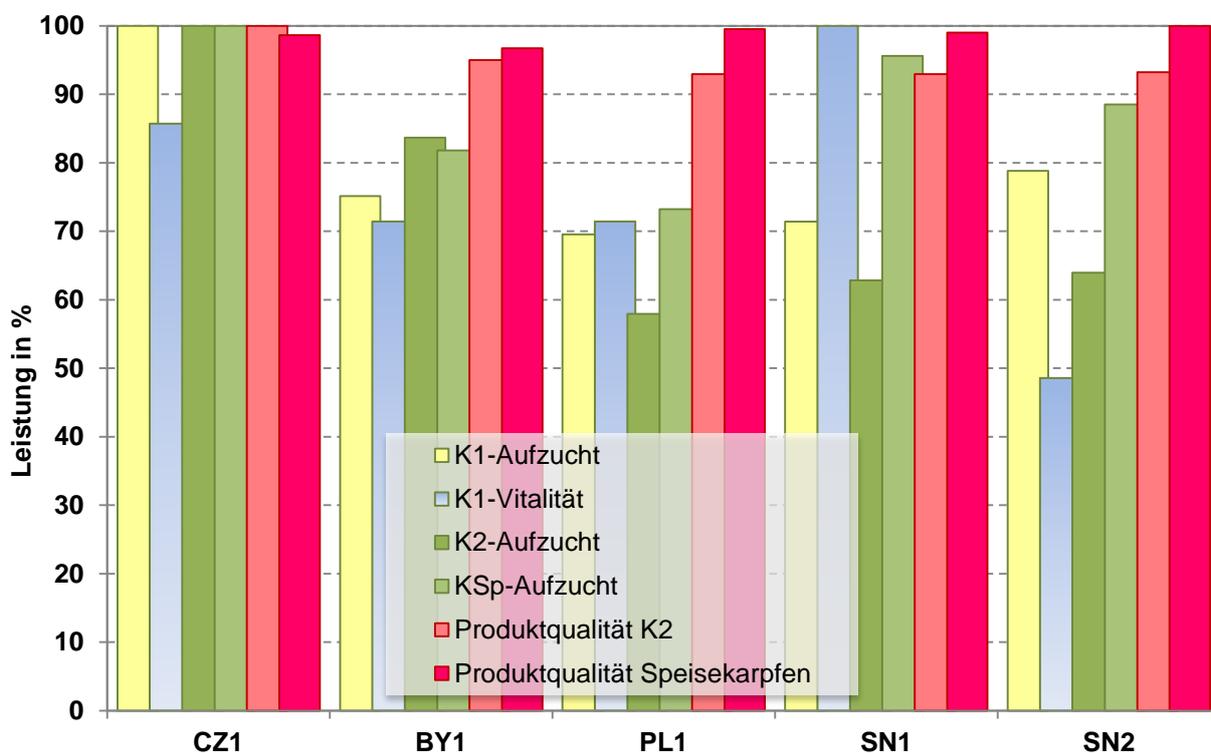


Abbildung 100: Leistung der untersuchten Karpfenherkünfte unter Berücksichtigung aller untersuchten Leistungsparameter

12.7.2 BY1

Diese Herkunft erreichte unter allen untersuchten Spiegelkarpfen die beste Leistung. Die Linie hatte in allen geprüften Parametern eine sehr ausgeglichene Leistung, ohne in einem dieser Werte besonders hervorstechen. Die Herkunft erreicht sehr gute Ergebnisse in der Satz­fischerzeugung. Bei Vitalität und den Parametern der Speisekarpfenerzeugung lag die Herkunft nur im Mittelfeld, ohne dass dies das Gesamtergebnis beeinträchtigt. Bei der Produktqualität zeichnet sich der Stamm durch einen geringen Filetfettgehalt, aber auch durch ein relativ weiches Fleisch aus, das aber beim Garen am geringsten an Gewicht verlor.

12.7.3 PL1

Die Herkunft erzielte im Mittel die schlechtesten Ergebnisse bei den bewerteten Leistungskriterien. Das lag vor allem an den schlechten Ergebnissen der Teichaufzucht. Dabei war die Vitalität und die KHV-Resistenz der Linie offenbar recht hoch. Die erzeugten Speisekarpfen hatten darüber hinaus eine sehr gute Produktqualität. Der Filetfettgehalt dieser Fische war im Mittel der niedrigste, der Filetanteil demgegenüber der höchste aller untersuchten Herkünfte. Die Filets der Fische hatten einen hohen Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren und einen entsprechend günstigen spezifischen Polyenfettsäurequotienten.

12.7.4 SN1

Die Herkunft SN1 erreichte in allen Leistungsparametern gute Ergebnisse. Besonders erwähnenswert ist die höchste Widerstandsfähigkeit gegenüber einer KHV-Infektion. Die Laichfische dieser Herkunft laichten im Gegensatz zu denen der Herkunft SN2 auch bei Wassertemperaturen von deutlich unter 20 °C ab, ein Fakt der aber nicht bei der Berechnung der Leistungsfähigkeit berücksichtigt wurde.

12.7.5 SN2

Die Herkunft SN2 hatte auf Basis der berechneten Leistung gemeinsam mit PL1 die geringste Leistungsfähigkeit. Eine Spitzenposition erreichte die Linie allerdings bei der Speisekarpfen-Produktqualität. Die Fische dieser Herkunft hatten den absolut höchsten Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Filet und verfügten über ein sehr festes Fleisch.

13 Diskussion

13.1 Diskussion der Ergebnisse Leistungsprüfung

In den Untersuchungen wurde für die Leistungsprüfung einer größeren Anzahl von Zuchtlinien erstmals das innovative Verfahren des Communal testings in einer praxisidentischen Umwelt (Warmwasserteiche) angewandt. MOAV & WOHLFAHRT (1968) haben das Verfahren erstmalig bei einer Leistungsprüfung zweier mit Brandzeichen markierter Besatzgruppen von Karpfen angewandt. In unseren Versuchen konnte eine verletzendes Markierung entfallen. Dadurch konnten Fehler durch Folgeschäden einer Markierung ausgeschaltet werden. Die von uns angewandte Zuordnung der aufgezogenen Fische zu ihren Herkünften auf Basis von Mikrosatellitenmarkeranalysen nach der Abfischung ist in dem von uns praktizierten Umfang ein grundsätzlich neuer Versuchsansatz, der bisher in dieser Form bei Herkunftsvergleichen in der Karpfenaquakultur noch nicht verfolgt wurde. Das Verfahren des Communal testings bietet den grundlegenden Vorteil, allen zu prüfenden genetischen Linien die absolut identische Umwelt anbieten zu können. Das ist gerade bei der Teichaufzucht von Karpfen ein bedeutender Vorteil, weil die umweltbedingte Varianz zwischen einzelnen Teichen (der Versuchsfehler) in der Regel größer ist als die genetisch bedingten Unterschiede zwischen den Herkünften. Diesem Problem konnte bisher bestenfalls durch eine ausreichend große Anzahl von Wiederholungen und einer Fehlerkorrektur mittels Kovarianzanalyse begegnet werden. Für eine solche herkömmliche Leistungsprüfung stehen bei einer großen Anzahl von zu prüfenden Linien unter Sicherung der in der Karpfenaquakultur üblichen Stufenproduktion und den für das gemäßigte Klima zusätzlich erforderlichen Überwinterungskapazitäten in kaum einer Versuchsteichanlage ausreichende Kapazitäten zur Verfügung.

Allein aus dieser Sicht war die in den Untersuchungen angewandte Methodik der einzig mögliche Weg, einen Herkunftsvergleich von Karpfen unter praxisnahen Rahmenbedingungen durchzuführen.

Zwischen den ausgewählten genetisch unterschiedlichen Zuchtlinien des Karpfens (*Cyprinus carpio*) konnten aufgrund der durchgeführten Untersuchungen messbare Leistungsunterschiede festgestellt werden. Es gibt allerdings keine Herkunft, die in **allen** geprüften Belangen den anderen deutlich überlegen gewesen wäre. Gute Werte bei den Kennzahlen der Teichaufzucht bzw. der Überwinterung korrespondieren deshalb nicht unbedingt mit den Ergebnissen bei Produktqualität oder Krankheitsresistenz.

Die Schuppenkarpfen der Herkunft CZ 1 konnten allerdings ihre besondere Eignung für die Teichaufzucht eindrucksvoll herausstellen. Auf Grund der deutlichen Leistungsunterschiede zu den (Spiegelkarpfen-) Herkünften ergibt sich die Frage, ob die pleiotropen Effekte der Beschuppungsgene zwischen Schuppen- und Spiegelkarpfen tatsächlich nur wenige Prozent betragen und zu vernachlässigen sind, wie das von KIRPITSCHNIKOV (1937) beschrieben wurde. Die Frage kann aber mit unseren Daten nicht geklärt werden, weil es sich bei allen geprüften Herkünften vom Versuchsansatz her um genetisch möglichst weit voneinander entfernte Zuchtlinien handelte. Um die Rolle der Beschuppung für die Leistungsfähigkeit abschließend zu klären, müssten Beschuppungstypen der gleichen Zuchtlinie miteinander verglichen werden. Trotz allem spricht das Ergebnis sehr deutlich für die Aufzucht von Schuppenkarpfen in Teichen. Sowohl bei den Produktionskennzahlen als auch bei den morphologischen Prüfgrößen liegen die Schuppenkarpfen jeweils an der Spitze.

Für die Aufzucht von Schuppenkarpfen scheint darüber hinaus auch die deutlich geringere Greifbarkeit von Karpfen dieses Beschuppungstyps für Prädatoren wie den Kormoran zu sprechen, was KORTAN et al. (2008) eindrucksvoll beschreiben konnten.

Die Versuche erfolgten in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha. Keine der geprüften Herkünfte ist hier autochthon, ihre Heimat ist unterschiedlich weit vom Versuchsort entfernt (Tabelle 74). Trotz geografischer Nähe der sächsischen Herkünfte kommen auch diese aus anderen Fließgewässereinzugsgebieten. Die geprüften Herkünfte waren somit alle nur teilweise (die sächsischen Herkünfte bezüglich des Klimas) oder aber gar nicht an die in der VTA Königswartha herrschenden konkreten Umweltbedingungen angepasst. Es ist hinlänglich bekannt, dass im Gebiet aufgewachsene Bestände besser an die jeweiligen Verhältnisse bezüglich Gewässergüte und Klima angepasst sind. Aufgrund dieser Tatsache ist es besonders bemerkenswert, dass ausgerechnet geografisch weit entfernte Herkünfte in den Prüfungen die besten Leistungen erreichten (CZ1 und BY1). Damit scheint das Communal-Testing als Methode der Leistungsprüfung offenbar besser geeignet zu sein als solche in separater Haltung mit vielen unterschiedlichen Umweltbedingungen. Dort sind autochthone Herkünfte möglicherweise in stärkerem Maße bevorteilt.

Tabelle 74: Herkunft und geografische Entfernung der Heimatteichwirtschaften der untersuchten Karpfenlinien

	Flusseinzugsgebiet	Entfernung zur VTA Königswartha (ca. Straßenentfernung in km)
VTA Königswartha	Hoyerswerdaer Schwarzwasser (Schwarze Elster-Elbe)	-
CZ1	Blanice (Otava-Moldau-Elbe)	350
BY1	Aisch (Regnitz-Main-Rhein)	400
PL1	Weichsel	450
SN1	Spree (Havel-Elbe)	10
SN2	Schwarze Elster (Elbe)	15

Bei nahezu allen für die Teichaufzucht relevanten Parametern, aber auch bei den Fähigkeiten zur unspezifischen Krankheitsabwehr, der KHV-Infektionsanfälligkeit sowie morphologischen Kennzahlen und Produkteigenschaften gab es Leistungsunterschiede zwischen den von uns untersuchten Herkünften. Inwieweit diese genetisch fixiert sind, kann mit den Untersuchungen nicht abschließend geklärt werden. Insbesondere der von uns verfolgte innovative Versuchsansatz der gemeinsamen Aufzucht in einer Haltungsumwelt und anschließende Zuordnung zur jeweiligen Herkunft hat wohl die Ergebnisse nicht verzerrt, aber vorhandene genetische Effekte aller Wahrscheinlichkeit nach verstärkt. Das von MOAV & WOHLFAHRT (1968) beschriebene Phänomen des verstärkten Einflusses sozialer Effekte zwischen Gruppen bei gemeinsamer Haltungsumwelt scheint auch in unseren Untersuchungen eine erwähnenswerte Rolle gespielt haben. Das wird beim Vergleich zwischen den Aufzuchtergebnissen bei separater bzw. gemeinsamer Haltung im ersten Aufzuchtjahr recht deutlich. Während die Herkunft CZ1 in gemeinsamer Haltung erhebliche Leistungsvorteile hatte, waren diese bei separater Haltung kaum noch messbar. Diesen Fehler zu korrigieren, hätte der parallelen Prüfung in separaten Haltungseinrichtungen bedurft, die wir aus zuvor beschriebenen Gründen nicht bis zum Ende des dritten Aufzuchtjahres gewährleisten konnten.

Auch bei dem von STEFFENS (1964) durchgeführten Vergleich der Wachstumsleistungen von Donauwildkarpfen und Lausitzer Spiegelkarpfen in Königswartha haben derartige Effekte wohl eine wichtige Rolle gespielt. Der bereits im ersten Jahr erlangte Wachstumsvorsprung der Teichkarpfen gegenüber den Donauwildkarpfen wurde im Verlauf der darauf folgenden Versuchsjahre weiter ausgebaut. Das betraf sowohl Teiche ohne Zufütterung als auch die mit Getreidezusatzfütterung. Die Differenz wurde in den Teichen mit Getreidezufütterung offensichtlich nochmals verstärkt (Abbildung 101). Im Gegensatz zu unserem Versuchsansatz glied STEFFENS die Besatzstückmassen für das zweite und dritte Aufzuchtjahr nicht aus, sondern besetzte Streck- und Abwachsteiche jeweils mit dem unsortierten Besatzmaterial des Vorjahres. Separat gehaltene Bestände standen ihm nicht zur Verfügung, sodass Sortierung immer eine unerwünschte Auswahl von Vor- oder Nachwüchsern bedeutet hätte. So wären in dem Fall vom leistungsfähigeren Stamm die „Minusvarianten“, vom leistungsschwachen jedoch die besonders raschwüchsigen Individuen der Herkunft weiter aufgezogen worden, was in anderer Weise das Versuchsergebnis verfälschen kann.

In unseren Versuchen wurde der Besatz zu jeder Produktionsstufe jeweils so weit wie möglich ausgeglichen, ohne dabei bei den leistungsfähigen Herkünften auf Nachwüchser zu selektieren. Soweit möglich, wurde für den Neubesatz auf die separat gehaltenen **unsortierten** Bestände zurückgegriffen.

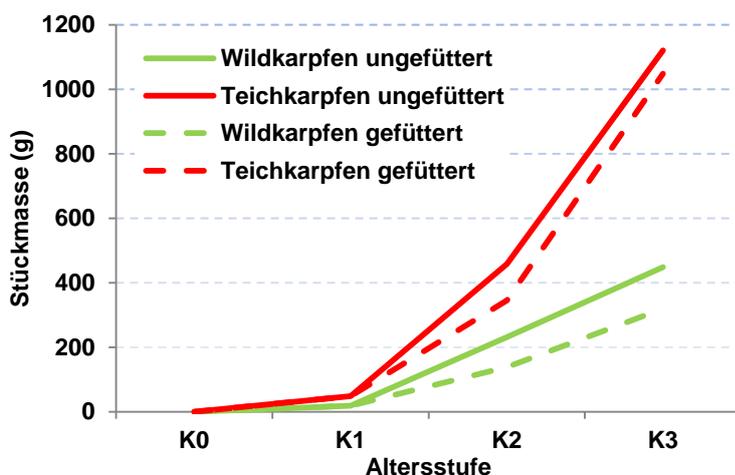


Abbildung 101: Unterschiede in der Stückmassenentwicklung bei ein-, zwei- und dreisömmerigen Wild- und Teichkarpfen bei Haltung im gleichen Teich (neu gezeichnet nach STEFFENS 1964)

Unsere Ergebnisse bestätigen somit die von MOAV & WOHLFAHRT (1968) geäußerte Vermutung, wonach eine gemeinsame Haltung offenbar genetisch bedingte Leistungsunterschiede verstärken kann. Das muss bei der absoluten Bewertung unserer Ergebnisse berücksichtigt werden. Weil sich die produktionsrelevanten Kennzahlen, trotz dieses möglichen Effekts, bei separater und gemeinsamer Haltung aber im grundsätzlichen Trend nicht unterscheiden, kann zumindest die ermittelte Rangfolge der Leistungsfähigkeit bei den von uns geprüften Herkünften als hoch gesichert gelten.

13.2 Diskussion Ergebnisse Infektionsversuch

Bei unserem Infektionsversuch erwies sich die Herkunft SN1 als besonders unempfindlich gegen das Koi-Herpesvirus. Besonders empfänglich für das Virus war hingegen das Flossengewebe von SN2. Bei der Badinfektion war die ansonsten hochleistungsfähige Herkunft CZ1 besonders empfindlich auf das eingesetzte Feldvirus. Hierbei könnte die Tatsache eine Rolle spielen, dass Südböhmen bisher als KHV-frei gelten muss, die Fische dieser Zuchtlinie also vermutlich bisher definitiv keinen Kontakt zu KH-Viren hatten. Im Umkehrschluss könnte das aber heißen, dass alle anderen Zuchtlinien, die bereits Kontakt zum KH-Virus hatten, genau aus diesem Grund weniger empfindlich reagieren. Möglicherweise kann sich innerhalb weniger Jahre die Infektiosität des Erregers verringern; durch eine ansteigende Resistenz beim Wirt oder aber eine genetische Veränderung des Virus. Das innerhalb weniger Jahre bzw. Jahrzehnte bei Karpfen bekannte asymptomatische Abklingen der Bedeutung vieler Fischkrankheiten mit anfangs hohen Verlusten unmittelbar nach Erstinfektion zeugt andererseits von einer offenbar möglichen, raschen Aktivierung solcher spezifischer Abwehrmechanismen bei Fischen. Derartige Effekte konnten sowohl bei Virusinfektionen (Frühjahrsvirämie SVC), bei Myxosporidien (*Sphaerosporora renicola*, dem Erreger der Schwimmblasenentzündung SBI), aber auch bei den Bandwürmern *Khawia sinensis* und *Bothriocephalus acheilognathi* beobachtet werden. Erkrankungen, die von den aufgezählten Erregern verursacht wurden und die zu Beginn seuchenhafte Verluste zur Folge hatten, haben heute in der Karpfenteichwirtschaft praktisch keine Bedeutung mehr. Bislang sind jedoch aus der Praxis, ca. 15 Jahre nach dem ersten gesicherten KHV-Nachweis in Sachsen, keine eindeutigen Hinweise auf eine Resistenzausprägung bei den Karpfen ersichtlich.

In unseren Betrachtungen wurde die KHV-Empfänglichkeit bei der Bewertung der Leistung der einzelnen Herkünfte entsprechend der aktuellen Verlustsituation noch relativ stark gewichtet. Diese hohe Wertigkeit könnte in der Zukunft aus den eben genannten Gründen von geringerer Bedeutung sein. Dann würde allerdings der bereits jetzt offensichtliche Leistungsvorsprung der Zuchtlinie CZ1 noch deutlicher ausfallen, die nur in diesem Punkt besonders deutlich gegenüber allen anderen Herkünften zurücklag. Von anderen landwirtschaftlichen Nutztieren ist aber auch bekannt, dass auf bestimmte Leistungsparameter zugeschnittene Spitzenzüchtungen auch von einer höheren Krankheitsanfälligkeit begleitet sein können, wenn bei einem hohen Inzuchtgrad bestimmte genetisch fixierte Fähigkeiten zur unspezifischen oder spezifischen Immunabwehr verloren gegangen sind.

13.3 Diskussion weiterer Ergebnisse

Neben den primären Ergebnissen ergaben die Aufzuchtversuche weitere interessante Nebenergebnisse. So konnten die in Lehrbüchern, bei gutachterlichen Stellungnahmen oder im Rahmen von Förderverfahren angewandten Normstückverluste grundsätzlich bestätigt werden (Tabelle 75).

Tabelle 75: Normstückverluste (in %) für Berechnung von Schäden in sächsischen Teichwirtschaften (LfULG 2015), Aufzuchtverluste in den hier beschriebenen Teichversuchen

Produktionsstufe	Normstückverluste für Entschädigungen nach HärtefallausgIVO	Herkunftsvergleich 2013-2015
K _{0-V}	50 ¹	41,0 – 70,3
K _{V-1}	40	9,8 – 52,1
K _{1 Winter}	30	2,0 – 36,0
K ₁₋₂	30	5,4 – 57,2 ²
K _{2 Winter}	15	2,1 – 7,4
K ₂₋₃	12	3,1 -15,3

¹ K₀₋₁

² Ohne durch Ichthyophthiriose verursachte erhöhte Verluste bei PL1

Der Unterschied zwischen den heute in der Praxis auftretenden, deutlich höheren Verlusten und den in unseren Versuchen erreichten, liegt in der verschiedenen Betroffenheit bei den durch Prädatoren bedingten Schäden. Während die VTA Königswartha während des gesamten Zeitraums im Herkunftsvergleich weder im Sommer, noch in der Überwinterung praktisch nicht von Prädatoren wie dem Kormoran aufgesucht wurde, ist diese Verlustursache in der Praxis heute leider Alltag. Damit lassen sich aber an Hand der Ergebnisse unserer Untersuchungen die durch Prädatoren bedingten Stückverluste in der Praxis der Karpfenteichwirtschaft deutlicher quantifizieren bzw. bereits in früheren Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse nochmals bestätigen (WINKEL 2005).

Die Ergebnisse zu Leistungsunterschieden bei der Produktqualität ergeben interessante Detailergebnisse. Es wurde bestätigt, dass der Filetanteil bei Karpfen mit weniger als 50 % gegenüber anderen Fischarten relativ niedrig ist. Bei Lachsen beträgt er beispielsweise etwa 62 % (EINEN et al. 1999). Ein genetisch bedingter höherer Filetanteil hat deshalb gerade beim Karpfen eine große Bedeutung und kann entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Verarbeitung sein.

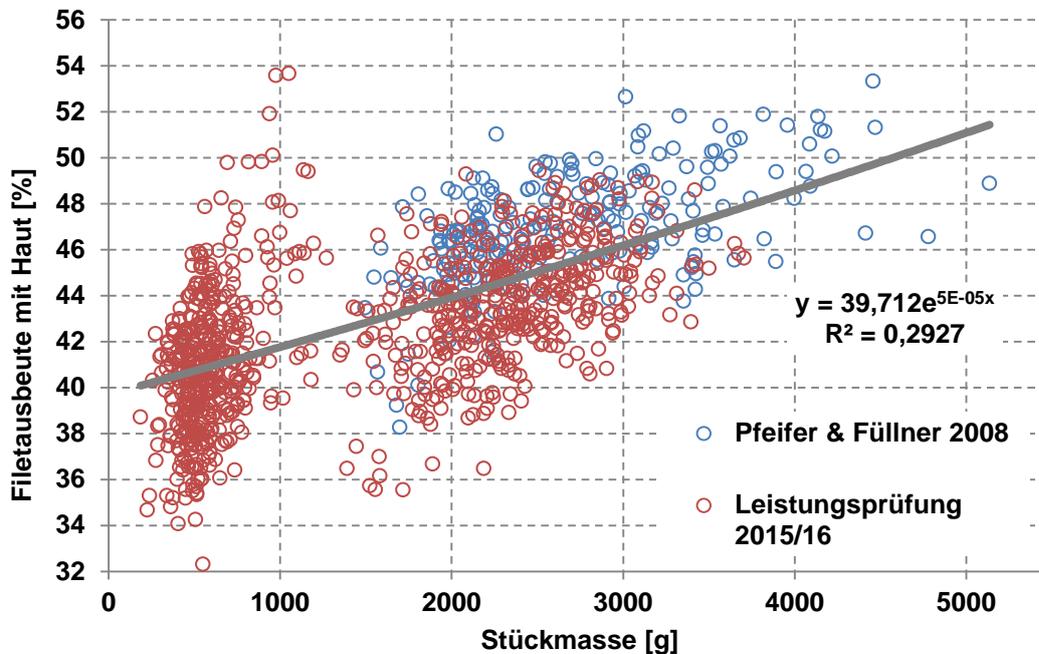


Abbildung 102: Korrelation zwischen Stückmasse und Filetausbeute mit Haut bei Speisekarpfen; Daten aus PFEIFER & FÜLLNER 2008 sowie von K₂ und Speisekarpfen aus der Leistungsprüfung 2015/16

In den Untersuchungen lag der Filetanteil bei allen Herkünften bei den untersuchten großen K₂ deutlich niedriger als bei dreisömmerigen Speisekarpfen aus früheren eigenen Untersuchungen. Er schwankte mit Haut im Mittel zwischen 39,6 % (SN2) und 46,7 % (CZ1), ohne Haut zwischen 33,5 % (SN2) und 37,8 % (CZ1). Die Filetanteile mit Haut bei den hier untersuchten Speisekarpfen erreichten dann die erwarteten 42 bis 46 % und lagen damit auf dem Niveau früherer Untersuchungen (PFEIFER & FÜLLNER 2008). Wie bereits die damaligen Ergebnisse dokumentierten, korreliert der Filetanteil bei Speisekarpfen im Bereich zwischen 1.500 und 4.500 g sehr stark mit den Stückmassen der Fische (Abbildung 102). Die Ergebnisse der Produktuntersuchungen an den 600 bis 1.000 g schweren zweisömmerigen Karpfen (rote Punktwolke links) ergänzen somit in nahezu idealer Weise den Kurvenverlauf nach unten. Große Speisekarpfen zu erzeugen ist also durchaus sinnvoll, weil diese Fische offenbar einen signifikant höheren Filetanteil haben. Das gilt allerdings so nur für dreisömmerige Speisekarpfen. Inwieweit die Gonadenentwicklung bei älteren Karpfen diesen Trend umkehrt, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

Interessante Ergebnisse gab es im Rahmen der Untersuchungen der Produktqualität zur Fettsynthese beim Karpfen. Der Fettgehalt von Karpfen ist nach unseren Ergebnissen in entscheidendem Maße von der Dauer der Getreidezufütterung abhängig. So stieg der Fettgehalt der untersuchten Speisekarpfen im dritten Aufzuchtjahr bei allen geprüften Herkünften an. Natürlich hat primär die Ernährung der Karpfen mit wechselnden Anteilen an Naturnahrung in der traditionellen Karpfenteichwirtschaft einen Einfluss auf die Fettanlagerung beim Karpfen. So können sich die erreichten Fettgehalte bei der Aufzucht von Speisekarpfen allein durch die Auswahl des Zusatzfutters ganz erheblich unterscheiden (Tabelle 76).

Nicht nur die Art des Zusatzfutters, auch das Verhältnis zwischen der zur Verfügung stehenden Naturnahrung und der kohlenhydratreichen Ergänzungsfütterung haben einen entscheidenden Anteil auf Quantität und Qualität des Fettsatzes beim Karpfen. Ein hoher Kohlenhydratanteil führt zu ebensolchen Fetteinlagerungen in den Muskel oder/und ggf. auch in den Eingeweidekomplex. So beschreibt AMLACHER (1960), dass die infolge der Weißbrotfütterung extrem kohlenhydratreich ernährten Speisekarpfen aus dem Dresdener Zwingerteich Filetfettgehalte bis 28 % erreichten. Die Depotfettmengen im Eingeweidekomplex waren darüber hinaus um

das Eifache gegenüber Karpfen aus der regulären Teichaufzucht in Königswartha erhöht. STEFFEN & WIRTH (2007) wie auch VACHA et al. (2007) wiesen in neueren Untersuchungen darauf hin, dass der Anteil Naturnahrung (Zooplankton und Benthos) bzw. des zusätzlich verabreichten Getreides in der traditionellen Karpfenteichwirtschaft einen entscheidenden Einfluss auf die Fettsäuresynthese hat.

Tabelle 76: Fettgehalte bei Speisekarpfen bei identischer Teichaufzucht mit unterschiedlicher Ernährung: ausschließlich Naturnahrung bzw. zusätzliche Ergänzungsfütterung (aus PFEIFER & FÜLLNER 2008)

Fütterung/ Ernährung	mittlere Stückmasse der Speisekarpfen (kg)	mittlerer Filetfettgehalt der Speisekarpfen (%)
Naturnahrung	2,066	1,2
Gerste	2,091	6,4
Roggen	2,328	9,4
Weizen	2,207	6,3
Mais	3,054	8,7
Triticale	3,252	8,3
Lupine	2,332	3,2
Erbsen	3,155	4,8
Mischfutter (nur aus pflanzlichen Komponenten)	3,655	7,7

Die Fette, die aus dem als Ergänzung verabreichten Getreide synthetisiert werden, haben leider eine ungünstigere Fettsäurezusammensetzung als jene, die aus der Naturnahrung gebildet werden. Deshalb war es nicht ganz zufällig, dass die Werte der Fettsäuregruppen und sogar einzelner Fettsäuren bei den Untersuchungen an K₂ deutlich von in der Literatur veröffentlichten Daten für verschiedene Herkünfte von Speisekarpfen abweichen. Bei der Analyse der Speisekarpfen liegen wir im Bereich der Ergebnisse anderer Autoren, bei denen die Speisekarpfen wie bei uns aus Teichen mit Getreidezufütterung stammen (Tabelle 77).

Tabelle 77: Ergebnisse der Fettsäureanalytik aus dem Herkunftsvergleich gegenüber Literaturdaten für Speisekarpfen

	K ₂ (eigene Daten)	K _{Sp} (eigene Daten)	K _{Sp} (BUCHTOVA et al. 2007)	K _{Sp} (BUCHTOVA et al. 2010)	K _{Sp} (CIRKOVIC et al. 2012)
Fettgehalt (%)	2,11 – 3,92	4,30 – 10,1	5,44 – 8,98	2,43 – 9,93	6,85
∑ SFA*	34,5 – 37,8	30,1 – 37,3	21,3 – 21,7	26,0 – 28,9	24,2
∑ MUFA*	50,8 – 54,7	55,1 – 62,2	64,2 – 64,7	51,1 – 63,6	64,3
∑ n-3 PUFA*	1,71 – 2,30	1,65 – 5,87	2,14 – 2,40	3,85 – 11,7	1,32
∑ n-6 PUFA*	7,26 – 9,24	4,48 – 9,29	7,30 – 7,76	6,52 – 10,1	9,63
n-6/n-3	3,99 – 4,86	1,13 – 4,49	3,14 – 3,47	0,90 – 1,76	7,28

* (% vom Gesamtfettgehalt)

Unsere K₂ wie auch die untersuchten Speisekarpfen hatten jedoch auffällig höhere Gehalte an gesättigten Fettsäuren als alle Fische aus den in Tabelle 77 zitierten Literaturdaten. Hierfür dürfte der Anteil des Ergänzungsfutters (Getreide) die entscheidende Ursache sein, der in unseren Aufzuchtexperimenten möglicherweise höher war als in den weniger intensiv bewirtschafteten tschechischen Teichen. Dort dürfte der Naturnahrungsanteil größer sein.

Für die von uns untersuchten Karpfen kann die Aussage von ŁUCZYNSKA et al. 2014 bestätigt werden, dass Süßwasserfische nicht ganz so günstige Fettsäureprofile aufweisen wie Meeresfische. Fettreiche Meeresfische wie der Lachs haben deutlich niedrigere Gehalte an gesättigten Fettsäuren im Gesamtfett, noch höhere Gehalte an n-3-PUFA und sind deshalb ernährungsphysiologisch besonders wertvoll. Unsere Karpfen hatten demgegenüber neben einem geringeren Gesamtfettgehalt auch einen höheren Anteil an SFA im Fett (Tabelle 78). Außerdem liegt der Anteil n-6-Fettsäuren höher, wenn auch immer noch in dem für eine gesunde Ernährung empfohlenen Bereich (1 : 4).

Tabelle 78: Ergebnisse der Fettsäureanalytik aus dem Herkunftsvergleich gegenüber Literaturdaten zu anderen Fischarten (ŁUCZYNSKA et al. 2014)

	K ₂ (eigene Daten)	K _{Sp} (eigene Daten)	Lachs	Regenbogenforelle	Tilapia	Pangasius
Fettgehalt (%)	2,11 – 3,92	4,30 – 10,1	12,1	6,84	1,44	0,52
Σ SFA*	34,5 – 37,8	30,1 – 37,3	18,5	25,7	38,9	42,2
Σ MUFA*	50,8 – 54,7	55,1 – 62,2	49,9	43,8	34,9	38,0
Σ n-3 PUFA*	1,71 -2,30	1,65 – 5,87	18,7	20,4	9,24	5,01
Σ n-6 PUFA*	7,26 – 9,24	4,48 – 9,29	11,5	8,46	16,3	14,3
n-6/n-3	3,99 – 4,86	1,13 – 4,49	0,61	0,41	1,76	2,85

* (% vom Gesamtfettgehalt)

Physiologisch sind Fischfette für die Ernährung des Menschen generell als günstig einzuschätzen. Insbesondere einige langkettige, hochungesättigte Fettsäuren (PUFA) wie die Linolensäure (C18:3), die Eicosapentensäure (C20:5) und die Docosahexaensäure (DHA) können vom Menschen nur in geringem Umfang synthetisiert werden. Auch wenn die Fettsäuremuster von Süßwasserfischen prinzipiell weniger optimal wie die der Meeresfische sind, kann durch den Verzehr von Karpfen ein Beitrag für eine gesunde Ernährung geleistet werden (STEFFENS 2016). Um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft nach einer täglichen Aufnahme von 250 mg pro Tag EPA und DHA allerdings allein mit einem Verzehr der in unseren Versuchen aufgezogenen zweisömmerigen Karpfen nachzukommen, wäre ein wöchentlicher Konsum von ca. 9 kg Filet erforderlich (Tabelle 79). Die höheren Fettgehalte bei den Speisekarpfen verbessern dieses Ergebnis allerdings deutlich (Tabelle 80). Die nunmehr ermittelten Werte decken sich mit den Angaben aus der Literatur. Aus dieser Tatsache darf jedoch nicht abgeleitet werden, noch höhere Fettgehalte bei Speisekarpfen anzustreben. Ein hoher Fettgehalt bei Karpfen korreliert mit einer schlechteren Bewertung beim Geschmack (PFEIFER & FÜLLNER 2008).

Tabelle 79: Erforderlicher Verzehr von Karpfenfilets großer K₂ der untersuchten Herkünfte, um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft zu entsprechen (Basis 250 mg/d bzw. 1,75 g/Woche)

Herkunft	Fettgehalt im Filet (%)	Gehalt an EPA+DHA (in mg/100 g)	erforderliche Verzehrmenge Karpfenfilet	
			g/d	g pro Woche
CZ1	3,92	20	1.250	8.750
BY1	2,11	18	1.389	9.722
PL1	2,88	22	1.136	7.952
SN1	3,10	19	1.316	9.211
SN2	2,96	23	1.087	7.609

Tabelle 80: Erforderlicher Verzehr von Speisekarpfenfilets der untersuchten Herkünfte, um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft zu entsprechen (Basis 250 mg/d bzw. 1,75 g/Woche)

Herkunft	Fettgehalt im Filet	Gehalt an EPA+DHA (in mg/100g)	erforderliche Verzehrmenge Karpfenfilet	
	(%)		g/d	g pro Woche
CZ1	7,78	60	416	2.916
BY1	6,66	51	490	3.431
PL1	6,56	73	342	2.397
SN1	7,96	55	455	3.182
SN2	7,80	61	410	2.869

Tabelle 81: Erforderlicher Verzehr von Fischen, um den Empfehlungen der Ernährungswissenschaft zu entsprechen (Basis 250 mg/d bzw. 1,75 g/Woche): Literaturdaten

Herkunft	Fettgehalt im Filet	Gehalt an EPA+DHA (in mg/100g)	erforderliche Verzehrmenge Fischfilet	
	(%)		g/d	g pro Woche
K _{Sp} (Herkunft M2 x M72) (aus BUCHTOVA et al. 2007)	7,02	65	385	2.695
K _{Sp} (Herkunft ROP x TAT) (aus BUCHTOVA et al. 2010)	9,93	155	161	1.127
K _{Sp} Naturnahrung (aus STEFFENS & WIRTH 2005)	1,8	77	325	2.272
K _{Sp} Weizenzusatzfütterung (aus STEFFENS & WIRTH 2005)	3,4	78	321	2.244
K _{Sp} Pellet mit 10 % Fischöl (aus STEFFENS & WIRTH 2005)	2,2	458	55	382
K _{Sp} nach 180 Tagen Fütterung mit leinölsupplementierten Futter (aus SCHULTZ et al. 2015)	4,07	520	48	337
K _{Sp} nach 180 Tagen Fütterung mit fischölsupplementierten Futter (aus SCHULTZ et al. 2015)	4,42	550	45	318
Lachs (aus ŁUCZYNSKA et al. 2014)	12,13	1.333	19	131
Tilapia (aus ŁUCZYNSKA et al. 2014)	1,44	85	294	2.058
Pangasius (aus ŁUCZYNSKA et al. 2014)	0,52	17	1.470	10.290
Schwarzbarsch (Wildfang) (aus TRUSHENSKI 2017)	0,9	197	127	888
Schwarzbarsch (Aquakultur) (aus TRUSHENSKI 2017)	2,0	206	121	849
Hybridstreifenbarsch (Wildfang) (aus TRUSHENSKI 2017)	0,6	175	143	1.000
Hybridstreifenbarsch (Aquakultur) (aus TRUSHENSKI 2017)	3,7	481	52	364

Karpfen sind bei ausschließlicher Zusatzfütterung mit Getreide ernährungsphysiologisch offenbar nicht das ideale diätetische Lebensmittel. Erst mit spezieller Fütterung (Pellet und Fischöl) kann Karpfenfilet ähnlich gesundheitsfördernd sein wie Lachs. Durch Verabreichung von fischölsupplementiertem Mischfutter konnten sowohl STEFFENS & WIRTH (2005) als auch SCHULZ et al. (2015) den Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Karpfenfilet nahezu verzehnfachen (Tabelle 81). Aber auch bei anderen Fischarten haben die in der Aquakultur aufgezogenen Individuen einen höheren diätetischen Wert wie TRUSHENSKI (2017) das für Schwarz- oder Hybridstreifenbarsch beschreibt. Der Fettgehalt, aber vor allem die Fettsäurezusammensetzung

zung in Karpfenfilets hängen in sehr starkem Maße von der Ernährung des Karpfens ab und offenbar nur in geringem Umfang von der Genetik. Dennoch können signifikante Unterschiede im Gehalt an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren bei verschiedenen Karpfenherkünften bestehen. Bei Untersuchungen von BUCHTOVA et al. (2010) unterschieden sich die Fettsäuremuster verschiedener Kreuzungen tschechischer Spiegelkarpfen im Vergleich zu einer Schuppenkarpfenlinie (alle jeweils drei Jahre alt) deutlich. Zwischen den von uns verglichenen Herkünften gab es allerdings nur marginale Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung, ähnlich den ersten Ergebnissen von BUCHTOVA et al. (2007). Auf eine aufwändige Züchtungsarbeit zur Verbesserung des Fettsäuremusters kann somit wohl verzichtet werden. Ist ein hoher PUFA-Anteil im Karpfenfilet vom Verbraucher erwünscht, so kann dem viel leichter durch eine entsprechende Fütterung nachgekommen werden.

Um genetisch bedingte Differenzen bei der Fettsäuresynthese zu finden, können immer nur die Daten innerhalb eines Teiches verglichen werden. Das war mit unserem Versuchsansatz gegeben. Andererseits können bei der Haltung mehrerer Herkünfte in einem Teich selbstverständlich auch wieder soziale Effekte bei Futteraufnahme und -verwertung eine Rolle spielen. Insofern sind selbst die Differenzen zwischen den Herkünften nicht ausschließlich genetisch bedingt. Gerade die Ergebnisse der Fettanalytik (Fettgehalt wie auch Fettsäuremuster) belegen aber für unsere Untersuchungen, dass in der gemeinsamen Haltung keine der Herkünfte wirklich durch systematische Verdrängung bei der Nahrungsaufnahme benachteiligt war. Das trifft sowohl für den Zugang zur Naturnahrung als auch für das angebotene Ergänzungsfutter zu, unterscheiden sich doch Filetfettgehalte und Fettsäurezusammensetzung individuell in viel stärkerem Maße als zwischen den Herkünften.

14 Schlussfolgerungen

- Die Zuchtarbeit in der Karpfenteichwirtschaft ist in Deutschland seit Jahren auf Erhaltungszustand reiner Linien beschränkt. In anderen Ländern sind Zuchtziele definiert worden und eine Reihe von osteuropäischen Forschungsinstituten arbeitet seit Jahren an der Verbesserung der Leistungen des Karpfens. Der Vergleich deutscher Gebrauchskarpfenbestände mit den in ausländischen Instituten gezielt züchterisch bearbeiteten Linien war deshalb eines der Schwerpunkte der Untersuchungen.
- Wenn man von der herausragenden Leistung des Schuppenkarpfens der Herkunft CZ1 absieht, haben die geprüften deutschen Spiegelkarpfen-Zuchtlinien in dieser Leistungsprüfung nicht prinzipiell schlecht abgeschnitten. Zwischen allen geprüften Herkünften konnten bei einer Reihe von Parametern Leistungsunterschiede nachgewiesen werden, von denen ein großer Teil genetisch fixiert sein dürfte. Die Differenzen beziehen sich aber nicht auf alle Leistungsparameter. Keine Herkunft wies jedoch inakzeptabel schlechte Leistungen auf. Inzuchtdepressionen auf Grund jahrzehntelanger separater Haltung und Vermehrung können somit für die geprüften Herkünfte ausgeschlossen und diese Versuchsfrage damit abschließend beantwortet werden.
- Der deutliche Vorteil der tschechischen Schuppenkarpfenlinie könnte möglicherweise pleiotropen Effekten der Beschuppung zugeschrieben werden. Schuppenkarpfen haben aber offenbar sowohl bei den Produktionskennzahlen, bei der Überwinterung als auch bei morphometrischen Parametern Vorteile für die Teichhaltung. Weil zukünftig mit einem höheren Grad von Verarbeitung zu rechnen ist, ist es für einzelne Züchter sicher interessant, für Speisefische, die später verarbeitet werden, aber auch für Besatzzwecke auf Schuppenkarpfen umzustellen. Dazu sollte jeweils parallel zu dem in Deutschland sicher weiter marktbestimmen-

den Spiegelkarpfen jeweils eine Schuppenkarpfenlinie parallel als Laichfischbestand aufgebaut werden. Die Schuppenkarpfen sollten dabei in jedem Fall reinerbig sein.

- Unterschiedliche Karpfenherkünfte sind verschieden empfänglich für bzw. widerstandsfähig gegen eine KHV-Infektion, aber auch gegen akute Parasitosen.
- Unsere Untersuchungen belegen, dass ein nennenswerter Zuchtfortschritt beim jahrhundertlang zumindest selektionszüchterisch bearbeiteten Karpfen kurzfristig wohl eher nicht zu erreichen ist. Trotzdem ist der Züchtungsarbeit beim Karpfen in der Zukunft wieder verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken.
- In Deutschland fehlen Forschungskapazitäten, die eine gezielte und regelmäßige Zuchtarbeit beim Karpfen durchführen können. Deshalb ist von dieser Seite für die Zukunft kaum Zuchtfortschritt zu erwarten. Trotzdem sollten in den Kapazitäten der Länderinstitute in regelmäßigen Abständen ausgewählte deutsche Gebrauchskarpfenbestände gegen herausgestellte ausländische Zuchtlinien einem Herkunftsvergleich unterzogen werden.
- Herkunftsvergleiche bei Karpfen sind sowohl in getrennten Haltungseinrichtungen als auch in gemeinsamer Haltung in einem Teich möglich. Jede der Varianten hat Vor- und Nachteile, die in dieser Arbeit beschrieben worden sind. Das Communal testing ohne mechanische Markierung mit anschließender Zuordnung der Zuchtlinie über Mikrosatelliten ist ein modernes und elegantes Verfahren und hat sich grundsätzlich bewährt. Mit Reduzierung der Kosten für die Genotypisierung könnte das Verfahren zum Standard bei Leistungsvergleichen in der Fischzucht werden.
- Die ständige Karpfenzüchtung bleibt allerdings primär Aufgabe der Vermehrungsbetriebe. Für die Zuchtarbeit wird den Teichwirtschaftsbetrieben in Sachsen empfohlen:
 - Der für die Vermehrung gehaltene und eingesetzte Laichfischbestand sollte nicht zu klein sein. Empfohlen wird eine Haltung von mindestens jeweils 100 Rogenern und ebenso vielen Milchnern, von denen jeweils ein Teil für die jährliche Vermehrung eingesetzt werden sollte.
 - Die Auswahl der zur Vermehrung verwendeten Laichkarpfen soll und kann wie bisher nach morphometrischen Kriterien des Zuchtziels erfolgen. Um Spiegelkarpfen reinerbig zu vermehren, ist auf einen schwach beschuppten Karpfen mit einer dorsalen Schuppenreihe und einzelnen Streuschuppen an den Flossenansätzen zu kören. Darüber hinaus ist gezielt auf Vorwüchser zu selektieren.
 - Vorhandene Zuchtlinien in den Betrieben sind möglichst durch Reinzucht zu erhalten.
 - Laichfischbestände, die in ihrer Lebenszeit bereits mit dem KHV Kontakt hatten, sollten unter Beachtung veterinärrechtlicher Bestimmungen erhalten werden. Die Herkunft SN1 hatte nachweislich die größte Widerstandsfähigkeit gegen eine KHV-Infektion. Die Laichfische dieser Herkunft hatten während ihrer Aufzucht nachweislich Kontakt mit dem KH-Virus.
 - Großen Vermehrungsbetrieben (Bruthäusern) wird für die Erzeugung von Gebrauchskarpfenbrut empfohlen, Rogener und Milchner jeweils aus separat gehaltenen Zuchtlinien zu nutzen, um Inzuchteffekte so weit wie möglich zu minimieren.
 - Auf getrennte Vermehrung von Spiegel- und Schuppenkarpfen ist zu achten.
 - Um gezielt Schuppenkarpfenbestände aufzubauen, sollten Laichfischbestände aus ausschließlich homozygoten (reinerbigen) Schuppenkarpfenbeständen aufgebaut werden. Dazu ist nötigenfalls Besatzmaterial (Brut, Satz- oder Laichkarpfen) aus geprüften Beständen (z. B. ausländischen Forschungsinstituten) einzuführen.
 - Jeder Vermehrungsbetrieb sollte individuelle Zuchtziele verfolgen. Diese können in Richtung Wachstumsleistung, Futtermittelverwertung, aber auch in Hinblick Produktqualität oder Krankheitsresistenz ge-

setzt werden. Hier können Vermehrungsbetriebe ihr Alleinstellungsmerkmal setzen und daraus Marktvorteile generieren.

- Als allgemeingültige Zuchtziele können in jedem Fall rasches Wachstum, hohe Vitalität und ein möglichst hoher Filetanteil gelten. Auf das zuletzt genannte Zuchtziel kann mittels Selektion bei der Laichfischkörnung hingearbeitet werden. Ein kleiner Kopf (relative Kopflänge) und dreisömmerige Speisekarpfen ohne frühzeitigen Gonadenansatz sind Grundlage zum Erreichen dieses Ziels.
- Obwohl aus ökonomischer Sicht einiges für die Erzeugung zweisömmeriger Speisekarpfen spricht, sollte aus Gründen der Produktqualität der Standard der Speisekarpfenerzeugung in Sachsen weiter der dreisömmerige Umtrieb sein. Dreisömmerige Speisekarpfen haben generell einen höheren Filetanteil, ein festeres Fleisch und geringeren Garverlust als zweisömmerige Karpfen.
- Gonaden sollten möglichst spät gebildet werden (Ziel: 4. Sommer!), weil dieser den Filetanteil verringert und das Wachstum verlangsamt. Aus eben diesen Gründen ist auf einen viersömmerigen Umtrieb zu Speisekarpfen generell zu verzichten.

Literaturverzeichnis

- ACHARYA, D. (2011): Filet Quality and Yield of Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.): Variation Between Families, Gender Differences and the Importance of Maturation. Master Thesis Norwegian University of Life Sciences. Department of Animal and Aquacultural Science: 58 pp.
- ADAMEK, Z., KORTAN, J., FLAJSHANS, M. (2007): Computer-assisted image analysis in the evaluation of fish wounding by cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) attacks. *Aquaculture International* 15: 211-216
- ADAMEK, M., SYAKURI, H., HARRIS, S., RAKUS, K.Ł., BROGDEN G, MATRAS, M., IRNAZAROW, I., STEINHAGEN. D. (2013): Cyprinid herpesvirus 3 infection disrupts the skin barrier of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Veterinary Microbiology* 162: 456-470
- ALLPORT, S. (2008): The Queen of Fats: Why Omega-3s Were Removed from the Western Diet and What We Can Do to Replace Them. University of California Press Ltd.: 6 pp.
- AMLACHER, E. (1960): Das Verhalten der inneren Organe und der Muskulatur dreisömmeriger Karpfen aus dem Teich des Dresdner Zwingers bei extremer Kohlehydratfütterung. 2. Teil: Quantitative Fettbestimmung an Muskulatur, Leber und Niere; Histologie der Haut und Muskulatur; Fettdepots in der Leibeshöhle. *Z. Fischerei N.F.* 9: 749-761
- ANDERSEN, G., SOYKA, K. (2011): *Lebensmitteltabelle für die Praxis*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH; Stuttgart: 483 S.
- BAKOS, J., VARADI, L., GORDA, S., JENEY, Z. (2006): Lessons from the Breeding Program on Common Carp in Hungary. *The World Fish Center Contribution* 1805: 27-33
- BALON, E.K. (1995): Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture* 129: 3-48
- BIAŁOWAŚ, H. (2004): Inheritance of Orange Pigmentation and scale pattern in Common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Arch. Pol. Fish* 2: 145-150
- BIAŁOWAŚ, H., IRNAZAROV, I., RAUS, C., JURECKA, P., PILARCZYK, A. (2008): Carp Breeds of Poland. In: BOGERUK, A.K. (Edit.) *Catalogue of Carp Breeds (Cyprinus carpio L.) of the Countries of Central and Eastern Europe*. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow: 75-97
- BOGERUK, A.K. (2008): Carp Breeds of the Russian Federation. In: BOGERUK, A.K. (Edit.) *Catalogue of Carp Breeds (Cyprinus carpio L.) of the Countries of Central and Eastern Europe*. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow: 99-145
- BRÄMICK, U. (2012): *Jahresbericht zur Deutschen Binnenfischerei 2011*. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow: 49 S.
- BUCHTOVA, H., SVOBODOVA, Z., KŘIŽEK, M., VÁCHA, F., KOCOUR, M., VELÍŠEK, J. (2007): Fatty Acid Composition in Intramuscular Lipids of Experimental Scaly Crossbreeds in 3-year-Old Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Vet. Brno* 76: 73-81
- BUCHTOVA, H., SVOBODOVA, Z., KOCOUR, M., VELÍŠEK, J. (2010): Chemical Composition of Fillets of Mirror Crossbreeds Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Vet. Brno* 79: 551-557
- CHAVANNE, H., JANSSEN, K., HOFHERR, J., CONTINI, F., HAFFRAY, P., AQUATRACE CONSORTIUM, KOMEN, H., NIELSEN, E.E., BARGELLONE, L. (2016): A comprehensive survey on selective breeding programs and seed market in the European aquaculture fish industry. *Aquaculture International*: DOI 10.1007/s10499-016-9985-0: 21 pp.
- CIBERT, C., FERMON, Y., VALLOD, D., MEUNIER, F.J. (1999): Morphological screening of carp (*Cyprinus carpio*: relationship between morphology and fillet yield. *Aquat. Living Resour.* 12 (1): 1-10
- CIRKOVIC, M., LJUBOJEVIC, D., DORDEVIC, V., NOVAKOV, N., PETRONIJEVIC, R. (2012): Chemical composition of body including fatty acids of four cyprinids fish species cultured at the same conditions. *Archiva Zootechnica* 15 (2): 37-50
- CORNUET, J.M., PIRY, S., LUIKART, G., ESTOUP, A., SOLIGNAC, M. (1999): New methods employing multilocus genotypes to select or exclude populations as origins of individuals. *Genetics* 153: 1989-2000.
- CROOIJMANS, R.P.M.A., BIERBOOMS, V.A.F., KOMEN, J., VAN DER POEL, J.J., GROENEN, M.A.M. (1997): Microsatellite markers in Common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Animal Genetics* 28, 129-134

- DEMOLL, R., PLEHN, M., WALTER, E. (1928): Untersuchungen über Rassekarpfen. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 358: 74 S.
- DILL; W.A., BEN-TUVIA; A. (1988): The inland fisheries of Israel. Bamidgeh 40: 75-104
- DIN ISO 8587 (2006): Sensorische Analyse – Prüfverfahren – Rangordnungsprüfung (ISO 8587:2006). DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: 27 S.
- DIXON, P.F., JOINER, C.L., WAY, K., REESE, R.A., JENEY, G. & JENEY, Z. (2009): Comparison of the resistance of selected families of Common carp, *Cyprinus carpio* L., to koi herpesvirus: preliminary study. Journal of Fish Diseases 32: 1035-1039
- DONATH, W. (1986): Zuchtprogramm für Regenbogenforellen und Karpfen in der Binnenfischerei der DDR. Z. Binnenfischerei DDR 33: 237-252
- DUCHESNE, P., GODBOUT, M.-H., BERNATCHEZ, L. (2002): PAPA (package for the analysis of parental allocation): a computer program for simulated and real parental allocation. Molecular Ecology Notes 2, 191-193.
- EINEN, O., MØRKØRE, T., BENCZE RØRA, A. M., THOMASSEN, M.S. (1999): Feed ration prior to slaughter - a potential tool for managing product quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 178: 149-169
- FAO (2014): FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis. Release: 2.0.0. by SIBENI; F. & CALDERINI; F. FAO Fisheries and Aquaculture Department Rome. Downloaded 06/03/2014
- FAO (2013b): Aquaculture Feed and Fertilizer Resources Information System. <http://www.fao.org/fishery/affris/feed-resources-database/en/>. Date accessed 10/28/2013
- FÜLLNER, G. (1990): Zum Wachstum von Karpfenbrut (*Cyprinus carpio*) in Vorstreckteichen. Z. Binnen-fischerei 37 (12) : 391-393
- FÜLLNER, G. (1996): Aufzucht von Speiseschleien in Teichen. Fischer & Teichwirt 47: 402-404
- FÜLLNER, G., PFEIFER, M. (1998): Aufzucht von Wels und Schleie in Karpfenteichen. Abschlussbericht zum Forschungsthema „Aufzucht wirtschaftlich wichtiger Nebenfische in Karpfenteichen“. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Dresden: 73 S.
- FÜLLNER, G., STEINHAGEN, D., BAUMER, A., FABIAN, M., RUNGE, M., BRÄUER, G., BÖTTCHER, K., MOHR, K., GÖBEL, S., NEUMANN, E.-M., THIEM, A., GAHSCHKE, J., STRIESE, M. & TEUFERT, S. (2011): Untersuchung zu Infektionswegen der Koi-Herpesvirus-Erkrankung von Karpfen und Untersuchungen zur Auswirkung von KHV-Bekämpfungsmaßnahmen auf Ökonomie und Ökologie. Schriftenreihe Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (34): 172 pp.
- FÜLLNER, G., PFEIFER, M. (2013): Überwinterungs- und Hälteranlage in der Lehr- und Versuchsteichanlage Königswartha in Betrieb genommen. Fischer & Teichwirt 64 (10): 366-368
- FÜLLNER, G., WIRTH, M. (1996): Der Einfluß der Ernährung auf Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung Europäischer Welse (*Silurus glanis*). Lipid/Fett 98 (9): 300-304
- GARDUNO-LUGO, M., GRANADOS-ALVAREZ, I., A OLVERA-NOVOA, M., MONOZ-CORDOVA, G. (2003): Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. niloticus*) males. Aquaculture Research 34:1023-1028
- GILAD, O., YUN, S., ZAGMUTT-VERGARA, F.J., LEUTENEGGER, C.M., BERCOVIER, H., HEDRICK, R.P. (2004): Concentrations of a Koi herpesvirus (KHV) in tissues of experimentally infected *Cyprinus carpio* koi as assessed by real-time TaqMan PCR. Dis. Aquat. Organ. 60, 179–187.
- GIVENS, D.I., GIBBS, R.A. (2008): Current intakes of EPA and DHA in European populations and the potential of animal-derived foods to increase them. Proceedings of the Nutrition Society 67:273-280
- GOLOVINSKAJA, K.A., ŠČERBINA, M.A., SOLVEVA, L.M., BOBROV, A.S. (1974): Die Wechselbeziehungen zwischen der Herkunft von einsömmerigen Karpfen und den Prozessen der Speicherung und Verwendung der Nährstoffe im Winter. Tr. VNIIPRCh 23: 48-54 (in russ.)
- GOMELSKY, B. (1998): Studies on the inheritance of black patches in ornamental (koi) carp. Bamidgeh 50 (3), 134-139
- GRAU, R. HAMM, R. (1953): Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. Naturwissenschaften 40, 29-30.

- HIBBELN, J.R. et al. (2006): Healthy intakes of n-3 and n-6 fatty acids: estimations considering worldwide diversity. *Am. Jour. Clin. Nutr.* 83 (6 Suppl.): 1483-1493
- HOFER, B. (1898): Die Rassen des Karpfens. *Allgemeine Fischereizeitung*
- HULAK, M., KASPAR, V., KOHLMANN, K., COWARD, K., TEŠITEL, J., RODINA, M., GELA, D., KOCOUR, M., LINHARDT, O. (2010): Microsatellite-based genetic diversity and differentiation of foreign common carp (*Cyprinus carpio*) strains farmed in the Czech Republic. *Aquaculture* 298: 194-201.
- HULATA, G. (1995): A review of genetic improvement of the common carp (*Cyprinus carpio* L.) and other cyprinids by crossbreeding, hybridization and selection. *Aquaculture* 129: 143-155
- IRNAZAROV, I., BIALOWAS, H. & PILARCZYK, A. (2006): Genetic improvement of broodstocks as a sustainable approach for solving important problems of Carp Producers. EIFAC Occasional Paper 37: 113-120
- KARIMOV & KEYSER (1998): Salinitätstoleranz des Spiegelkarpfens (*Cyprinus carpio* L.) während der frühen Ontogenese in Abhängigkeit von der Salzzusammensetzung des Wassers. *Arch. Fish. Mar. Res.* 46 (3): 225-139.
- KASPAR, V., KOHLMANN, K., VANDEPUTTE, M., RODINA, M., GELA, D., KOCOUR, M., HADI ALAVI, S. M., HULAK, M. & LINHART, O. (2007): Equalizing sperm concentrations in a common carp (*Cyprinus carpio*) sperm pool does not affect variance in proportions of larvae sired in competition. *Aquaculture* 272 (S1): 204-209
- KASPAR, V., HULAK, M., KOHLMANN, K., VANDEPUTTE, M., RODINA, M., GELA, D., LINHART, O. (2008): *In vitro* study on sperm competition in common carp (*Cyprinus carpio* L.) *Cybiurn* 32 suppl.: 303-306.
- KIRPITSCHNIKOV, V.S. (1937): Principal genes of scales in Carp. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 28 (6): 533-566
- KIRPITSCHNIKOV, V.S. (1981): Genetic Bases of Fish Selection. Springer-Verlag, Berlin.
- KIRPITSCHNIKOV, V.S. (1987): Selection and new breeds of pond fishes in the USSR. In: Thiews K (ed.) Selection, Hybridisation, and Genetic Engineering in Aquaculture 2: 449-460.
- KIRPITSCHNIKOV, V.S. (1987): Genetische Grundlagen der Fischzüchtung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin: 432 S.
- KOCOUR, M., MAUGER, S., RODINA, M., GELA, D., LINHART, O., VANDEPUTTE, M. (2007): Heritability estimates for processing and quality traits in common carp (*Cyprinus carpio* L.) using a molecular pedigree. *Aquaculture* 270: 43-50.
- KOCOUR, M., GELA, D., ŠLECHTOVA, V., KOPECKÁ, J., ŠLECHTA, V., RODINA, M., FLAJŠHANS, M. (2008): Carp Breeds of the Czech Republic. In: BOGERUK, A.K. (Edit.) Catalogue of Carp Breeds (*Cyprinus carpio* L.) of the Countries of Central and Eastern Europe. Ministry of Agriculture of the Russian Federation. Moscow: 14-46.
- KOHLMANN, K., GROSS, R., MURAKAEVA, A. & KERSTEN, P. (2003): Genetic variability and structure of Common carp (*Cyprinus carpio*) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers. *Aquat. Living Resour.* 16: 421-431
- KOHLMANN, K., KERSTEN, P. & FLAJŠHANS, M. (2005): Microsatellite-based genetic variability and differentiation of domesticated, wild and feral common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations. *Aquaculture* 247: 253-266
- KOHLMANN, K., KERSTEN, P. (2013): Deeper insight into the origin and spread of European common carp (*Cyprinus carpio carpio*) based on mitochondrial D-loop sequence polymorphisms. *Aquaculture* 376-379: 97-10
- KONGCHUM, P., HALLERMAN, E.M., PALT, Y., DAVID, L., HULATA, G. (2011): Candidate Gene Markers For Selective Breeding Of CyHV-3-Resistant Carp, Koi. *Global Aquaculture Advocate*: 78-79
- KORTAN J., ADÁMEK Z., FLAJŠHANS M., PIAČKOVÁ V. (2008): Indirect manifestation of cormorant (*Phalacrocorax carbo* (L.) predation of pond fish stock. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 389: 1
- LEE, J.H., O'KEEFE, J.H., LAVIE, C.J., MARCHIOLI, R., HARRIS, W.S. (2008): Omega-3 Fatty Acids for Cardioprotection. *Mayo Clinic Proc.* 83 (3): 324-332
- LfULG (2015): Normstückverluste für Satz-, Speise- und Laichfische. www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/3007.htm, aufgerufen am 01.12.2015
- LINHARDT et al. (1995): *Aquaculture* 129: 49-73
- LO PRESTI, R., KOHLMANN, K., KERSTEN, P., GASCO, L., DI STASIO, L. (2010): Tinca Gobba Dorata del Pianalto di Poirino: genetic characterization by microsatellite markers. *Italian Journal of Animal Science* 9, 445-448.

- LOUATI, M., BAHRI-SFAR, L., KOHLMANN, K., BEN-HASSINE, O. K. (2011): Current genetic status of common carp (*Cyprinus carpio* L.) introduced into Tunisian reservoirs. *Cybiurn* 35, 189-199.
- ŁUCZYŃSKA, J., PASZCZYK, B., ŁUCZYŃSKI, M.J. (2014): Fatty acid profiles in marine and freshwater fish from fish markets in northeastern Poland. *Arch. Pol. Fish.* 22: 181-188
- MABUCHI, K., SENOU, H., SUZUKI, T., NISHIDA, M. (2005): Discovery of an ancient lineage of *Cyprinus carpio* from Lake Biwa, central Japan, based on mtDNA sequence data, with reference to possible multiple origins of koi. *J. Fish Biol.* 66: 1516-1528.
- MABUCHI, K., MIYA, M., SENOU, H., SUZUKI, T., NISHIDA, M. (2006): Complete mitochondrial DNA sequence of the Lake Biwa wild strain of common carp (*Cyprinus carpio* L.): further evidence for an ancient origin. *Aquaculture* 257: 68-77.
- MAYR, B. (1994): Rassenentwicklung, Nutzungszüchtung und Erhaltung der genetischen Vielfalt. In: KRÄUßLICH, H. (Hrsg.): Tierzuchtungslehre. 4. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart: 56–66.
- MEMIS, D., KOHLMANN, K. (2006): Genetic characterization of wild common carp (*Cyprinus carpio* L.) from Turkey. *Aquaculture* 258, 257-262.
- MERLA, G. (1961): Relative Kopfgröße bei K_2 und K_3 unter Einfluß verschiedener Abwachsbedingungen. *Dt. Fischerei-Ztg.* 8 (5): 150-153
- MERLA, G. (1974): Gesichtspunkte zu theoretischen Grundlagen der Züchtung von wirtschaftlichen Nutzfischen. *Z. Binnenfischerei DDR* 21 (8): 233-239
- MIGAUD, H., BELL, G., CABRITA, E., MCANDREW, B., DAVIE, A., BOBE, J., HERRÁEZ, M.P., CARILLO, M. (2013): Gamete quality and broodstock management in temperate fish. *Reviews in Aquaculture* (2013) 5 (Suppl. 1): 194–223
- MOAV, R., WOHLFAHRT, G.W. (1974): Magnification through Competition of Genetic Differences in Yield capacity in Carp. *Heredity* 33 (2): 181-202
- MÜLLER, W. (1955): Die Zweigstelle für Teichwirtschaft Königswartha des Instituts für Fischerei der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin und ihre Versuchsteichanlage. *Z. Fischerei N. F.* 4: 189-200
- MÜLLER, W. (1966): Zwei häufige Formen schlechter Kondition bei Satzkarpfen. *Deutsche Fischereizeitung* 13: 47-49
- MÜLLER-BELECKE, A. (2008): Erfassung und Dokumentation der genetischen Vielfalt von Zuchtkarpfen sowie der Nebenfische der Karpfenteichwirtschaft, der Zuchtsalmoniden sowie der Nebenfische der Salmonidenhaltung und der weiteren in Aquakultur gehaltenen Arten in Deutschland. Teillos 1: Erfassung und Dokumentation der genetischen Vielfalt von Zuchtkarpfen (*Cyprinus carpio*) sowie der Nebenfische der Karpfenteichwirtschaft in Deutschland. Schlussbericht Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: 83 S.
- MÜLLER-BELECKE, A., FÜLLNER, G., KLINGER, H., RÖSCH, R., TIEDEMANN, R., WEDEKIND, H., BRÄMICK, U. (2009): Aquatische genetische Ressourcen – Laichfischbestände von Wirtschaftsfischarten in Deutschland. *Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow* 25: 74 S.
- NAKAJIMA, T. (1994): Cyprinid fishes. pp. 235-275. In: Research Group for Natural History of Lake Biwa (ed.). *The Natural History of Lake Biwa*. Yasaka shobo, Tokyo (in Japanese).
- NAKAJIMA, T. (2003): Common carp as an introduced fish. pp. 86-87. In: NAKAI, K., NAKAJIMA, T., ROSSITER, A. (eds.). *Alien Species: Their Biology, Impact and Control*. Lake Biwa Museum, Kusatsu (in Japanese).
- NAUMANN, E. (1927): Variationsstatistische Untersuchungen über morphologische und physiologische Eigenschaften an Karpfen Lausitzer und galizischer Abstammung. Dissertation. Friedrich-Universität Halle-Wittenberg, Halle a.S., 16-71.
- NEHRING, K., BEYER, M., HOFFMANN, B. (1972): Futtermitteltabellenwerk. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin: 452 S.
- NGUYEN, N.H., PONZONI, R.W. (2008): Genetic Improvement of Carp Reduces Poverty, Hunger in Asia. *Global Aquaculture Advocate*: 76-78
- NGUYEN, N.H. (2009): Communal or Separate Rearing of Families in Selective Breeding of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). Thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy. Institute of Aquaculture University of Stirling, Scotland, UK: 266 pp.
- NIKOLSKI, G.W. (1957): Spezielle Fischkunde. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin: 632 S.

- NIHN, N.H., PONZONI, R.W., NGUYEN, N.H., WOOLLIAMS, J.A., TAGGART, J.B., MCANDREW, B.J. (2011): A comparison of communal and separate rearing of families in selective breeding of common carp (*Cyprinus carpio*): estimation of genetic parameters. *Aquaculture* 322–323: 39–46.
- ØDEGÅRD, J., OLSEN, I., DIXON, P., JENEY, Z., NIELSEN, H.-M., WAY, K., JOINER, C., JENEY, G., ARDÓ, L., RÓNYAI, A., GJERDE, B.: Genetic analysis of common carp (*Cyprinus carpio*) strains: II. Resistance to koi herpesvirus and *Aeromonas hydrophila* and their relationship with pond survival. *Aquaculture* 304: 7-13
- ONDRAČKOVÁ, M., VALOVÁ, Z., KORTAN, J., VOJTEK, L., ADÁMEK, Z. (2012): Consequent effects of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) predation and parasite infection and body condition of common carp (*Cyprinus carpio*). *Parasitol. Res.* 110: 1487-1493
- PFEIFER, M., FÜLLNER, G., GEISLER, J. (2003): Einfluss der Fütterung unterschiedlicher pflanzlicher Futtermittel auf die Produktqualität von Speisekarpfen. *Fischer & Teichwirt* 54 (9): 328-332
- PFEIFER, M., FÜLLNER, B. (2008): Einfluss der Fütterung unterschiedlicher pflanzlicher Futtermittel auf die Produktqualität von Speisekarpfen. *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung* 60 (4): 146-152
- PIAČKOVA, V., FLAJŠHANS, M., POKOROVA, D., RESCHOVA, S., GELA, D., ČIŽEK, A., VESELY, T. (2013): Sensitivity of common carp, *Cyprinus carpio* L., strains and crossbreeds reared in the Czech Republic to infection by cyprinid herpesvirus 3 (CyHV-3; KHV). *Journal of Fish Diseases* 36: 75-80
- PILARCZYK, A. (1998): Genetic and feeding factors and immune response of common carp. Wydawnictwo Akademii Rolniczej Publishers, Szczecin
- PROBST, E. (1949): Vererbungsuntersuchungen beim Karpfen. *Allg. Fischerei-Ztg.* 74 (21): 436-443
- PROBST, E. (1950): Der Todesfaktor bei der Vererbung des Schuppenkleides beim Karpfen. *Allg. Fischerei-Ztg.* 75 (15): 369-370
- RAKUS, K.L., IRNAZAROW, I., ADAMEK, M., PALMEIRA, L., KAWANA, Y., HIRONO, I., KONDO, H., MATRAS, M., STEINHAGAN, D., FLASZ, B., BROGDEN, G., VANDRPLASSCHEN, A., AOKI, T. (2012): Gene expression analysis of common carp (*Cyprinus carpio* L.) lines during Cyprinid herpesvirus 3 infection yields insights into differential immune responses. *Developmental and Comparative Immunology* 37: 65-76
- RICHARDSON, A.J., MONTGOMERY, P. (2005): The Oxford-Durham study: a randomized controlled trial of dietary supplementation with fatty acids in children with developmental coordination disorder. *Pediatrics* 115 (5): 1360-1366
- SCHÄPERCLAUS, W. (1961): Lehrbuch der Teichwirtschaft. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg: 582 S.
- SCHÖNMUTH, G., FLADE, D., SEELAND, G. (1984): Genetische und phylogenetische Grundlagen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin: 312 S.
- SCHULTZ, S., KOUSSOROPLIS, A.P., CHANGIZI-MAGRHOOR, Z., WATZKE, J., KAINZ, M.J. (2015): Fish oil-based finishing diets strongly increase long-chain polyunsaturated fatty acid concentrations in farm-raised common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research* 46: 2174–2184
- SIMOPOULOS, A.P. (2002): The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother* 56 (8): 365-379
- SHAPIRA, Y., MAGEN, Y., ZAK, T., KOTLER, M., HULATA, G. & LEVAVI-SIVAN, B. (2005): Differential resistance to koi herpes virus (KHV)/carp interstitial nephritis and gill necrosis virus (CNGV) among common carp (*Cyprinus carpio* L.) strains and crossbreeds. *Aquaculture* 245: 1-11
- SHIMMA, H., SATO, R. (1985): Comparison of proximate composition among the five races of common carp (*Cyprinus carpio*). *Bull. Nat. Res. Inst. Aquaculture* 7: 37-43
- SIFA, L. (2006): Policies on Release of Improved Fish Strains in China. In: PONZONI, R.W., ACOSTA, B.O., PONNIAH, A.G.: Development of Aquatic animal Genetic Improvement and Dissemination Programs: Current Status and Action Plans. WorldFish Center Penang (Malaysia): 41-44
- STEFFENS, W. (1964): Vergleichende anatomisch-physiologische Untersuchungen an Wild- und Teichkarpfen (*Cyprinus carpio* L.). *Z. Fischerei N.F.* 12: 725-800
- STEFFENS, W. (1980). *Der Karpfen*. Ziemsen Lutherstadt Wittenberg
- STEFFENS, W., WIRTH, M. (2005): Freshwater Fish – An Important Source of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids: A Review. *Archives o Polish Fisheries* 13 (1): 5-16

- STEFFENS, W., WIRTH, M. (2007): Influence of nutrition on the lipid quality of pond fish: common carp (*Cyprinus carpio*) and tench (*Tinca tinca*). *Aquaculture* 15: 313-319
- STEFFENS, W. (2016): Aquaculture produces wholesome food: cultured fish as a valuable source of n-3 fatty acids. *Aquaculture International* 24: 787-802
- SUZUKI, Y., RYAMAGUCHI, M., ISHIKAWA, K. (1976): Differences in growth rate in two races of the Common carp at various water temperatures. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.* 27 (1): 21-26
- TEICHFISCHER, B. (1988): *Farbkarpfen*. Urania-Verlag Leipzig, Jena, Berlin: 152 S.
- THIEN, T.M., DAN, N.C., TUAN, P.A. (2001): Review of fish genetics and breeding research in Vietnam. In GUPTA, M.V. & ACOSTA, B.O. (eds.) *Fish genetics research in member countries and institutions of the International Network on Genetics in Aquaculture*. ICLARM Conf. Proc. 64: 91-96
- THIENEMANN, A. (1927): Geschichte der Süßwasserfischfauna Deutschlands seit der Eiszeit. In: DEMOLL-MAIER: *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*. Band III, Lieferung 1-4: 3-32
- TORGUNAKOVA, O.A., CHRISANFOV, V.E., PRIZENKO, V.K., BOGERUK, A.K., EGOVA, T.A., SEMYENOVA, S.K. (2012): Polymorphism of the cytochrome oxidase b gene (cyt b) in Russian populations of common carp and wild common carp. *Russ. J. Genet.* 48: 102-109.
- TRAN, D.T. (1995): Variabilität, Taxonomie und Verbreitung des vietnamesischen Wildkarpfens (*Cyprinus carpio* L.). *Fortschr. Fisch. Wiss.* 12: 63-76
- TRUSHENSKI, J. (2017): Comparing nutritional values of wild and farmed whitefish. *Global Aquaculture Advocate*: 6 pp.
- VACHA, F., VEJSADA, P., HUDA, J., HARTVICH, P. (2007): Influence of supplemental cereal feeding on the content and structure of fatty acids during long-lasting storage of Common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquac. Intern.* 15: 321-329
- VANDEPUTTE, M. (2003): Selective breeding of quantitative traits in the common carp (*Cyprinus carpio*): a review. *Aquatic Living Resources* 16: 399-407.
- VANDEPUTTE, M., KOCOUR, M., MAUGER, S., RODINA, M., LAUNAY, A., GELA, D. (2008): Genetic variation for growth at one and two summers of age in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): heritability estimates and response to selection. *Aquaculture* 277: 7-13
- WANG, C., LIU, H., LIU, Z., WANG, J., ZOU, J., LI, X. (2010): Mitochondrial genetic diversity and gene flow of common carp from main river drainages in China. *Freshw. Biol.* 55: 1905-1915.
- WEDEKIND, H. (2002): Bestimmung der Produktqualität bei Fischen. *Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow* 11: 43 S.
- WELCOMME, R.L. (1988): International introductions of inland aquatic species. *FAO Fisheries Technical Papers*. T294: 328 p.
- WINKEL, S. (2005): Ökonomie der Karpfenteichwirtschaft. Die sächsische Teichwirtschaft in der erweiterten Europäischen Union. *Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 10 (1): 1-75
- WOHLFAHRT, G., MOAV, R. (1968): The relative efficiency of experiments conducted in individual ponds and in ponds divided by nets. *FAO Fish. Rep.* 44 (4): 487-492
- WOHLFAHRT, G.W., LAHMANN, M., HULATA, G. (1980): The story of "Dor-70", a selected strain of the Israeli common carp. *Bamidgeh* 32 (1): 3-5
- WOHLFAHRT, G.W., MOAV, R. (1990): Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp. *Theoretical and Applied Genetics* 79: 693-698.
- WUNDER, W. (1961): Leistungsprüfungen in der Karpfenzucht. *Arbeiten der DLG* 67: 56 S.
- WUNDER, W. (1962): Wie wachsen Dinkelsbühler Karpfen in Südafrika? *Fischbauer* 13: 636
- YE, J. (2002): Carp Polyculture System in China: Challenges and Future Trends. In: ELEFThERIOU, M., ELEFThERIOU, A. (Editors) (2002): *Proceedings of the ASEM Workshop AQUACHALLENGE Beijing, April 27-30, 2002*. ACP-EU Fish. Res. Rep., (14): 27-34
- ZAJÍČ, T., MRÁZ, J., KOCOUR, M., PICKOVÁ, J. (2012): White Muscle Fatty Acid Composition of Different Crossbreeds of Ropsha Scaly Carp. *Bull. VÚRH Vodňany* 48: 21-30

- ZAK, T., PERELBERG, A., MAGEN, I., MILSTEIN, A. & JOSEPH, D. (2007): Heterosis in the growth rate of Hungarian-Israeli Common carp crossbreeds and evaluation of their sensitivity to koi herpes virus (KHV) disease. *Israeli Journal of Aquaculture* 59: 63-72
- ZHU, J., ZHONG, L., ZHANG, C., LIU, H., LI, B. (2011): Sequence variation and secondary structure analysis of the first ribosomal internal transcribed spacer (ITS-1) between *Cyprinus carpio carpio* and *C. carpio haematopterus*. *Biochem. Genet.* 49: 20-24.

Anlage 1: Wasseranalysedaten der K₁-Teiche 2013

Datum	28.05.	04.06.	10.06.	18.06.	24.06.	03.07.	10.07.	16.07.	23.07.	30.07.	06.08.	13.08.	19.08.	26.08.	03.09.	10.09.	17.09.	Mittel	sd	min	max	
Uhrzeit	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00					
Parameter	O ₂ (mg/l)																					
VT	ID																					
2	CT					18,5	8,6	13,1	14,0	15,4	3,7	6,3	1,6	5,3	6,4	8,5	6,4	7,0	8,8	4,95	1,6	18,5
3	CT					10,7	8,3	8,2	11,7	6,7	5,5	5,7	4,0	5,3	7,3	5,7	5,8	7,5	7,1	2,20	4,0	11,7
11	CT					3,4	9,7	7,3	4,0	7,0	5,9	4,9	5,5	1,0	5,5	6,6	5,8	5,5	5,5	2,08	1,0	9,7
15	CT					20,0	10,7	13,4	15,3	15,5	3,9	4,3	5,4	8,2	7,0	2,5	4,6	4,7	8,9	5,56	2,5	20,0

12	PL1	9,9	10,9	5,0	5,8	7,2	16,8	10,4	11,5	9,9	7,3	8,6	9,7	9,3	6,5	5,0	5,4	5,0	8,5	3,10	5,0	16,8
13	CZ1	10,0	10,6	6,5	6,1	11,6	18,0	15,4	11,0	12,9	8,4	6,2	8,7	11,5	9,5	6,9	7,4	7,4	9,9	3,33	6,1	18,0
25	BY1	17,8	11,2	8,1	6,8	7,4	18,0	11,5	11,6	12,5	6,3	4,2	10,3	8,2	9,4	5,8	6,8	6,8	9,6	3,90	4,2	18,0
26	SN1	15,2	11,4	6,5	3,8	10,0	18,2	13,3	11,0	9,1	7,8	4,7	7,7	12,7	11,8	7,2	8,0	7,9	9,8	3,74	3,8	18,2
27	SN2	15,1	11,1		6,1	7,1		14,2	11,0	10,5	8,3	6,1	8,5	12,1	11,3	5,7	5,8	6,0	9,3	3,16	5,7	15,1

Parameter	pH-Wert																					
VT	ID																					
2	CT					9,22	7,43	8,38	8,47	8,61	7,41	7,96	7,33	7,46	7,75	7,77	7,57	7,93	7,9	0,57	7,3	9,2
3	CT					8,51	7,73	7,73	8,23	7,66	7,60	7,78	7,57	7,48	7,73	7,47	7,48	7,96	7,8	0,31	7,5	8,5
11	CT				7,00	7,19	7,95	7,80	7,41	7,80	7,71	7,57	8,02	7,40	7,57	7,68	7,55	7,69	7,6	0,28	7,0	8,0
15	CT					9,32	7,89	8,49	7,73	8,56	7,44	7,51	7,53	7,56	7,68	7,28	7,43	7,48	7,8	0,59	7,3	9,3

12	PL1	9,11	8,36	7,65	7,64	8,64	9,25	8,36	8,02	8,03	7,92	8,00	8,56	8,82	7,83	7,53	7,57	7,61	8,2	0,55	7,5	9,3
13	CZ1	9,11	8,49	8,25	7,78	9,17	9,15	8,99	8,76	8,69	7,80	7,67	8,41	8,70	8,44	7,60	7,80	7,85	8,4	0,55	7,6	9,2
25	BY1	8,47	8,18	7,78	7,75	7,59	9,32	8,83	8,52	9,06	7,82	7,58	8,75	8,57	8,84	7,58	7,91	7,97	8,3	0,57	7,6	9,3
26	SN1	8,88	8,04	7,45	7,46	8,40	9,19	8,46	7,61	7,89	7,55	7,35	7,58	8,63	9,10	7,54	7,81	7,70	8,0	0,61	7,4	9,2
27	SN2	9,37	8,74		7,75	8,10		8,78	8,46	7,76	7,63	7,66	8,00	8,62	9,39	7,45	7,50	7,59	8,2	0,66	7,5	9,4

Datum	28.05.	04.06.	10.06.	18.06.	24.06.	03.07.	10.07.	16.07.	23.07.	30.07.	06.08.	13.08.	19.08.	26.08.	03.09.	10.09.	17.09.	Mittel	sd	min	max
Uhrzeit	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00				
Parameter	Temperatur (°C)																				
VT	ID																				
2	CT				22,1	21,5	23,3	19,1	23,4	23,8	25,1	20,4	21,6	18,8	16,5	17,4	15,0	20,6	3,08	15,0	25,1
3	CT				22,7	21,9	24,3	20,1	23,7	24,4	25,7	20,8	22,2	19,8	16,7	18,0	15,4	21,2	3,13	15,4	25,7
11	CT			20,6	23,2	21,7	23,2	19,8	24,8	24,4	25,7	20,6	22,1	19,5	16,4	17,5	15,4	21,1	3,14	15,4	25,7
15	CT				22,9	22,2	24,2	20,7	24,1	25,0	25,6	21,5	22,2	20,1	17,6	17,4	15,7	21,5	3,09	15,7	25,6

12	PL1	11,8	12,9	19,2	23,0	22,4	22,1	24,9	20,3	24,9	24,5	25,8	20,6	21,5	18,8	16,2	17,4	15,3	20,4	4,23	11,8	25,8
13	CZ1	12,1	13,3	20,0	23,7	23,3	22,2	24,9	20,2	24,8	24,2	26,0	21,0	22,2	19,1	16,6	17,5	15,3	20,7	4,20	12,1	26,0
25	BY1	12,7	13,6	20,2	24,5	22,7	22,4	25,3	21,2	24,5	25,2	26,1	21,6	23,0	19,8	17,0	17,4	15,8	20,8	4,16	12,7	26,1
26	SN1	12,3	13,3	19,6	24,3	23,0	22,1	24,8	20,8	25,1	24,4	25,4	21,3	22,5	19,2	16,4	16,9	15,5	20,4	4,21	12,3	25,4
27	SN2	12,1	13,3		23,8	23,3		25,2	20,4	24,9	24,7	25,8	21,5	22,6	19,5	16,8	17,2	15,6	20,4	4,50	12,1	25,8

Parameter	Sichttiefe (nach Secchi, in cm, Sicht bis zum Grund = 140 cm)																					
VT	ID																					
2	CT				140		90		45		45		45		35		50					
3	CT				140		140		70		55		65		70		80					
11	CT				140		100		55		45		40		30		20					
15	CT				140		100		65		55		45		50		55					

12	PL1	140		140				90		50		55		25		50		50			
13	CZ1	140		140				85		50		65		70		50		50			
25	BY1	140		140		45		140		65		60		50		50		60			
26	SN1	140		140		40		140		60		55		70		60		90			
27	SN2	140				55		140		60		55		90		55		85			

Anlage 2: Wasseranalysedaten der K₂-Teiche 2014

Datum	08.04.	15.04.	22.04.	29.04.	06.05.	14.05.	21.05.	28.05.	04.06.	10.06.	17.06.	24.06.	01.07.	08.07.	15.07.	22.07.	28.07.	05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	08.09.	16.09.	23.09.	30.09.	
Uhrzeit	09:00	09:30	09:30	09:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	
Parameter	O ₂ (mg/l)																										
VT	ID																										
16	CT	11,6	11,9	18,4	12,3	4,2	3,7	6,2	4,9	6,4	9,0	7,3	9,4	7,8	6,3	10,2	13,2	17,0	6,6	7,6	6,3	8,0	7,5	15,6	6,3	6,6	10
17	CT	11,7	11,3	16,0	10,7	4,3	4,7	6,2	5,4	6,1	9,9	10,9	13,2	11,2	8,7	8,2	7,0	9,1	5,4	6,5	5,9	7,8	7,5	12,6	2,3	3,8	7,0
21	CT	14,5	12,5	14,0	5,4	5,6	6,9	10,2	2,8	4,3	11,3	12,3	11,3	10,5	10,4	9,8	6,8	10,6	7,0	7,3	10,2	9,4	1,8	3,0	1,7	4,8	9,6
22	CT	13,5	10,0	17,5	5,4	4,4	7,7	10,7	5,7	7,6	10,3	4,9	7,5	4,4	4,3	3,6	2,3	7,2	2,1	0,8	8,3	5,9	2,9	4,3	4,8	3,3	8,4
23	CT	11,9	13,1	15,2	5,2	6,4	9,7	11,5	7,5	6,5	8,3	7,9	11,2	8,5	7,4	8,5	4,5	9,5	3,4	2,5	6,3	5,1	2,6	11,4	1,6	3,3	8,3

2	BY2	10,8	13,1	16,9	4,0	3,0	3,2	5,5	5,6	7,7	8,5	7,5	8,5	7,5	5,8	6,7	7,2	10,7	6,6	6,3	5,1	6,5	3,2	4,3	2,9	6,2	10,7
3	BY2	11,0	10,6	16,5	5,0	3,0	3,1	5,5	4,1	5,2	8,9	6,5	8,1	8,7	5,7	7,8	5,0	11,2	4,1	4,8	7,3	8,2	4,3	9,8	6,0	5,5	8,4
4	SN2	11,0	10,5	16,5	5,0	4,3	5,8	6,6	6,7	9,6	17,3	11,7	12,4	12,4	9,7	10,3	8,9	12,4	2,6	4,2	6,9	11,6	8,2	14,6	8,0	8,2	10,4
5	SN2	11,1	11,8	14,7	3,4	4,9	6,6	7,0	5,7	7,4	11,6	9,5	8,6	8,7	8,2	9,8	7,3	16,4	9,6	9,2	10,9	13,0	9,8	15,2	1,0	7,3	8,2
6	PL1	10,7	10,6	19,1	8,6	2,5	4,7	5,3	3,8	4,1	9,6	4,2	8,4	6,1	4,9	6,4	4,3	7,0	4,8	4,3	5,9	9,3	7,4	7,9	5,8	7,8	10,9
7	PL1	12,1	17,3	18,7	4,3	4,2	6,8	6,5	3,4	4,8	8,8	8,0	10,7	9,1	5,6	8,4	6,8	9,2	7,5	8,3	7,9	8,8	7,9	12,8	8,2	8,9	10,4
8	CZ1	11,8	13,5	19,0	5,7	3,3	6,2	7,1	5,5	10,5	19,2	15,8	16,2	12,6	8,5	11,6	4,5	11,4	1,4	4,4	9,5	9,7	5,3	12,1	6,2	8,8	13,0
9	CZ1	11,9	17,0	18,4	10,1	3,6	6,8	9,8	6,4	8,6	9,9	5,5	9,3	6,4	5,5	5,3	2,7	7,3	2,3	1,6	3,4	7,9	7,6	13,4	6,0	8,0	14,5
10	SN1	13,1	13,4	13,2	5,8	5,9	6,2	7,8	5,5	8,6	10,5	6,9	9,5	8,5	7,7	7,9	4,7	11,7	4,7	3,5	7,2	7,3	4,2	15,8	5,5	7,5	10,0

Datum	08.04.	15.04.	22.04.	29.04.	06.05.	14.05.	21.05.	28.05.	04.06.	10.06.	17.06.	24.06.	01.07.	08.07.	15.07.	22.07.	28.07.	05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	08.09.	16.09.	23.09.	30.09.	
Uhrzeit	09:00	09:30	09:30	09:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	
Parameter	pH-Wert																										
VT	ID																										
16	CT	9,67	9,23	9,51	8,93	7,84	7,58	7,67	7,52	75,0	7,82	7,70	7,93	7,82	7,94	8,88	9,28	9,86	8,93	8,70	8,36	7,53	8,06	9,18	7,80	7,84	8,40
17	CT	9,68	9,19	9,41	8,67	7,91	7,57	7,65	7,71	7,58	8,02	8,50	8,78	8,84	9,35	9,07	9,04	9,20	8,98	8,83	8,55	8,71	8,43	9,32	7,52	7,58	7,76
21	CT	9,97	9,66	9,11	7,83	8,02	7,44	8,43	7,41	7,48	8,39	8,56	8,66	8,80	9,22	8,88	8,44	8,86	8,41	8,01	8,41	8,40	7,28	7,41	7,30	7,57	8,21
22	CT	9,84	8,72	9,27	7,71	7,85	7,71	7,79	7,41	7,44	8,30	7,47	7,59	7,46	7,40	7,30	7,24	7,58	7,20	7,15	7,56	7,41	7,16	7,76	7,25	7,30	7,63
23	CT	9,74	9,28	9,23	7,70	8,22	8,20	8,43	7,91	7,43	7,71	7,89	8,65	8,53	8,97	8,72	8,56	9,13	8,04	7,67	7,96	7,75	7,28	8,95	7,25	7,46	7,90

2	BY2	9,52	9,75	9,62	7,58	7,78	7,42	7,56	7,59	7,74	7,77	7,86	7,96	7,72	7,67	7,69	7,68	8,53	8,39	8,37	7,77	8,13	7,50	7,57	7,38	7,75	8,40
3	BY2	9,79	9,67	9,69	8,34	7,81	7,47	7,60	7,50	7,54	7,78	7,72	7,82	8,06	7,71	8,08	7,59	8,87	7,66	7,84	7,53	7,81	7,38	7,55	7,56	7,68	7,92
4	SN2	9,59	9,42	9,58	8,09	7,84	7,62	7,74	7,99	8,21	8,66	8,84	9,10	9,32	8,59	9,11	9,01	9,31	7,62	7,74	7,90	9,19	7,73	9,01	8,31	7,98	8,60
5	SN2	9,70	9,58	9,49	7,83	7,87	7,67	7,75	7,65	7,71	8,26	8,51	7,99	8,08	8,56	8,59	8,03	9,48	9,00	8,87	9,03	9,35	6,64	9,41	7,17	7,78	7,80
6	PL1	9,64	8,75	9,46	8,87	7,67	7,46	7,46	7,35	7,29	7,65	7,42	7,69	7,58	7,47	7,61	7,30	7,57	7,42	7,29	7,43	7,99	7,48	7,59	7,82	7,76	8,11
7	PL1	9,93	9,63	9,74	8,12	8,02	7,91	7,73	7,53	7,53	7,95	8,08	8,60	8,89	8,32	8,73	9,01	9,35	9,38	9,42	9,17	8,80	7,82	8,79	7,98	8,06	8,55
8	CZ1	9,77	9,25	9,41	8,37	7,89	7,72	7,79	7,90	8,51	8,82	9,48	10,1	9,92	9,34	9,74	8,15	9,31	7,58	7,95	8,72	8,67	7,66	8,87	7,97	8,45	9,16
9	CZ1	9,59	9,66	9,38	8,61	7,78	7,62	7,88	7,59	7,75	8,09	7,81	8,69	8,20	8,19	7,95	7,38	8,20	7,71	7,55	8,38	7,89	7,65	8,90	7,53	7,91	8,90
10	SN1	9,72	9,45	8,84	7,60	7,79	7,59	7,76	7,59	8,20	8,57	8,08	8,65	8,86	9,26	9,10	8,71	9,16	8,78	8,45	8,45	7,51	7,41	8,69	7,50	7,78	8,23

Datum	08.04.	15.04.	22.04.	29.04.	06.05.	14.05.	21.05.	28.05.	04.06.	10.06.	17.06.	24.06.	01.07.	08.07.	15.07.	22.07.	28.07.	05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	08.09.	16.09.	23.09.	30.09.		
Uhrzeit	09:00	09:30	09:30	09:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00		
Parameter	Temperatur (°C)																											
VT	ID																											
16	CT	14,3	11,7	14,6	18,5	12,4	16,0	19,5	20,9	19,4	27,1	21,2	19,8	19,6	24,8	22,6	24,8	23,8	23,2	21,8	18,8	17,0	17,0	19,6	17,6	15,1	16,1	
17	CT	14,2	11,8	14,4	18,6	12,6	15,9	19,4	21,5	19,7	27,2	21,3	19,4	19,4	24,3	22,0	24,6	23,6	23,2	21,9	18,8	17,2	17,3	20,0	18,2	15,9	16,0	
21	CT	14,3	12,0	14,5	18,7	12,8	15,8	19,8	21,2	20,0	27,4	21,4	19,7	20,0	25,8	23,4	25,6	24,9	23,4	22,6	19,3	17,9	17,7	21,0	18,7	16,3	16,5	
22	CT	14,2	12,1	14,3	18,7	12,9	15,5	19,9	21,1	18,9	26,7	20,5	19,1	19,3	24,6	22,4	24,9	24,3	23,6	22,1	18,2	17,5	17,7	20,3	18,4	16,4	16,1	
23	CT	14,2	11,2	14,0	18,3	12,4	15,9	19,5	21,1	19,2	26,8	20,9	19,4	19,5	24,9	23,1	25,3	24,2	23,7	22,2	18,7	17,3	17,3	20,4	18,3	16,3	16,0	

2	BY2	14,2	11,5	14,1	17,9	12,3	15,1	18,9	21,2	19,2	26,1	19,9	18,0	18,9	25,1	22,1	24,2	21,9	22,8	21,7	17,7	16,9	17,1	20,4	18,2	15,3	16,1
3	BY2	14,4	11,3	14,5	17,8	12,4	15,4	19,5	21,6	19,8	26,9	20,5	18,4	19,3	25,6	22,5	24,7	24,4	23,4	22,0	17,3	16,9	17,3	20,5	18,4	15,1	16,0
4	SN2	14,6	11,1	14,6	18,8	12,6	15,0	19,7	21,8	19,8	27,7	20,2	18,2	19,1	25,5	22,5	25,5	24,8	23,6	22,0	18,0	17,5	17,4	20,9	18,6	14,9	16,4
5	SN2	14,2	11	13,9	18	12,0	14,7	19,1	20,8	19,2	26,8	19,9	17,9	18,9	25,2	22,2	24,3	24,2	23,1	21,7	17,3	17,2	17,2	20,5	18,5	14,8	16,2
6	PL1	14,2	11,2	14,3	18,1	12,4	14,8	19,6	20,9	19,6	26,7	20,7	18,6	19,1	24,7	22,0	23,8	23,5	23,2	21,7	17,7	17,6	17,7	21,1	18,4	15,2	16,4
7	PL1	14,2	10,9	13,9	18,0	12,4	14,5	19,0	20,9	18,9	26,5	20,7	18,4	19,5	25,8	22,7	25,1	24,4	23,6	22,4	18,0	17,9	17,1	21,6	18,8	15,0	16,7
8	CZ1	14,1	10,8	14,1	18,0	12,6	14,6	19,0	21,5	19,5	26,4	20,2	18,0	18,8	25,1	22,5	25,0	24,8	23,8	22,2	17,7	17,7	17,5	21,0	18,8	15,1	16,3
9	CZ1	14,2	10,9	14,0	17,6	12,6	14,8	19,2	21,6	19,4	26,2	20,5	18,5	19,3	25,7	22,4	25,0	24,3	23,4	22,0	17,4	17,4	17,4	20,5	18,6	15,1	16,3
10	SN1	14,0	10,9	13,9	17,3	11,9	14,5	18,8	21,7	19,0	26,0	20,5	18,4	19,2	24,8	22,0	24,7	23,4	23,4	22,1	17,6	17,3	17,1	21,1	18,7	15,3	16,4

Datum		08.04.	22.04.	06.05.	14.05.	04.06.	01.07.	22.07.	05.08.	19.08.	02.09.	16.09.	23.09.	30.09.
Uhrzeit		08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00
Parameter		Sichttiefe (nach Secchi, in cm, Sicht bis zum Grund = 140 cm)												
VT	ID													
16	CT	90	100	140	140	140	110	110	80	20	15	20	20	40
17	CT	90	100	140	140	140	60	30	30	20	15	10	20	30
21	CT	70	140	140	140	140	60	70	50	40	25	20	50	45
22	CT	70	100	140	140	140	80	140	140	70	60	15	30	40
23	CT	140	120	140	140	140	70	45	50	35	20	15	55	25

2	BY2	75	90	140	140	140	140	140	80	30	25	15	40	30
3	BY2	85	110	140	140	140	130	90	60	50	30	20	35	30
4	SN2	90	90	140	140	140	50	40	40	35	25	25	40	35
5	SN2	80	90	140	140	140	90	140	80	40	25	20	25	25
6	PL1	90	100	140	140	140	140	140	140	140	100	75	140	140
7	PL1	140	100	140	140	140	140	140	140	140	130	140	140	140
8	CZ1	140	90	120	140	60	35	25	25	35	25	30	45	30
9	CZ1	140	100	140	140	90	70	70	35	35	15	20	40	30
10	SN1	140	140	140	140	140	140	100	70	40	20	20	50	45

Parameter		O ₂ (mg/l)				pH-Wert				Temperatur			
		Mittel	sd	min	max	Mittel	sd	min	max	Mittel	sd	min	max
VT	ID												
16	CT	9,0	3,84	3,7	18,4	11,0	13,08	7,5	75,0	19,1	3,93	11,7	27,1
17	CT	8,2	3,29	2,3	16,0	8,5	0,69	7,5	9,7	19,2	3,84	11,8	27,2
21	CT	8,2	3,71	1,7	14,5	8,3	0,73	7,3	10,0	19,6	4,05	12,0	27,4
22	CT	6,5	3,76	0,8	17,5	7,7	0,65	7,2	9,8	19,2	3,83	12,1	26,7
23	CT	7,6	3,52	1,6	15,2	8,3	0,68	7,3	9,7	19,2	4,03	11,2	26,8

2	BY+SN1	7,1	3,29	2,9	16,9	8,0	0,67	7,4	9,8	18,7	3,78	11,5	26,1
3	BY+SN1	7,1	3,07	3,0	16,5	8,0	0,70	7,4	9,8	19,1	4,07	11,3	26,9
4	SN2	9,5	3,69	2,6	17,3	8,5	0,67	7,6	9,6	19,3	4,18	11,1	27,7
5	SN2	9,1	3,51	1,0	16,4	8,4	0,82	6,6	9,7	18,8	4,06	11,0	26,8
6	PL1	7,1	3,40	2,5	19,1	7,8	0,64	7,3	9,6	19,0	3,88	11,2	26,7
7	PL1	8,7	3,57	3,4	18,7	8,6	0,71	7,5	9,9	19,1	4,17	10,9	26,5
8	CZ1	9,7	4,73	1,4	19,2	8,7	0,78	7,6	10,2	19,0	4,12	10,8	26,4
9	CZ1	8,0	4,30	1,6	18,4	8,2	0,65	7,4	9,7	19,0	4,08	10,9	26,2
10	SN1	8,2	3,18	3,5	15,8	8,4	0,67	7,4	9,7	18,8	4,03	10,9	26,0

Anlage 3: Wasseranalysedaten der K₃-Teiche 2015

Wassertemperatur

VT	ID	Datum	14.04.	21.04.	28.04.	05.05.	12.05.	19.05.	26.05.	02.06.	09.06.	16.06.	22.06.	30.06.	07.07.	14.07.	21.07.	28.07.	04.08.	11.08.	18.08.	25.08.	01.09.	08.09.	15.09.	22.09.	29.09.	Mittel	sd	min	max
		Uhrzeit	09:30	09:30	09:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00				
1	SN1 SB		11,1	11,9	15,1	16,7	16,9	17,1	17,5	16,9	19,0	21,0	17,9	20,5	24,6	19,8	23,6	20,2	22,5	25,8	23,0	20,9	23,3	14,9	16,7	15,8	13,0	18,6	3,9	11,1	25,8
2	CT		11,4	12,2	15,4	17,3	17,7	17,8	18,3	17,3	19,4	21,2	18,3	21,3	25,4	20,3	24,4	20,7	23,2	26,4	23,5	21,8	24,1	15,2	17,4	16,2	13,7	19,2	4,0	11,4	26,4
3	CT		11,5	12,2	15,3	17,4	17,5	17,7	18,4	17,5	19,5	21,8	18,7	21,6	25,8	20,4	24,6	21,0	23,9	27,1	23,6	21,8	24,2	14,7	17,4	16,1	13,8	19,3	4,2	11,5	27,1
15	CT		11,6	12,2	15,5	17,5	18,4	19,0	18,7	18,4	19,5	21,7	19,2	21,9	26,1	21,3	25,6	21,7	23,9	26,9	23,9	22,0	24,6	16,0	17,6	16,4	13,7	19,7	4,2	11,6	26,9
16	CT		11,5	12,2	15,6	17,7	18,3	18,9	18,8	18,4	18,9	21,2	19,1	21,7	26,2	21,3	25,8	21,9	24,2	26,8	24,0	21,9	24,7	16,3	17,6	16,6	13,8	19,7	4,2	11,5	26,8
17	CT		11,6	12,3	15,8	17,6	18,0	18,7	19,1	18,5	18,9	21,4	18,9	21,7	26,0	21,3	25,8	21,8	24,2	27,0	23,9	21,5	24,6	16,0	17,4	16,5	13,6	19,7	4,2	11,6	27,0
18	CT		11,4	12,2	15,7	17,0	17,8	18,2	18,4	17,9	18,4	21,6	18,4	21,3	25,3	20,5	24,8	20,6	23,2	26,4	23,4	21,1	23,6	15,2	17,1	14,8	12,7	19,1	4,1	11,4	26,4
19	SN2 SB		11,8	12,6	16,0	17,5	18,5	19,1	19,4	18,8	19,3	22,3	19,5	22,2	26,1	21,6	25,5	21,9	24,1	26,6	24,2	21,9	24,8	16,3	17,9	16,9	14,2	20,0	4,1	11,8	26,6
20	SN2 SB		12,0	12,7	16,1	17,5	18,6	18,6	19,0	18,5	18,9	22,5	19,2	22,0	26,0	21,3	25,7	21,6	24,3	26,8	24,0	21,9	25,0	16,0	17,7	16,7	14,2	19,9	4,1	12,0	26,8
21	SN2 SB		12,1	12,6	16,3	17,4	18,3	18,9	19,0	18,4	18,9	22,2	19,0	22,0	26,3	21,3	25,7	21,6	24,1	26,8	23,9	21,7	24,6	15,8	17,6	16,6	14,1	19,8	4,1	12,1	26,8
22	BY2 SB		11,8	12,8	16,3	17,4	18,6	18,9	19,2	18,2		21,8	18,8	21,2	25,2	21,2	25,1	21,4	23,1	26,1	23,8	21,3	24,1	15,6	17,4	16,4	13,6	19,6	4,0	11,8	26,1
23	BY2 SB		11,7	12,8	16,4	17,5	18,7	19,1	15,6	18,9	19,4	22,9	19,5	21,8	26,0	21,5	25,5	21,7	23,5	26,7	23,9	21,4	24,0	15,8	17,3	16,4	13,3	19,7	4,2	11,7	26,7
24	BY2 SB		11,2	12,5	16,2	17,5	18,3	18,4	18,9	18,0	18,0	21,1	18,5	20,8	24,6	20,2	23,8	20,5	22,4	25,4	23,3	21,2	23,8	15,3	17,2	16,2	13,5	19,1	3,7	11,2	25,4
25	CZ1 SB		11,0	12,6	16,3	17,2	18,3	18,5	18,0	18,0	18,8	21,4	19,0	21,5	25,4	20,7	24,7	20,8	22,8	26,1	23,4	21,2	24,0	15,2	17,2	16,1	13,4	19,3	4,0	11,0	26,1
26	CZ1 SB		10,9	12,6	16,1	17,2	18,0	18,2	18,1	17,0	18,4	21,1	18,6	20,5	23,5	19,9	23,3	20,0	21,6	25,3	22,7	20,6	24,4	14,8	17,5	16,2	13,5	18,8	3,7	10,9	25,3
27	CZ1 SB		11,2	12,5	15,7	17,3	18,2	17,9	18,1	17,1	18,4	20,9	18,2	20,6	24,2	19,9	23,2	20,0	21,2	25,4	22,8	20,1	23,1	14,9	17,1	16,1	13,6	18,7	3,6	11,2	25,4
28	CZ1 SB		10,8	11,9	15,0	17,3	17,4	17,1	18,2	17,8	17,9	20,4	17,8	20,1	23,4	19,7	24,4	19,6	22,9	26,0	23,2	20,9	24,5	14,3	17,1	15,9	13,6	18,7	4,0	10,8	26,0
Zuleiter			9,0	10,1	12,0	14,7	13,4	13,8	14,3	14,3	14,6	16,1	14,6	17,5	20,5	17,3	20,5	16,8	19,2	22,5	19,5	18,1	21,1	12,5	15,1	13,4	10,5	15,7	3,6	9,0	22,5

Sauerstoffgehalt

VT	ID	Datum	14.04.	21.04.	28.04.	05.05.	12.05.	19.05.	26.05.	02.06.	09.06.	16.06.	22.06.	30.06.	07.07.	14.07.	21.07.	28.07.	04.08.	11.08.	18.08.	25.08.	01.09.	08.09.	15.09.	22.09.	29.09.	Mittel	sd	min	max
		Uhrzeit	09:30	09:30	09:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00				
1	SN1 SB		15,8	13,10	11,4	13,1	3,8	4,5	5,7	6,5	6,0	7,2	9,5	9,8	10,1	11,5	11,0	11,1	13,9	13,7	7,9	11,0	10,8	10,4	10,2	10,6	10,4	10,0	3,0	3,8	15,8
2	CT		14,4	10,40	11,1	15,8	2,7	4,7	6,5	6,2	4,5	6,7	11,7	7,4	7,4	7,0	11,2	9,5	13,2	12,0	5,8	8,4	7,2	6,4	5,4	6,8	8,9	8,5	3,3	2,7	15,8
3	CT		12,8	12,70	10,0	17,0	5,1	12,6	6,8	2,9	2,9	6,1	6,8	5,5	4,0	6,4	7,7	8,7	8,8	8,7	4,5	8,2	10,0	9,1	7,4	6,1	6,6	7,9	3,3	2,9	17,0
15	CT		14,4	12,5	9,5	15,9	2,5	4,0	8,6	5,1	4,9	8,3	9,2	6,3	11,6	10,4	9,7	10,2	12,3	10,4	5,1	10,3	11,3	9,3	11,6	8,7	9,8	9,3	3,2	2,5	15,9
16	CT		14,0	11,1	10,8	19,2	6,9	11,1	9,4	5,3	2,3	11,1	13,2	14,8	12,3	11,5	12,1	9,9	10,5	8,1	3,6	8,0	8,3	7,0	7,5	7,1	9,1	9,8	3,6	2,3	19,2
17	CT		14,6	12,1	11,1	17,5	15,3	11,9	6,9	9,8	9,2	11,9	11,1	11,4	9,8	9,0	9,9	9,8	12,0	8,7	5,4	8,4	12,5	9,0	9,8	9,3	11,0	10,7	2,6	5,4	17,5
18	CT		14,6	10,7	10,5	6,8	3,8	5,6	8,1	5,8	6,6	8,6	9,9	10,4	8,6	10,0	15,4	12,5	9,8	11,1	5,2	7,0	9,1	6,7	6,9	8,1	13,3	9,0	2,9	3,8	15,4
19	SN2 SB		13,0	12,9	9,5	16,1	5,7	2,4	4,4	6,9	4,4	6,2	6,8	7,0	5,6	4,7	5,6	4,5	6,5	4,6	2,7	4,2	4,7	5,0	4,4	4,5	7,5	6,4	3,3	2,4	16,1
20	SN2 SB		15,0	14,1	8,8	8,7	7,0	14,0	8,1	3,9	4,0	8,2	9,1	10,3	6,7	7,3	7,8	8,1	4,6	6,2	3,8	5,1	4,3	6,0	5,7	6,3	9,7	7,7	3,1	3,8	15,0
21	SN2 SB		13,6	13,2	10,3	17,9	8,0	7,2	12,6	6,9	6,4	11,7	11,5	10,4	7,4	7,7	6,7	6,1	10,6	6,4	3,0	6,6	4,7	5,3	7,1	6,1	7,5	8,6	3,4	3,0	17,9
22	BY2 SB		12,0	12,9	9,1	11,5	3,2	3,8	4,9	3,3	3,0	4,7	4,1	4,2	2,5	2,1	3,1	2,7	4,0	5,0	1,9	2,8	5,4	3,0	3,1	2,1	2,8	4,7	3,2	1,9	12,9
23	BY2 SB		11,9	12,6	7,8	13,5	3,4	8,9	4,9	4,6	5,1	8,8	7,6	6,7	5,5	4,2	6,9	5,2	8,9	6,1	2,9	4,7	8,1	6,3	5,1	2,5	5,1	6,7	2,9	2,5	13,5
24	BY2 SB		12,7	13,4	8,6	10,0	4,5	6,2	5,9	5,0	4,3	5,0	6,5	6,4	4,4	3,7	4,8	3,8	6,9	2,6	2,6	5,3	7,0	7,7	8,4	9,1	11,8	6,7	3,0	2,6	13,4
25	CZ1 SB		12,2	13,5	7,7	8,0	4,8	7,5	6,9	5,4	3,4	4,6	5,9	5,1	3,9	4,7	4,9	3,0	8,5	5,7	2,0	5,4	8,5	8,5	8,2	9,8	12,7	6,8	3,0	2,0	13,5
26	CZ1 SB		13,2	9,4	12,8	12,1	2,9	4,3	5,9	3,4	2,2	3,7	4,4	4,9	2,2	1,3	1,9	1,6	1,8	1,2	1,6	4,4	1,2	10,9	5,2	6,0	7,5	5,0	3,8	1,2	13,2
27	CZ1 SB		12,1	11,5	10,0	10,6	3,5	6,7	4,5	3,6	2,6	5,1	7,1	5,7	3,3	2,2	2,6	1,4	1,4	3,5	0,9	4,3	1,7	6,6	8,7	4,8	3,7	5,1	3,3	0,9	12,1
28	CZ1 SB		13,0	15,6	13,7	8,9	2,5	3,9	3,9	6,4	4,1	7,4	7,0	11,8	5,2	7,3	8,6	6,8	9,7	6,6	2,2	11,6	14,2	11,7	12,3	13,1	13,2	8,8	4,0	2,2	15,6
Zuleiter			10,2	9,2	8,3	7,3	7,3	7,4	7,1	6,9	6,5	7,4	7,1	4,9	4,7	6,3	4,9	6,9	5,9	4,4	6,3	6,5	5,7	8,9	7,9	9,0	10,0	7,1	1,6	4,4	10,2

pH-Wert

Datum Uhrzeit Pa- rameter		14.04. 09:30 pH	21.04. 09:30 pH	28.04. 09:30 pH	05.05. 08:30 pH	12.05. 08:30 pH	19.05. 08:30 pH	26.05. 08:30 pH	02.06. 08:30 pH	09.06. 08:30 pH	16.06. 08:30 pH	22.06. 08:30 pH	30.06. 08:30 pH	07.07. 08:30 pH	14.07. 08:30 pH	21.07. 09:00 pH	28.07. 09:00 pH	04.08. 09:00 pH	11.08. 09:00 pH	18.08. 09:00 pH	25.08. 09:00 pH	01.09. 09:00 pH	08.09. 09:00 pH	15.09. 09:00 pH	22.09. 09:00 pH	29.09. 09:00 pH	Mittel	sd	min	max
VT	ID																													
1	SN1 SB	9,44	9,37	9,15	9,33	7,56	7,51	7,58	7,63	7,63	7,84	8,31	8,35	8,64	8,98	9,12	9,11	9,20	9,38	8,49	8,97	8,84	8,50	8,59	8,51	8,39	8,58	0,64	7,51	9,44
2	CT	9,54	9,27	9,19	9,57	7,52	7,56	7,70	7,68	5,51	7,74	9,50	7,72	7,89	7,91	8,70	8,67	9,03	9,38	8,23	8,42	8,49	7,58	7,62	7,72	8,10	8,25	0,92	5,51	9,57
3	CT	9,68	10,07	9,61	9,89	8,19	8,99	8,54	7,48	7,48	7,84	7,78	7,51	7,44	7,68	8,11	8,27	8,27	8,13	7,43	7,57	8,01	8,22	7,74	7,55	7,76	8,21	0,81	7,43	10,07
15	CT	9,63	9,82	9,39	9,46	7,64	7,55	8,24	7,62	7,58	8,03	8,15	7,57	8,21	8,60	8,74	8,70	8,93	8,89	7,61	8,43	8,64	8,16	8,64	7,86	8,21	8,41	0,68	7,55	9,82
16	CT	9,52	9,36	9,12	9,92	8,69	8,86	8,72	7,62	8,13	8,91	9,07	9,40	9,20	9,06	9,25	8,78	8,76	8,55	7,47	7,83	8,15	7,64	7,91	7,68	8,09	8,63	0,69	7,47	9,92
17	CT	9,60	9,72	9,56	9,91	9,90	9,58	8,80	8,90	8,90	9,40	9,23	9,12	8,92	8,80	8,87	8,68	8,78	8,59	7,73	8,06	8,92	8,26	8,47	8,31	8,83	8,95	0,56	7,73	9,91
18	CT	9,47	9,25	9,14	8,43	7,55	7,57	7,83	7,62	7,66	8,07	8,18	8,15	8,13	8,32	9,21	9,06	8,43	8,69	7,59	7,57	7,75	7,60	7,79	7,49	8,70	8,21	0,63	7,49	9,47
19	SN2 SB	9,50	9,77	9,39	9,62	8,85	7,46	7,49	7,75	7,48	7,55	7,53	7,49	7,45	7,36	7,50	7,43	7,50	7,52	7,28	7,28	7,39	7,30	7,39	7,30	7,62	7,85	0,82	7,28	9,77
20	SN2 SB	9,84	10,18	9,30	9,17	8,55	9,50	9,10	8,08	7,63	8,29	8,51	8,65	8,30	8,15	8,49	8,30	7,53	7,56	7,46	7,50	7,52	7,50	7,73	7,61	8,38	8,35	0,79	7,46	10,18
21	SN2 SB	9,56	9,52	9,54	10,00	9,24	8,47	9,04	8,82	8,69	9,31	9,21	9,04	8,90	8,75	8,50	8,00	8,60	8,85	7,68	8,54	7,84	7,50	7,99	7,58	7,81	8,68	0,69	7,50	10,00
22	BY2 SB	9,33	9,85	9,21	9,17	7,67	7,42	7,35	7,33	7,28	7,54	7,27	7,20	7,13	7,12	7,14	7,18	7,17	7,43	7,16	7,19	7,35	7,24	7,37	7,16	7,24	7,62	0,81	7,12	9,85
23	BY2 SB	9,54	9,94	9,10	9,30	7,72	8,31	7,62	7,52	7,54	8,34	7,89	7,63	7,63	7,46	7,91	7,71	8,32	8,32	7,41	7,58	8,73	7,88	7,97	7,44	7,71	8,10	0,71	7,41	9,94
24	BY2 SB	9,6	9,87	9,18	9,05	7,84	7,60	7,45	7,45	7,34	7,50	7,44	7,39	7,28	7,18	7,31	7,21	7,29	7,27	7,19	7,38	7,66	7,52	8,09	8,00	8,51	7,82	0,79	7,18	9,87
25	CZ1 SB	9,6	9,94	9,09	8,75	7,84	7,77	7,60	7,53	7,45	7,50	7,49	7,31	7,34	7,36	7,42	7,31	7,74	8,02	7,29	7,51	8,72	8,06	8,67	8,91	9,18	8,05	0,80	7,29	9,94
26	CZ1 SB	9,5	8,91	9,11	9,41	7,52	7,39	7,43	7,33	7,30	7,35	7,23	7,18	7,06	7,05	7,04	7,16	6,99	7,18	7,16	7,13	7,09	7,75	7,43	7,29	7,48	7,58	0,76	6,99	9,45
27	CZ1 SB	9,3	9,24	8,81	8,93	7,45	7,47	7,46	7,43	7,35	7,57	7,77	7,36	7,16	7,15	7,13	7,11	7,02	7,24	7,13	7,24	7,07	7,37	7,95	7,33	7,27	7,61	0,69	7,02	9,32
28	CZ1 SB	9,3	9,44	9,04	8,80	7,32	7,25	7,24	7,50	7,20	7,56	7,45	7,70	7,16	7,40	7,56	7,50	8,16	7,64	7,18	8,44	8,77	8,41	8,74	8,85	8,79	8,02	0,76	7,16	9,44
Zuleiter		7,66	7,61	7,11	7,39	7,40	7,38	7,39	7,32	7,28	7,38	7,28	7,25	7,20	7,27	7,19	7,40	7,22	7,34	7,34	7,27	7,33	7,35	7,44	7,45	7,56	7,35	0,13	7,11	7,66

Sichttiefe

Datum Uhrzeit Parameter		21.04. 09:30 Secchi	05.05. 08:30 Secchi	26.05. 08:30 Secchi	09.06. 08:30 Secchi	22.06. 08:30 Secchi	07.07. 08:30 Secchi	21.07. 08:30 Secchi	04.08. 08:30 Secchi	18.08. 08:30 Secchi	01.09. 08:30 Secchi	15.09. 08:30 Secchi	29.09. 08:30 Secchi	Mittel	sd	min	max
VT	ID	cm															
1	SN1 SB	85	90	130		130	70	110	65	40	70	75	140	91	32	40	140
2	CT	110	90	120	140	110	105	80	50	40	60	45	55	84	33	40	140
3	CT	85	90	110	140	100	120	70	50	30	35	30	40	75	38	30	140
15	CT	60	80	90		80	50	50	50	55	50	40	60	60	16	40	90
16	CT	100	80	80		65	65	60	55	45	60	55	60	66	15	45	100
17	CT	80	80	90		30	40	60	50	30	50	35	40	53	21	30	90
18	CT	90	140	80		110	80	50	45	45	25	30	55	68	35	25	140
19	SN2 SB	60	70	140		90	50	60	70	50	70	40	50	68	28	40	140
20	SN2 SB	60	110	70		35	35	50	50	40	50	45	55	55	21	35	110
21	SN2 SB	80	60	70		35	35	40	30	20	30	30	40	43	19	20	80
22	BY2 SB	70	100	120		70	75	90	65	30	40	30	30	65	31	30	120
23	BY2 SB	70	70	100	50	60	40	60	40	35	40	25	20	51	22	20	100
24	BY2 SB	65	100	70	80	70	80	100	60	40	25	30	50	64	25	25	100
25	CZ1 SB	65	120	70	80	70	60	50	30	20	25	20	30	53	30	20	120
26	CZ1 SB	80	60	50	80	50	105	140	140	70	110	40	35	80	36	35	140
27	CZ1 SB	100	70	60	60	60	75	100	140	90	80	50	50	78	26	50	140
28	CZ1 SB	90	110	80	90	70	125	90	65	25	55	50	65	76	27	25	125

Alkalinität

Datum		21.4	5.5	26.5	9.6	22.6	7.7	21.7	4.8	18.8	1.9	15.9	29.9	Mittel	sd	min	max
Parameter		Alkal.															
VT	ID	mval/l															
1	SN1 SB	1,15	1,35	2,00	1,95	1,95	2,00	1,55	0,95	1,55	1,45	1,50	1,50	1,6	0,3	1,0	2,0
2	CT	1,15	1,35	2,20	2,10	2,15	1,95	1,80	1,50	1,65	1,60	1,80	1,60	1,7	0,3	1,2	2,2
3	CT	0,95	1,55	1,95	2,25	2,45	2,25	2,20	1,95	1,70	1,25	1,40	1,50	1,8	0,5	1,0	2,5
15	CT	1,10	1,65	2,30	2,25	2,20	1,85	1,70	1,50	1,70	1,55	1,75	1,60	1,8	0,3	1,1	2,3
16	CT	1,20	1,10	1,80	1,75	1,60	1,35	1,35	1,45	1,80	1,60	1,80	1,70	1,5	0,2	1,1	1,8
17	CT	1,00	1,30	1,55	1,90	1,50	1,30	1,45	1,45	1,55	1,10	1,20	1,20	1,4	0,2	1,0	1,9
18	CT	1,20	1,65	2,00	2,00	1,80	1,65	1,35	1,50	1,80	1,40	1,75	1,55	1,6	0,2	1,2	2,0
19	SN2 SB	0,95	1,15	2,30	2,40	2,25	1,90	1,70	1,70	2,20	2,10	2,30	2,00	1,9	0,5	1,0	2,4
20	SN2 SB	1,05	1,55	1,90	2,10	2,35	1,70	1,95	1,70	2,05	1,90	2,05	1,95	1,9	0,3	1,1	2,4
21	SN2 SB	0,95	1,40	2,30	1,85	1,75	1,90	1,85	1,40	1,50	1,40	1,75	1,75	1,7	0,3	1,0	2,3
22	SN2 SB	1,00	1,60	1,95	1,80	1,80	1,65	2,20	2,10	2,10	1,70	1,70	1,90	1,8	0,3	1,0	2,2
23	BY2 SB	0,90	1,15	2,20	2,00	1,85	1,85	1,60	1,50	1,80	1,35	1,60	1,55	1,6	0,4	0,9	2,2
24	BY2 SB	0,95	1,60	1,95	1,90	1,80	1,70	2,15	2,20	2,45	1,75	1,80	1,60	1,8	0,4	1,0	2,5
25	CZ1 SB	0,95	1,55	1,65	1,70	1,80	2,35	1,85	1,75	1,85	1,70	1,55	1,25	1,7	0,3	1,0	2,4
26	CZ1 SB	1,25	1,40	1,85	1,80	2,30	1,90	2,60	2,50	2,45	2,45	2,10	1,95	2,0	0,4	1,3	2,6
27	CZ1 SB	1,25	1,40	1,65	1,65	1,75	2,15	2,20	2,35	2,45	2,25	2,00	1,65	1,9	0,4	1,3	2,5
28	CZ1 SB	1,25	1,40	2,05	2,25	2,05	1,90	1,95	1,90	2,25	1,45	1,85	1,70	1,8	0,3	1,3	2,3
Zuleiter		1,50	1,55	1,60	1,70	1,75	1,80	1,75	1,80	1,85	1,70	1,80	1,50	1,7	0,1	1,5	1,9

Nitratgehalt

Datum		21.4	5.5	26.5	9.6	22.6	7.7	21.7	4.8	18.8	1.9	15.9	29.9	Mittel	sd	min	max
Parameter		Nitrat															
VT	ID	mg/l															
1	SN1 SB	18,5	15,4	18,9	14,5	12,8	9,2	7,0	8,8	8,4	10,1	11	15,4	12,5	4,0	7,0	18,9
2	CT	19,8	14,1	13,6	10,6	8,8	7,5	5,7	5,3	5,7	5,7	8,8	11,4	9,8	4,4	5,3	19,8
3	CT	17,2	12,3	6,6	5,7	4,8	3,1	3,1	4,4	4,0	3,5	4,4	10,1	6,6	4,4	3,1	17,2
15	CT	19,8	13,6	9,7	7,5	6,2	4,8	5,7	5,3	4,8	4,8	7,9	10,1	8,4	4,5	4,8	19,8
16	CT	22,0	14,1	10,6	11,0	7,9	4,0	3,1	6,2	5,7	5,7	7,5	13,6	9,3	5,3	3,1	22,0
17	CT	22,0	14,5	9,2	6,6	7,0	3,1	3,5	5,3	5,3	4,0	4,4	9,2	7,8	5,5	3,1	22,0
18	CT	23,8	19,8	19,8	20,2	17,6	12,3	10,1	8,4	6,6	7,5	9,2	20,2	14,6	6,2	6,6	23,8
19	SN2 SB	15,8	8,8	5,7	5,3	4,4	2,6	3,5	2,6	4,4	3,1	3,5	5,7	5,5	3,7	2,6	15,8
20	SN2 SB	18,0	12,3	7,0	6,6	6,6	2,6	2,6	4,4	5,3	4,0	3,5	4,8	6,5	4,5	2,6	18,0
21	SN2 SB	19,8	11,0	7,0	6,6	6,6	2,6	4,4	4,8	5,3	5,3	4,0	7,0	7,0	4,5	2,6	19,8
22	BY2 SB	16,3	6,6	6,2	7,5	5,7	3,5	4,0	3,1	4,8	4,8	4,8	7,0	6,2	3,5	3,1	16,3
23	BY2 SB	19,8	15,4	7,0	7,0	7,5	3,5	3,5	3,5	4,8	4,4	4,8	7,5	7,4	5,1	3,5	19,8
24	BY2 SB	20,20	15,0	7,0	10,6	9,7	4,8	4,0	4,0	5,7	5,7	6,2	11,9	8,7	5,0	4,0	20,2
25	CZ1 SB	19,80	15,0	8,8	7,9	7,9	3,5	3,5	4,0	6,2	5,3	6,2	7,0	7,9	4,9	3,5	19,8
26	CZ1 SB	17,60	7,0	7,5	11,0	6,6	3,1	2,2	3,5	4,40	4,0	4,0	6,2	6,4	4,3	2,2	17,6
27	CZ1 SB	15,80	8,8	7,5	9,2	6,6	2,6	3,1	3,5	4,4	4,4	8,8	10,6	7,1	3,8	2,6	15,8
28	CZ1 SB	21,6	12,8	18,9	9,2	11,4	4,4	6,6	6,6	5,3	6,6	13,2	14,5	10,9	5,5	4,4	21,6
Zuleiter		25,5	26,0	31,7	33,9	20,2	19,4	19,4	15,8	18,5	16,7	20,7	26,8	22,9	5,8	15,8	33,9

Nitritgehalt

Datum		21.4	5.5	26.5	9.6	22.6	7.7	21.7	4.8	18.8	1.9	15.9	29.9	Mittel	sd	min	max
Parameter		Nitrit															
VT	ID	mg/l															
1	SN1 SB	0,300	0,346	0,650	0,198	0,142	0,149	0,085	0,056	0,083	0,109	0,076	0,063	0,19	0,17	0,06	0,65
2	CT	0,478	0,439	0,465	0,142	0,109	0,139	0,115	0,030	0,026	0,056	0,069	0,053	0,18	0,18	0,03	0,48
3	CT	0,729	0,624	0,069	0,076	0,013	0,056	0,020	0,016	0,020	0,033	0,030	0,182	0,16	0,25	0,01	0,73
15	CT	0,607	0,693	0,264	0,046	0,073	0,630	0,026	0,023	0,040	0,046	0,053	0,135	0,22	0,26	0,02	0,69
16	CT	0,571	0,531	0,162	0,119	0,066	0,053	0,023	0,026	0,043	0,083	0,119	0,158	0,16	0,19	0,02	0,57
17	CT	0,591	0,686	0,191	0,036	0,020	0,020	0,016	0,020	0,036	0,033	0,026	0,073	0,15	0,24	0,02	0,69
18	CT	0,554	0,799	0,343	0,205	0,139	0,125	0,112	0,100	0,106	0,142	0,125	0,083	0,24	0,22	0,08	0,80
19	SN2 SB	0,693	0,439	0,152	0,231	0,017	0,013	0,010	0,010	0,013	0,026	0,013	0,017	0,14	0,22	0,01	0,69
20	SN2 SB	0,742	1,013	0,040	0,050	0,013	0,007	0,007	0,013	0,020	0,036	0,013	0,017	0,16	0,34	0,01	1,01
21	SN2 SB	0,551	0,634	0,026	0,030	0,013	0,010	0,013	0,020	0,040	0,050	0,046	0,063	0,12	0,22	0,01	0,63
22	BY2 SB	0,432	0,323	0,234	0,076	0,073	0,017	0,013	0,013	0,016	0,030	0,016	0,056	0,11	0,14	0,01	0,43
23	BY2 SB	0,736	0,795	0,172	0,063	0,030	0,007	0,010	0,013	0,013	0,023	0,013	0,053	0,16	0,29	0,01	0,80
24	BY2 SB	0,719	0,706	0,300	0,185	0,185	0,069	0,030	0,013	0,046	0,050	0,046	0,079	0,20	0,25	0,01	0,72
25	CZ1 SB	0,733	0,762	0,254	0,116	0,175	0,020	0,010	0,013	0,013	0,030	0,013	0,026	0,18	0,28	0,01	0,76
26	CZ1 SB	0,574	0,205	0,148	0,208	0,069	0,010	0,010	0,010	0,02	0,036	0,013	0,023	0,11	0,16	0,01	0,57
27	CZ1 SB	0,554	0,337	0,214	0,152	0,036	0,017	0,013	0,013	0,016	0,030	0,188	0,251	0,15	0,17	0,01	0,55
28	CZ1 SB	0,320	0,469	0,594	0,122	0,182	0,059	0,102	0,086	0,016	0,096	0,079	0,109	0,19	0,18	0,02	0,59
Zuleiter		0,109	0,168	0,244	0,340	0,304	0,347	0,188	0,200	0,145	0,102	0,056	0,040	0,19	0,10	0,04	0,35

Ammoniumgehalt

Datum		21.4	5.5	26.5	9.6	22.6	7.7	21.7	4.8	18.8	1.9	15.9	29.9	Mittel	sd	min	max
Parameter		NH ₃ ⁺															
VT	ID	mg/l															
1	SN1 SB	0,19	0,15	0,54	0,49	0,23	0,15	0,15	0,12	0,12	0,2	0,0	0,14	0,21	0,15	0,03	0,54
2	CT	0,15	0,14	0,54	0,52	0,19	0,13	0,15	0,14	0,18	0,22	0,10	0,06	0,21	0,16	0,06	0,54
3	CT	0,21	0,21	0,53	0,50	0,26	0,45	0,18	0,18	0,25	0,22	0,21	0,34	0,30	0,13	0,18	0,53
15	CT	0,17	0,17	0,37	0,61	0,27	0,18	0,27	0,21	0,25	0,23	0,03	0,12	0,24	0,14	0,03	0,61
16	CT	0,15	0,17	0,40	0,50	0,27	0,15	0,18	0,18	0,34	0,21	0,08	0,10	0,23	0,13	0,08	0,50
17	CT	0,18	0,19	0,44	0,58	0,27	0,17	0,17	0,15	0,18	0,17	0,03	0,12	0,22	0,15	0,03	0,58
18	CT	0,21	0,41	0,23	0,27	0,23	0,10	0,23	0,32	0,26	0,28	0,12	0,06	0,23	0,10	0,06	0,41
19	SN2 SB	0,12	0,21	0,57	0,31	0,23	0,09	0,14	0,13	0,14	0,17	0,01	0,10	0,19	0,14	0,01	0,57
20	SN2 SB	0,31	0,32	0,57	0,44	0,28	0,17	0,17	0,22	0,18	0,27	0,06	0,14	0,26	0,14	0,06	0,57
21	SN2 SB	0,26	0,26	0,46	0,40	0,25	0,15	0,22	0,22	0,43	0,35	0,15	0,18	0,28	0,11	0,15	0,46
22	BY2 SB	0,27	0,27	0,59	0,45	0,41	0,39	0,36	0,15	0,22	0,21	0,08	0,45	0,32	0,15	0,08	0,59
23	BY2 SB	0,25	0,32	0,55	0,46	0,34	0,23	0,17	0,14	0,21	0,17	0,09	0,32	0,27	0,13	0,09	0,55
24	BY2 SB	0,19	0,19	0,62	0,39	0,45	0,35	0,22	0,17	0,28	0,26	0,03	0,12	0,27	0,16	0,03	0,62
25	CZ1 SB	0,30	0,46	0,48	0,48	0,53	0,32	0,19	0,18	0,18	0,23	0,05	0,14	0,30	0,16	0,05	0,53
26	CZ1 SB	0,44	0,25	0,81	0,55	0,50	0,32	0,21	0,17	0,2	0,63	0,08	0,25	0,37	0,22	0,08	0,81
27	CZ1 SB	0,25	0,23	0,79	0,46	0,28	0,28	0,23	0,18	0,31	0,40	0,03	0,68	0,34	0,21	0,03	0,79
28	CZ1 SB	0,19	0,27	0,57	0,48	0,37	0,36	0,21	0,30	0,31	0,50	0,00	0,15	0,31	0,16	0,00	0,57
Zuleiter		0,35	0,26	0,22	0,40	0,28	0,31	0,24	0,26	0,28	0,31	0,04	0,09	0,25	0,10	0,04	0,40

Gesamtstickstoff

Datum		21.4	5.5	26.5	9.6	22.6	7.7	21.7	4.8	18.8	1.9	15.9	29.9	Mittel	sd	min	max
VT	Parameter	ges. N															
	ID	mg/l															
1	SN1 SB	4,44	3,72	4,92	3,74	3,12	2,27	1,75	2,11	2,02	2,48	2,54	3,63	3,06	1,02	1,75	4,92
2	CT	4,76	3,44	3,66	2,84	2,18	1,84	1,46	1,32	1,15	1,49	2,10	2,67	2,41	1,10	1,15	4,76
3	CT	4,28	2,91	1,93	1,71	1,30	1,07	0,85	1,15	1,10	0,98	1,2	2,62	1,76	1,03	0,85	4,28
15	CT	4,81	3,44	2,57	2,18	1,63	1,26	1,42	1,37	1,30	1,29	1,84	2,41	2,13	1,08	1,26	4,81
16	CT	5,29	3,49	2,76	2,93	2,03	1,04	0,84	1,55	1,57	1,49	2,07	3,23	2,36	1,26	0,84	5,29
17	CT	5,32	3,66	2,50	1,96	1,82	0,84	0,94	1,33	1,35	1,04	1,03	2,21	2,00	1,32	0,84	5,32
18	CT	5,73	5,06	4,78	4,87	4,22	2,92	2,51	2,18	1,73	1,96	2,23	4,68	3,57	1,44	1,73	5,73
19	SN2 SB	3,90	2,29	1,79	1,51	1,19	0,67	0,91	0,70	1,11	0,84	0,81	1,39	1,43	0,92	0,67	3,90
20	SN2 SB	4,56	3,36	2,05	1,86	1,72	0,73	0,73	1,17	1,35	1,12	0,85	1,22	1,73	1,15	0,73	4,56
21	SN2 SB	4,87	2,89	1,97	1,82	1,69	0,72	1,17	1,28	1,54	1,49	1,03	1,76	1,85	1,10	0,72	4,87
22	BY2 SB	4,04	1,81	1,93	2,07	1,64	1,11	1,18	0,82	1,28	1,27	1,17	1,97	1,69	0,84	0,82	4,04
23	BY2 SB	4,91	3,99	2,08	1,98	1,98	0,98	0,93	0,91	1,16	1,14	1,17	1,97	1,93	1,28	0,91	4,91
24	BY2 SB	4,97	3,76	2,17	2,76	2,61	1,39	1,08	1,03	1,53	1,52	1,53	2,81	2,26	1,19	1,03	4,97
25	CZ1 SB	4,95	3,99	2,45	2,21	2,26	1,06	0,95	1,04	1,54	1,39	1,44	1,72	2,08	1,23	0,95	4,95
26	CZ1 SB	4,51	1,85	2,38	2,99	1,91	0,95	0,66	0,93	1,19	1,40	0,96	1,61	1,78	1,09	0,66	4,51
27	CZ1 SB	3,96	2,28	2,38	2,51	1,73	0,83	0,88	0,94	1,25	1,32	2,08	3,01	1,93	0,96	0,83	3,96
28	CZ1 SB	5,15	3,25	4,92	2,51	2,95	1,29	1,96	1,76	1,45	1,92	3,02	3,45	2,80	1,26	1,29	5,15
Zuleiter		6,10	6,15	7,44	8,11	4,91	4,71	4,65	3,86	4,46	4,07	4,75	6,18	5,45	1,34	3,86	8,11

Ortho-Phosphat

Datum		21.4	5.5	26.5	9.6	22.6	7.7	21.7	4.8	18.8	1.9	15.9	29.9	Mittel	sd	min	max
Parameter		ges. N															
VT	ID	mg/l															
1	SN1 SB	4,44	3,72	4,92	3,74	3,12	2,27	1,75	2,11	2,02	2,48	2,54	3,63	3,06	1,02	1,75	4,92
2	CT	4,76	3,44	3,66	2,84	2,18	1,84	1,46	1,32	1,15	1,49	2,10	2,67	2,41	1,10	1,15	4,76
3	CT	4,28	2,91	1,93	1,71	1,30	1,07	0,85	1,15	1,10	0,98	1,2	2,62	1,76	1,03	0,85	4,28
15	CT	4,81	3,44	2,57	2,18	1,63	1,26	1,42	1,37	1,30	1,29	1,84	2,41	2,13	1,08	1,26	4,81
16	CT	5,29	3,49	2,76	2,93	2,03	1,04	0,84	1,55	1,57	1,49	2,07	3,23	2,36	1,26	0,84	5,29
17	CT	5,32	3,66	2,50	1,96	1,82	0,84	0,94	1,33	1,35	1,04	1,03	2,21	2,00	1,32	0,84	5,32
18	CT	5,73	5,06	4,78	4,87	4,22	2,92	2,51	2,18	1,73	1,96	2,23	4,68	3,57	1,44	1,73	5,73
19	SN2 SB	3,90	2,29	1,79	1,51	1,19	0,67	0,91	0,70	1,11	0,84	0,81	1,39	1,43	0,92	0,67	3,90
20	SN2 SB	4,56	3,36	2,05	1,86	1,72	0,73	0,73	1,17	1,35	1,12	0,85	1,22	1,73	1,15	0,73	4,56
21	SN2 SB	4,87	2,89	1,97	1,82	1,69	0,72	1,17	1,28	1,54	1,49	1,03	1,76	1,85	1,10	0,72	4,87
22	BY2 SB	4,04	1,81	1,93	2,07	1,64	1,11	1,18	0,82	1,28	1,27	1,17	1,97	1,69	0,84	0,82	4,04
23	BY2 SB	4,91	3,99	2,08	1,98	1,98	0,98	0,93	0,91	1,16	1,14	1,17	1,97	1,93	1,28	0,91	4,91
24	BY2 SB	4,97	3,76	2,17	2,76	2,61	1,39	1,08	1,03	1,53	1,52	1,53	2,81	2,26	1,19	1,03	4,97
25	CZ1 SB	4,95	3,99	2,45	2,21	2,26	1,06	0,95	1,04	1,54	1,39	1,44	1,72	2,08	1,23	0,95	4,95
26	CZ1 SB	4,51	1,85	2,38	2,99	1,91	0,95	0,66	0,93	1,19	1,40	0,96	1,61	1,78	1,09	0,66	4,51
27	CZ1 SB	3,96	2,28	2,38	2,51	1,73	0,83	0,88	0,94	1,25	1,32	2,08	3,01	1,93	0,96	0,83	3,96
28	CZ1 SB	5,15	3,25	4,92	2,51	2,95	1,29	1,96	1,76	1,45	1,92	3,02	3,45	2,80	1,26	1,29	5,15
Zuleiter		6,10	6,15	7,44	8,11	4,91	4,71	4,65	3,86	4,46	4,07	4,75	6,18	5,45	1,34	3,86	8,11

Anlage 4: Daten Herkunftsvergleich K₁ (2013): Zuordnung der Einzelfische nach Genotypisierung

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
1	MrC	15,0	4,8	57,3	3,125	1,698	SN2	
2	MrC	13,5	4,3	43,6	3,140	1,772	PL	
3	MrC	9,0	2,7	11,3	3,333	1,550	PL	
4	MrC	13,5	4,2	42,3	3,214	1,719	SN1	
5	MrC	12,0	3,5	25,0	3,429	1,447	BY	
6	MrC	12,0	3,9	30,3	3,077	1,753	BY	
7	MrC	15,0	4,8	59,9	3,125	1,775	BY	
8	MrC	15,0	5,0	59,5	3,000	1,763	PL	
9	MrC	13,5	4,4	44,1	3,068	1,792	SN2	
10	MrC	12,5	3,5	26,4	3,571	1,352	PL	
11	MrC	12,5	3,7	30,5	3,378	1,562	SN1	
12	MrC	15,0	4,7	55,6	3,191	1,647	BY	
13	MrC	13,0	4,2	39,0	3,095	1,775	BY	
14	MrC	14,0	4,5	46,7	3,111	1,702	SN2	
15	MrC	12,0	3,9	31,4	3,077	1,817	BY	
16	MrC	10,5	3,5	23,1	3,000	1,995	BY	
17	MrC	13,0	4,0	36,0	3,250	1,639	SN2	
18	MrC	10,5	3,6	26,9	2,917	2,324	BY	
19	MrC	15,0	4,8	58,8	3,125	1,742	BY	
20	MrC	13,5	4,4	43,8	3,068	1,780	SN2	
21	MrC	12,5	3,8	30,6	3,289	1,567	PL	
22	MrC	13,0	4,1	39,5	3,171	1,798	PL	<i>starker Zeiler</i>
23	MrC	10,5	3,1	20,3	3,387	1,754	BY	
24	MrC	13,5	4,1	41,6	3,293	1,691	SN1	
25	MrC	12,5	4,0	36,1	3,125	1,848	PL	
26	MrC	13,0	4,1	39,5	3,171	1,798	PL	
27	MrC	13,0	4,0	35,0	3,250	1,593	SN2	
28	MrC	13,0	4,1	36,6	3,171	1,666	BY	
29	MrC	10,0	3,1	17,0	3,226	1,700	SN2	
30	MrC	13,0	4,0	38,3	3,250	1,743	BY	
31	MrC	11,5	3,6	25,9	3,194	1,703	SN2	
32	MrC	11,0	3,5	23,8	3,143	1,788	PL	
33	MrC	12,5	4,0	34,8	3,125	1,782	PL	
34	MrC	11,5	3,5	23,8	3,286	1,565	PL	
35	MrC	15,0	5,0	64,3	3,000	1,905	SN2	
36	MrC	13,0	4,5	40,7	2,889	1,853	BY	
37	MrC	13,0	4,0	36,5	3,250	1,661	BY	
38	MrC	14,0	4,5	47,8	3,111	1,742	SN2	
39	MrC	12,0	3,8	29,7	3,158	1,719	SN2	
40	MrC	15,5	5,2	68,2	2,981	1,831	BY	
41	MrC	14,0	4,5	48,1	3,111	1,753	SN1	
42	MrC	10,5	3,5	22,5	3,000	1,944	PL	
43	MrC	13,0	4,0	39,0	3,250	1,775	SN2	
44	MrC	13,5	4,3	44,1	3,140	1,792	PL	
45	MrC	13,0	4,4	42,1	2,955	1,916	BY	
46	MrC	13,0	4,0	35,8	3,250	1,629	SN2	
47	MrC	10,5	3,4	21,8	3,088	1,883	PL	
48	MrC	12,0	3,5	24,0	3,429	1,389	BY	
49	MrC	13,5	4,1	40,9	3,293	1,662	BY	
50	MrC	14,5	4,8	53,0	3,021	1,738	BY	
51	MrC	11,5	3,5	24,2	3,286	1,591	SN2	
52	MrC	12,5	3,9	35,1	3,205	1,797	PL	
53	MrC	14,0	4,4	48,9	3,182	1,782	BY	
54	MrC	13,0	4,0	36,2	3,250	1,648	SN2	
55	MrC	12,5	4,0	34,5	3,125	1,766	BY	
56	MrC	10,5	3,5	21,9	3,000	1,892	BY	
57	MrC	13,5	4,4	44,1	3,068	1,792	BY	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
58	MrC	13,5	4,3	39,7	3,140	1,614	PL	<i>starker Zeiler</i>
59	MrC	12,5	3,8	29,7	3,289	1,521	PL	
60	MrC	14,0	4,5	51,9	3,111	1,891	PL	
61	MrC	14,5	4,5	51,0	3,222	1,673	SN2	
62	MrC	14,0	4,3	45,9	3,256	1,673	SN2	
63	MrC	13,5	4,0	38,2	3,375	1,553	SN2	
64	MrC	14,0	4,1	43,5	3,415	1,585	SN2	
65	MrC	12,5	4,1	35,9	3,049	1,838	SN2	
66	MrC	11,5	3,8	28,0	3,026	1,841	BY	
67	MrC	13,0	4,0	37,2	3,250	1,693	SN2	
68	MrC	13,0	4,3	42,5	3,023	1,934	SN2	
69	MrC	14,0	4,6	49,3	3,043	1,797	BY	
70	MrC	12,0	3,9	30,8	3,077	1,782	PL	
71	MrC	13,0	4,1	37,3	3,171	1,698	SN2	
72	MrC	14,5	4,8	57,0	3,021	1,870	BY	
73	MrC	12,5	3,9	31,9	3,205	1,633	PL	
74	MrC	13,0	4,3	38,5	3,023	1,752	PL	
75	MrC	11,5	3,6	26,1	3,194	1,716	SN2	
76	MrC	12,5	4,1	34,0	3,049	1,741	PL	
77	MrC	13,5	4,6	49,2	2,935	2,000	BY	
78	MrC	14,0	4,8	54,6	2,917	1,990	BY	
79	MrC	13,5	4,3	41,3	3,140	1,679	BY	
80	MrC	13,5	4,9	55,5	2,755	2,256	BY	
81	MrC	14,5	4,6	50,5	3,152	1,656	SN2	
82	MrC	15,0	5,2	67,1	2,885	1,988	BY	
83	MrC	15,0	4,9	60,8	3,061	1,801	SN2	
84	MrC	14,0	4,4	47,3	3,182	1,724	BY	
85	MrC	13,0	4,4	43,2	2,955	1,966	BY	
86	MrC	13,0	4,0	37,4	3,250	1,702	SN2	
87	MrC	13,5	4,2	41,2	3,214	1,675	SN2	
88	MrC	13,5	4,3	45,4	3,140	1,845	BY	
89	MrC	12,0	3,8	27,9	3,158	1,615	BY	
90	MrC	11,0	3,4	20,5	3,235	1,540	BY	
91	MrC	13,5	4,4	44,6	3,068	1,813	PL	
92	MrC	15,0	4,9	64,3	3,061	1,905	BY	
93	MrC	13,0	4,2	39,9	3,095	1,816	BY	
94	MrC	14,5	4,6	55,0	3,152	1,804	BY	
95	MrC	14,0	4,5	53,2	3,111	1,939	SN1	
96	MrC	13,5	4,2	43,6	3,214	1,772	SN2	
97	MrC	13,0	4,4	43,0	2,955	1,957	BY	
98	MrC	13,0	4,0	35,9	3,250	1,634	SN2	
99	MrC	12,5	3,9	32,6	3,205	1,669	BY	
100	MrC	14,5	4,7	53,6	3,085	1,758	BY	
101	MrC	16,0	4,9	70,0	3,265	1,709	SN1	
102	MrC	16,5	5,2	76,3	3,173	1,699	BY	
103	MrC	14,5	4,5	52,1	3,222	1,709	PL	
104	MrC	15,5	5,1	66,5	3,039	1,786	BY	
105	MrC	12,5	4,0	34,2	3,125	1,751	BY	
106	MrC	14,5	4,5	48,8	3,222	1,601	BY	
107	MrC	10,5	3,3	18,0	3,182	1,555	SN2	
108	MrC	10,0	3,0	16,2	3,333	1,620	SN2	
109	MrC	15,0	4,8	58,8	3,125	1,742	SN2	
110	MrC	12,5	4,0	34,7	3,125	1,777	SN2	
111	MrC	13,5	4,9	53,4	2,755	2,170	BY	<i>sehr korulent</i>
112	MrC	11,0	3,6	25,2	3,056	1,893	BY	
113	MrC	13,0	4,3	41,0	3,023	1,866	PL	
114	MrC	13,5	4,3	41,1	3,140	1,670	PL	
115	MrC	13,5	4,3	43,5	3,140	1,768	PL	
116	MrC	12,5	4,1	37,7	3,049	1,930	PL	
117	MrC	13,0	4,4	41,3	2,955	1,880	BY	
118	MrC	13,5	4,3	46,4	3,140	1,886	BY	
119	MrC	14,5	4,6	53,9	3,152	1,768	PL	
120	MrC	15,5	5,0	68,4	3,100	1,837	SN1	
121	MrC	14,0	4,5	50,6	3,111	1,844	PL	
122	MrC	11,5	3,8	29,9	3,026	1,966	PL	
123	MrC	14,0	4,5	50,3	3,111	1,833	SN2	
124	MrC	12,5	3,6	32,2	3,472	1,649	BY	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
125	MrC	11,5	3,7	27,5	3,108	1,808	SN2	
126	MrC	12,0	3,8	30,5	3,158	1,765	SN2	
127	MrC	13,0	4,0	41,6	3,250	1,893	PL	
128	MrC	13,5	4,4	44,7	3,068	1,817	PL	
129	MrC	14,0	4,6	51,3	3,043	1,870	PL	
130	MrC	12,5	4,3	41,0	2,907	2,099	BY	
131	MrC	12,0	3,9	32,2	3,077	1,863	BY	
132	MrC	13,0	4,4	40,6	2,955	1,848	PL	
133	MrC	15,5	5,2	73,0	2,981	1,960	PL	
134	MrC	11,5	3,4	23,6	3,382	1,552	BY	
135	MrC	15,0	5,0	61,0	3,000	1,807	BY	
136	MrC	13,0	4,2	38,7	3,095	1,761	PL	
137	MrC	13,5	4,3	42,2	3,140	1,715	SN1	
138	MrC	13,0	4,3	41,8	3,023	1,903	SN2	
139	MrC	13,0	4,1	39,4	3,171	1,793	PL	
140	MrC	14,5	5,0	66,3	2,900	2,175	SN1	
141	MrC	15,5	4,7	66,0	3,298	1,772	SN1	
142	MrC	13,0	4,0	37,1	3,250	1,689	SN1	
143	MrC	13,5	4,1	40,5	3,293	1,646	SN1	
144	MrC	13,0	4,1	37,8	3,171	1,721	PL	
145	MrC	14,0	4,5	48,7	3,111	1,775	SN2	
146	MrC	13,0	4,1	37,1	3,171	1,689	SN2	
147	MrC	13,5	4,3	43,2	3,140	1,756	PL	
148	MrC	12,0	3,9	29,4	3,077	1,701	SN2	
149	MrC	15,0	5,0	64,1	3,000	1,899	BY	
150	MrC	15,5	5,1	68,7	3,039	1,845	BY	
151	MrC	14,5	4,8	54,3	3,021	1,781	PL	
152	MrC	12,5	4,0	32,8	3,125	1,679	PL	starke Streuschuppen (Foto 367)
153	MrC	15,0	4,9	61,4	3,061	1,819	SN1	
154	MrC	14,0	4,6	48,9	3,043	1,782	PL	
155	MrC	13,5	4,3	42,6	3,140	1,731	SN2	
156	MrC	14,0	4,5	50,1	3,111	1,826	BY	
157	MrC	14,0	4,5	50,9	3,111	1,855	SN2	
158	MrC	14,0	4,7	53,1	2,979	1,935	BY	
159	MrC	15,0	4,9	65,8	3,061	1,950	SN1	
160	MrC	12,5	4,1	37,6	3,049	1,925	SN1	
161	MrC	14,0	4,5	51,7	3,111	1,884	PL	
162	MrC	14,0	4,8	56,1	2,917	2,044	BY	
163	MrC	15,0	4,7	55,9	3,191	1,656	BY	
164	MrC	11,5	3,7	29,7	3,108	1,953	SN1	
165	MrC	16,0	5,2	80,0	3,077	1,953	SN1	
166	MrC	13,0	4,4	43,0	2,955	1,957	SN1	
167	MrC	10,0	3,0	15,6	3,333	1,560	PL	
168	MrC	15,0	4,8	58,2	3,125	1,724	SN1	
169	MrC	13,5	4,2	42,9	3,214	1,744	SN2	
170	MrC	13,0	4,1	41,0	3,171	1,866	PL	
171	MrC	12,0	4,0	31,8	3,000	1,840	PL	
172	MrC	12,5	3,6	30,5	3,472	1,562	BY	
173	MrC	13,5	4,3	44,3	3,140	1,801	SN2	
174	MrC	15,0	4,6	57,8	3,261	1,713	SN1	
175	MrC	15,0	5,0	69,4	3,000	2,056	SN1	
176	MrC	14,0	4,5	50,0	3,111	1,822	SN2	
177	MrC	12,5	4,0	35,3	3,125	1,807	BY	
178	MrC	12,5	4,1	36,7	3,049	1,879	SN2	
179	MrC	13,0	4,1	38,1	3,171	1,734	PL	
180	MrC	14,0	4,5	48,5	3,111	1,767	PL	starker Zeiler (Foto 370/371)
181	MrC	12,5	4,1	34,5	3,049	1,766	BY	
182	MrC	14,5	4,4	51,4	3,295	1,686	SN1	
183	MrC	11,5	3,6	27,0	3,194	1,775	PL	
184	MrC	13,0	4,1	39,3	3,171	1,789	PL	
185	MrC	13,0	4,0	40,7	3,250	1,853	SN1	
186	MrC	11,5	3,6	26,7	3,194	1,756	PL	
187	MrC	10,5	3,5	21,7	3,000	1,875	BY	
188	MrC	14,0	4,4	46,2	3,182	1,684	SN2	
189	MrC	14,0	4,5	49,1	3,111	1,789	SN1	
190	MrC	12,0	3,8	29,4	3,158	1,701	BY	
191	MrC	15,0	5,0	66,6	3,000	1,973	BY	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
192	MrC	14,5	4,6	54,2	3,152	1,778	PL	
193	MrC	14,0	4,5	49,8	3,111	1,815	PL	
194	MrC	12,0	4,0	31,8	3,000	1,840	BY	
195	MrC	14,5	5,0	65,3	2,900	2,142	BY	
196	MrC	12,0	4,0	33,2	3,000	1,921	PL	
197	MrC	15,0	4,7	49,0	3,191	1,452	SN1	
198	MrC	14,0	4,6	52,4	3,043	1,910	SN1	
199	MrC	12,5	3,9	33,2	3,205	1,700	SN2	
200	MrC	13,5	4,4	44,8	3,068	1,821	PL	
201	MrC	14,5	4,9	59,0	2,959	1,935	BY	
202	MrC	14,0	4,1	44,8	3,415	1,633	SN1	<i>sehr langgestreckt</i>
203	MrC	13,5	4,3	41,3	3,140	1,679	BY	
204	MrC	11,5	3,6	26,5	3,194	1,742	BY	
205	MrC	13,5	4,0	41,1	3,375	1,670	SN2	
206	MrC	13,5	4,2	43,6	3,214	1,772	SN2	
207	MrC	14,0	4,6	53,7	3,043	1,957	PL	
208	MrC	15,0	5,1	63,6	2,941	1,884	BY	
209	MrC	16,0	5,6	81,7	2,857	1,995	BY	
210	MrC	16,0	5,6	87,3	2,857	2,131	BY	
211	MrC	13,0	4,0	37,2	3,250	1,693	SN2	
212	MrC	14,5	4,9	57,6	2,959	1,889	BY	
213	MrC	13,5	4,3	43,0	3,140	1,748	PL	
214	MrC	13,0	4,3	39,0	3,023	1,775	BY	
215	MrC	14,0	4,4	43,8	3,182	1,596	SN2	
216	MrC	15,0	4,9	63,4	3,061	1,879	SN1	
217	MrC	11,5	3,5	22,7	3,286	1,493	PL	
218	MrC	15,0	4,6	56,5	3,261	1,674	SN1	
219	MrC	14,0	4,8	53,8	2,917	1,961	SN2	
220	MrC	13,0	4,3	42,6	3,023	1,939	BY	
221	MrC	14,0	4,9	56,3	2,857	2,052	PL	
222	MrC	13,5	4,4	45,5	3,068	1,849	SN1	
223	MrC	14,5	4,7	53,1	3,085	1,742	BY	
224	MrC	12,5	4,0	35,6	3,125	1,823	PL	
225	MrC	12,5	3,8	31,6	3,289	1,618	BY	
226	MrC	13,0	4,3	39,0	3,023	1,775	PL	
227	MrC	14,5	4,8	59,6	3,021	1,955	SN1	
228	MrC	14,0	4,5	47,0	3,111	1,713	SN2	
229	MrC	12,5	3,9	32,8	3,205	1,679	SN1	
230	MrC	14,0	4,3	44,0	3,256	1,603	SN2	
231	MrC	12,0	3,9	31,4	3,077	1,817	SN2	
232	MrC	12,0	3,6	27,9	3,333	1,615	BY	
233	MrC	11,5	3,3	22,9	3,485	1,506	PL	
234	MrC	11,0	3,5	23,4	3,143	1,758	BY	
235	MrC	13,0	4,1	38,3	3,171	1,743	PL	
236	MrC	15,0	4,7	56,5	3,191	1,674	SN2	
237	MrC	13,5	4,5	46,2	3,000	1,878	BY	
238	MrC	14,0	4,5	49,0	3,111	1,786	PL	
239	MrC	14,5	4,4	50,7	3,295	1,663	BY	
240	MrC	11,5	3,9	30,5	2,949	2,005	BY	
241	MrC	14,5	4,6	49,8	3,152	1,634	SN2	
242	MrC	15,0	4,9	60,0	3,061	1,778	SN2	
243	MrC	13,0	4,0	37,9	3,250	1,725	SN2	
244	MrC	11,0	3,0	20,5	3,667	1,540	SN1	
245	MrC	15,0	5,0	65,5	3,000	1,941	BY	
246	MrC	12,0	3,9	31,4	3,077	1,817	SN1	
247	MrC	13,5	4,5	46,8	3,000	1,902	BY	
248	MrC	12,5	4,0	33,3	3,125	1,705	SN2	
249	MrC	13,5	4,5	44,7	3,000	1,817	BY	
250	MrC	15,5	4,9	63,3	3,163	1,700	SN1	
251	MrC	10,5	3,3	20,1	3,182	1,736	PL	
252	MrC	12,5	4,0	31,8	3,125	1,628	BY	
253	MrC	13,0	4,0	37,1	3,250	1,689	SN2	
254	MrC	16,0	5,0	67,5	3,200	1,648	SN1	
255	MrC	14,0	4,4	47,4	3,182	1,727	SN1	
256	MrC	17,5	5,9	107,7	2,966	2,010	SN1	
257	MrC	12,5	3,9	32,7	3,205	1,674	BY	
258	MrC	13,5	4,3	43,2	3,140	1,756	BY	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
259	MrC	12,0	3,6	27,5	3,333	1,591	BY	
260	MrC	11,5	3,6	25,4	3,194	1,670	PL	
261	MrC	14,0	4,5	49,8	3,111	1,815	SN1	
262	MrC	14,0	4,4	47,1	3,182	1,716	BY	
263	MrC	16,0	5,4	81,3	2,963	1,985	BY	
264	MrC	15,0	5,0	65,4	3,000	1,938	SN1	
265	MrC	12,5	4,0	37,6	3,125	1,925	BY	
266	MrC	13,0	4,0	39,5	3,250	1,798	PL	
267	MrC	12,5	4,0	37,2	3,125	1,905	PL	
268	MrC	12,0	3,9	31,7	3,077	1,834	BY	
269	MrC	14,0	4,4	43,6	3,182	1,589	BY	
270	MrC	13,5	4,3	42,3	3,140	1,719	SN1	
271	MrC	11,5	3,8	28,0	3,026	1,841	PL	
272	MrC	14,0	4,3	44,4	3,256	1,618	SN2	
273	MrC	16,0	5,0	70,8	3,200	1,729	SN1	
274	MrC	15,0	4,8	57,3	3,125	1,698	SN1	
275	MrC	12,5	3,9	32,5	3,205	1,664	SN2	
276	MrC	14,0	4,5	44,7	3,111	1,629	BY	
277	MrC	11,0	3,5	22,7	3,143	1,705	SN2	
278	MrC	15,0	4,5	52,4	3,333	1,553	SN2	
279	MrC	13,0	4,0	37,6	3,250	1,711	BY	
280	MrC	13,0	4,1	40,2	3,171	1,830	PL	
281	MrC	12,5	4,0	34,9	3,125	1,787	SN1	
282	MrC	13,5	4,0	40,6	3,375	1,650	SN1	
283	MrC	15,0	5,0	66,4	3,000	1,967	SN1	
284	MrC	13,0	4,1	39,9	3,171	1,816	PL	
285	MrC	11,5	3,4	23,5	3,382	1,545	SN2	
286	MrC	13,5	4,4	44,9	3,068	1,825	BY	
287	MrC	16,0	4,9	62,4	3,265	1,523	SN1	
288	MrC	14,0	4,5	51,0	3,111	1,859	BY	
289	MrC	12,5	3,8	30,3	3,289	1,551	BY	
290	MrC	13,0	4,5	42,3	2,889	1,925	PL	
291	MrC	14,5	4,8	56,7	3,021	1,860	SN2	
292	MrC	14,5	5,0	61,6	2,900	2,021	BY	
293	MrC	13,0	3,9	33,9	3,333	1,543	SN2	
294	MrC	13,0	4,2	41,3	3,095	1,880	PL	
295	MrC	13,5	4,4	42,4	3,068	1,723	SN1	
296	MrC	11,5	3,7	27,1	3,108	1,782	PL	
297	MrC	13,0	4,0	38,2	3,250	1,739	SN1	
298	MrC	14,0	4,6	52,6	3,043	1,917	SN1	
299	MrC	15,0	4,8	62,7	3,125	1,858	SN1	
300	MrC	11,0	3,2	20,1	3,438	1,510	BY	
301	MrC	14,0	4,5	45,6	3,111	1,662	SN2	
302	MrC	13,5	4,3	43,0	3,140	1,748	SN1	
303	MrC	14,5	4,4	47,2	3,295	1,548	SN2	
304	MrC	13,5	4,5	44,9	3,000	1,825	BY	
305	MrC	13,0	4,3	39,7	3,023	1,807	BY	
306	MrC	13,5	4,4	45,7	3,068	1,857	PL	
307	MrC	14,5	4,7	54,8	3,085	1,798	BY	
308	MrC	13,5	4,5	47,2	3,000	1,918	SN1	
309	MrC	12,5	4,0	34,2	3,125	1,751	BY	
310	MrC	13,0	4,5	45,0	2,889	2,048	BY	
311	MrC	14,0	4,5	49,5	3,111	1,804	SN1	
312	MrC	12,5	4,0	34,7	3,125	1,777	SN1	
313	MrC	14,0	4,3	42,3	3,256	1,542	SN2	
314	MrC	13,5	4,5	45,1	3,000	1,833	SN1	
315	MrC	11,5	3,9	28,6	2,949	1,880	PL	
316	MrC	13,0	4,3	42,8	3,023	1,948	PL	
317	MrC	14,5	4,5	50,8	3,222	1,666	BY	
318	MrC	13,0	4,2	39,0	3,095	1,775	BY	
319	MrC	14,0	4,9	59,2	2,857	2,157	SN1	
320	MrC	14,5	4,9	56,9	2,959	1,866	PL	
321	MrC	15,0	4,1	51,5	3,659	1,526	BY	langgestreckt
322	MrC	11,0	3,4	22,2	3,235	1,668	SN2	
323	MrC	15,0	4,9	60,2	3,061	1,784	BY	
324	MrC	15,5	4,9	67,0	3,163	1,799	SN1	
325	MrC	14,0	4,5	52,5	3,111	1,913	SN1	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
326	MrC	13,5	4,5	45,9	3,000	1,866	BY	
327	MrC	15,5	5,1	68,0	3,039	1,826	BY	
328	MrC	13,5	4,0	37,2	3,375	1,512	SN2	
329	MrC	15,0	5,0	57,5	3,000	1,704	SN2	
330	MrC	13,5	4,2	44,1	3,214	1,792	SN1	
331	MrC	14,0	4,2	42,6	3,333	1,552	SN2	
332	MrC	14,5	4,8	58,0	3,021	1,902	SN1	
333	MrC	17,0	5,2	80,0	3,269	1,628	SN1	
334	MrC	15,0	4,9	61,7	3,061	1,828	SN2	
335	MrC	14,5	4,5	51,4	3,222	1,686	SN1	
336	MrC	17,0	5,5	89,8	3,091	1,828	SN1	
337	MrC	10,0	3,0	16,5	3,333	1,650	SN1	
338	MrC	12,5	4,0	35,2	3,125	1,802	PL	
339	MrC	14,0	4,4	47,6	3,182	1,735	SN2	
340	MrC	13,0	4,0	37,2	3,250	1,693	SN1	
341	MrC	13,5	4,1	40,1	3,293	1,630	SN1	
342	MrC	16,0	4,7	64,4	3,404	1,572	SN1	
343	MrC	14,5	4,5	46,7	3,222	1,532	BY	
344	MrC	16,0	5,1	71,8	3,137	1,753	BY	
345	MrC	12,5	4,1	34,6	3,049	1,772	BY	
346	MrC	13,0	4,0	37,7	3,250	1,716	SN1	
347	MrC	14,5	5,0	60,7	2,900	1,991	BY	
348	MrC	15,0	4,8	56,1	3,125	1,662	SN2	
349	MrC	13,5	4,1	42,1	3,293	1,711	SN1	
350	MrC	12,5	3,7	29,4	3,378	1,505	SN2	
351	MrC	15,5	5,0	66,0	3,100	1,772	SN1	
352	MrC	13,0	4,4	43,6	2,955	1,985	BY	
353	MrC	13,5	4,7	48,9	2,872	1,988	BY	
354	MrC	12,5	4,0	34,5	3,125	1,766	BY	
355	MrC	13,0	4,5	42,1	2,889	1,916	BY	
356	MrC	13,0	4,4	40,5	2,955	1,843	SN2	
357	MrC	11,5	4,0	29,9	2,875	1,966	BY	
358	MrC	14,0	4,8	55,4	2,917	2,019	SN1	
359	MrC	13,5	4,0	40,1	3,375	1,630	SN2	
360	MrC	14,0	4,8	50,3	2,917	1,833	BY	
361	MrC	13,0	4,1	39,4	3,171	1,793	SN2	
362	MrC	13,0	3,9	33,5	3,333	1,525		SN1 oder SN2
363	MrC	14,5	5,0	68,7	2,900	2,253	SN1	
364	MrC	15,5	4,9	61,9	3,163	1,662	BY	
365	MrC	15,5	4,7	60,0	3,298	1,611	SN1	
366	MrC	12,5	3,8	29,9	3,289	1,531	BY	
367	MrC	14,0	4,5	49,8	3,111	1,815	BY	
368	MrC	11,5	3,7	27,3	3,108	1,795	PL	
369	MrC	14,5	4,5	49,5	3,222	1,624	BY	
370	MrC	14,0	4,5	45,4	3,111	1,655	SN2	
371	MrC	15,5	5,0	65,8	3,100	1,767	BY	
372	MrC	11,5	3,7	28,4	3,108	1,867	BY	
373	MrC	12,0	3,8	27,8	3,158	1,609	SN2	
374	MrC	13,0	4,1	41,5	3,171	1,889	SN1	
375	MrC	16,5	5,2	80,9	3,173	1,801	PL	Zeiler
376	MrC	14,0	4,5	48,6	3,111	1,771	BY	
377	MrC	12,5	4,0	35,4	3,125	1,812	PL	
378	MrC	13,0	4,1	39,2	3,171	1,784	PL	
379	MrC	15,0	4,8	59,7	3,125	1,769	BY	
380	MrC	11,5	3,5	24,1	3,286	1,585	BY	
381	MrC	14,0	4,3	45,3	3,256	1,651		SN1 oder SN2
382	MrC	12,5	3,9	33,6	3,205	1,720	SN2	
383	MrC	14,5	5,0	61,2	2,900	2,007	BY	
384	MrC	12,0	3,8	28,5	3,158	1,649	PL	
385	MrC	15,0	4,9	63,8	3,061	1,890	BY	
386	MrC	12,5	3,6	31,0	3,472	1,587	SN2	
387	MrC	14,0	4,5	49,4	3,111	1,800	SN1	
388	MrC	12,0	4,0	32,1	3,000	1,858	SN1	
389	MrC	14,0	4,3	44,3	3,256	1,614	SN1	
390	MrC	13,0	4,3	39,8	3,023	1,812	SN2	
391	MrC	13,5	4,4	41,6	3,068	1,691	SN2	
392	MrC	13,0	4,1	38,4	3,171	1,748	PL	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
393	MrC	12,5	3,6	30,2	3,472	1,546	SN1	
394	MrC	12,0	3,6	26,9	3,333	1,557	SN2	
395	MrC	11,5	3,6	24,3	3,194	1,598	PL	
396	MrC	11,0	3,6	24,5	3,056	1,841	PL	
397	MrC	14,5	4,8	58,4	3,021	1,916	BY	
398	MrC	13,5	4,5	45,3	3,000	1,841	SN2	
399	MrC	15,0	4,6	57,3	3,261	1,698	SN1	
400	MrC	12,0	3,5	26,8	3,429	1,551	BY	
401	MrC	12,0	3,8	30,9	3,158	1,788	SN2	
402	MrC	11,5	3,9	31,4	2,949	2,065	BY	
403	MrC	15,5	4,8	64,3	3,229	1,727	SN1	
404	MrC	13,0	4,0	37,0	3,250	1,684	BY	
405	MrC	14,0	4,5	48,4	3,111	1,764	PL	
406	MrC	17,0	5,7	99,1	2,982	2,017	BY	
407	MrC	19,0	5,9	113,7	3,220	1,658	SN1	
408	MrC	16,0	5,0	70,7	3,200	1,726	BY	
409	MrC	15,5	4,7	59,1	3,298	1,587	SN2	
410	MrC	14,5	4,4	49,6	3,295	1,627	SN2	
411	MrC	14,5	4,6	56,4	3,152	1,850	BY	
412	MrC	12,0	4,0	31,4	3,000	1,817	PL	
413	MrC	13,0	4,0	36,2	3,250	1,648	BY	
414	MrC	11,5	3,8	27,9	3,026	1,834	PL	
415	MrC	14,0	4,0	39,9	3,500	1,454	BY	
416	MrC	14,0	4,5	46,4	3,111	1,691	SN2	
417	MrC	14,0	4,4	48,0	3,182	1,749	SN2	
418	MrC	13,0	4,0	38,3	3,250	1,743	PL	
419	MrC	13,0	4,0	40,4	3,250	1,839	SN1	
420	MrC	13,5	4,3	44,3	3,140	1,801	SN2	
421	MrC	14,0	4,5	49,8	3,111	1,815	BY	
422	MrC	12,5	3,7	28,6	3,378	1,464	BY	
423	MrC	14,5	4,6	56,3	3,152	1,847	BY	
424	MrC	14,0	4,7	51,5	2,979	1,877	PL	<i>Nur eine Seite Zeilen!</i>
425	MrC	14,5	4,5	50,8	3,222	1,666	SN2	
426	MrC	15,0	4,9	60,3	3,061	1,787	BY	
427	MrC	12,0	4,0	32,1	3,000	1,858	PL	
428	MrC	14,0	4,5	50,6	3,111	1,844	SN2	
429	MrC	14,0	4,7	50,9	2,979	1,855	SN2	
430	MrC	14,5	4,8	55,7	3,021	1,827	BY	
431	MrC	14,5	5,0	57,7	2,900	1,893	BY	
432	MrC	13,0	4,2	41,1	3,095	1,871	BY	
433	MrC	15,0	4,8	56,5	3,125	1,674	SN2	
434	MrC	12,5	4,0	33,1	3,125	1,695	BY	
435	MrC	14,0	4,4	48,1	3,182	1,753	SN2	
436	MrC	13,5	4,3	43,2	3,140	1,756	PL	
437	MrC	15,5	4,9	65,4	3,163	1,756	SN1	
438	MrC	12,0	3,7	28,4	3,243	1,644	PL	
439	MrC	14,0	4,4	46,5	3,182	1,695	BY	
440	MrC	14,0	4,3	45,9	3,256	1,673	PL	
441	MrC	14,0	4,6	53,6	3,043	1,953		SN1 oder BY
442	MrC	15,0	4,7	55,6	3,191	1,647	PL	
443	MrC	12,5	3,8	33,7	3,289	1,725	BY	
444	MrC	13,0	4,4	42,0	2,955	1,912	BY	
445	MrC	14,5	4,5	51,3	3,222	1,683	SN2	
446	ScC	18,5	5,3	103,1	3,491	1,628	CZ	
447	ScC	19,0	5,5	105,8	3,455	1,542	CZ	
448	ScC	20,0	6,1	140,3	3,279	1,754	CZ	
449	ScC	18,5	5,5	102,9	3,364	1,625	CZ	
450	ScC	19,0	5,9	126,1	3,220	1,838	CZ	
451	ScC	17,5	5,1	86,4	3,431	1,612	CZ	
452	ScC	18,0	5,0	88,0	3,600	1,509	CZ	
453	ScC	17,0	5,0	80,5	3,400	1,639	CZ	
454	ScC	17,5	5,2	85,8	3,365	1,601	CZ	
455	ScC	17,5	5,0	84,0	3,500	1,567	CZ	
456	ScC	18,5	5,2	99,5	3,558	1,571	CZ	
457	ScC	20,0	5,7	112,9	3,509	1,411	CZ	
458	ScC	19,0	5,8	114,0	3,276	1,662	CZ	
459	ScC	17,0	5,0	83,2	3,400	1,693	CZ	

Fisch Nr.	Beschuppung	Länge (cm)	Höhe (cm)	Stückmasse (g)	L/H	K _L	Herkunft	Bemerkung
460	ScC	18,0	5,4	99,8	3,333	1,711	CZ	
461	ScC	19,5	5,5	113,2	3,545	1,527	CZ	
462	ScC	19,0	5,5	105,2	3,455	1,534	CZ	
463	ScC	17,5	5,1	93,1	3,431	1,737	CZ	
464	ScC	17,5	5,1	83,2	3,431	1,552	CZ	
465	ScC	18,0	5,1	90,7	3,529	1,555	CZ	
466	ScC	17,5	5,1	87,1	3,431	1,625	CZ	
467	ScC	17,0	5,3	88,2	3,208	1,795	CZ	
468	ScC	19,5	5,8	116,9	3,362	1,577	CZ	
469	ScC	18,5	5,8	113,5	3,190	1,793	CZ	
470	ScC	19,0	5,7	121,1	3,333	1,766	CZ	
471	ScC	15,5	4,5	62,2	3,444	1,670	CZ	
472	ScC	18,5	5,6	107,9	3,304	1,704	CZ	
473	ScC	21,0	6,2	152,2	3,387	1,643	CZ	
474	ScC	19,0	6,1	129,3	3,115	1,885	CZ	
475	ScC	18,0	5,2	90,5	3,462	1,552	CZ	
476	ScC	19,0	5,9	126,1	3,220	1,838	CZ	
477	ScC	17,5	5,2	92,1	3,365	1,718	CZ	
478	ScC	17,0	5,0	77,4	3,400	1,575	CZ	
479	ScC	19,5	6,0	131,9	3,250	1,779	CZ	
480	ScC	17,5	5,4	94,0	3,241	1,754	CZ	
481	ScC	19,0	5,2	99,0	3,654	1,443	CZ	
482	ScC	18,5	5,4	103,5	3,426	1,635	CZ	
483	ScC	18,5	5,5	103,5	3,364	1,635	CZ	
484	ScC	20,0	6,3	148,4	3,175	1,855	CZ	
485	ScC	17,5	5,2	87,6	3,365	1,635	CZ	
486	ScC	18,0	5,3	99,8	3,396	1,711	CZ	
487	ScC	16,0	4,7	64,4	3,404	1,572	CZ	
488	ScC	19,0	5,7	108,1	3,333	1,576	CZ	
489	ScC	17,5	5,2	91,4	3,365	1,705	CZ	
490	ScC	19,0	5,6	109,0	3,393	1,589	CZ	
491	ScC	19,5	5,8	126,6	3,362	1,707	CZ	
492	ScC	20,5	6,2	148,4	3,306	1,723	CZ	
493	ScC	17,0	5,0	82,5	3,400	1,679	CZ	
494	ScC	18,5	5,8	117,0	3,190	1,848	CZ	
495	ScC	16,5	4,9	69,7	3,367	1,552	CZ	
Mittel		13,9	4,4	50,4	3,2	1,8		

Anlage 5: Ergebnisse der Sensorikprüfungen von Speisekarpfen

(nach Einzelproben = Einzelfische)

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet gegart	Geruch	1	Pa	5	4	2	1	3
K3 Filet gegart	Geruch	1	Li	5	4	3	2	1
K3 Filet gegart	Geruch	1	We	4	1	2	5	3
K3 Filet gegart	Geruch	1	De	4	5	1	3	2
K3 Filet gegart	Geruch	1	Pa	3	5	1	4	2
K3 Filet gegart	Geruch	1	Pf	5	1	3	2	4
K3 Filet gegart	Geruch	1	Kö	2	1	4	5	3
K3 Filet gegart	Geruch	2	Pa	2	3	5	4	1
K3 Filet gegart	Geruch	2	Li	5	4	3	2	1
K3 Filet gegart	Geruch	2	We	3	2	5	1	4
K3 Filet gegart	Geruch	2	De	5	1	2	4	3
K3 Filet gegart	Geruch	2	Pa	5	4	3	1	2
K3 Filet gegart	Geruch	2	Pf	4	5	1	3	2
K3 Filet gegart	Geruch	2	Kö	2	5	3	4	1
K3 Filet gegart	Geruch	3	Pa	4	3	5	2	1
K3 Filet gegart	Geruch	3	Li	4	5	1	2	3
K3 Filet gegart	Geruch	3	We	5	2	3	1	4
K3 Filet gegart	Geruch	3	De	1	4	2	3	5
K3 Filet gegart	Geruch	3	Pa	4	3	1	5	2
K3 Filet gegart	Geruch	3	Pf	4	5	2	1	3
K3 Filet gegart	Geruch	3	Kö	1	4	2	3	5
K3 Filet gegart	Geruch	4	Pa	2	5	4	3	1
K3 Filet gegart	Geruch	4	Li	3	5	2	1	4
K3 Filet gegart	Geruch	4	We	4	2	1	5	3
K3 Filet gegart	Geruch	4	De	3	4	1	2	5
K3 Filet gegart	Geruch	4	Pa	4	2	1	3	5
K3 Filet gegart	Geruch	4	Pf	2	4	3	1	5
K3 Filet gegart	Geruch	4	Kö	4	5	1	3	2
Rangsummen				99	98	67	76	80
Rangsummenquadrate:		36070		F, 28 Tests:		11,2855597		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen							23,2	

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet gegart	Farbe	1	Pa	5	4	1	3	2
K3 Filet gegart	Farbe	1	Li	1	3	5	2	4
K3 Filet gegart	Farbe	1	We	4	3	1	5	2
K3 Filet gegart	Farbe	1	De	4	5	3	1	2
K3 Filet gegart	Farbe	1	Pa	5	3	4	2	1
K3 Filet gegart	Farbe	1	Pf	3	5	4	2	1
K3 Filet gegart	Farbe	1	Kö	4	5	3	1	2
K3 Filet gegart	Farbe	2	Pa	1	5	4	3	2
K3 Filet gegart	Farbe	2	Li	3	5	4	2	1
K3 Filet gegart	Farbe	2	We	3	5	4	2	1
K3 Filet gegart	Farbe	2	De	3	5	4	2	1
K3 Filet gegart	Farbe	2	Pa	1	2	5	3	4

K3 Filet gegart	Farbe	2	Pf	4	5	3	2	1
K3 Filet gegart	Farbe	2	Kö	3	5	2	4	1
K3 Filet gegart	Farbe	3	Pa	2	4	3	1	5
K3 Filet gegart	Farbe	3	Li	1	4	2	3	5
K3 Filet gegart	Farbe	3	We	1	4	3	2	5
K3 Filet gegart	Farbe	3	De	2	4	3	1	5
K3 Filet gegart	Farbe	3	Pa	5	3	4	1	2
K3 Filet gegart	Farbe	3	Pf	2	5	3	1	4
K3 Filet gegart	Farbe	3	Kö	2	3	4	1	5
K3 Filet gegart	Farbe	4	Pa	1	5	2	3	4
K3 Filet gegart	Farbe	4	Li	3	5	2	1	4
K3 Filet gegart	Farbe	4	We	1	5	3	2	4
K3 Filet gegart	Farbe	4	De	2	5	3	1	4
K3 Filet gegart	Farbe	4	Pa	2	4	3	1	5
K3 Filet gegart	Farbe	4	Pf	3	4	2	1	5
K3 Filet gegart	Farbe	4	Kö	3	5	2	1	4
Rangsummen				74	120	86	54	86
Rangsummenquadrate:		37584		F 28 Tests:		32,9141246		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen						23,2		

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	Pa	3	2	1	4	5
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	Li	1	4	5	2	3
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	We	5	4	1	3	2
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	De	4	5	2	3	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	Pa	4	2	1	5	3
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	Pf	5	3	1	2	4
K3 Filet gegart	Festigkeit	1	Kö	3	2	1	5	4
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	Pa	1	3	2	4	5
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	Li	3	2	1	5	4
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	We	1	3	2	5	4
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	De	2	3	1	5	4
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	Pa	1	2	3	4	5
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	Pf	4	1	3	2	5
K3 Filet gegart	Festigkeit	2	Kö	3	5	2	4	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	Pa	5	4	3	2	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	Li	3	2	4	5	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	We	2	4	1	3	5
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	De	2	1	4	5	3
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	Pa	5	3	4	2	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	Pf	3	5	4	2	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	3	Kö	1	3	5	4	2
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	Pa	2	3	4	5	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	Li	5	2	4	3	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	We	2	5	3	4	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	De	5	3	4	2	1
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	Pa	1	2	4	5	3
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	Pf	5	1	3	4	2
K3 Filet gegart	Festigkeit	4	Kö	2	3	5	4	1
Rangsummen				83	82	78	103	74
Rangsummenquadrate:		35782		F 28 Tests:		7,17127522		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen						23,2		

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet gegart	Geschmack	1	Pa	5	3	2	1	4
K3 Filet gegart	Geschmack	1	Li	1	2	3	4	5
K3 Filet gegart	Geschmack	1	We	5	4	1	3	2
K3 Filet gegart	Geschmack	1	De	3	2	5	4	1
K3 Filet gegart	Geschmack	1	Pa	4	5	3	1	2
K3 Filet gegart	Geschmack	1	Pf	5	4	3	1	2
K3 Filet gegart	Geschmack	1	Kö	5	4	1	3	2
K3 Filet gegart	Geschmack	2	Pa	1	2	3	5	4
K3 Filet gegart	Geschmack	2	Li	2	1	3	5	4
K3 Filet gegart	Geschmack	2	We	4	3	2	1	5
K3 Filet gegart	Geschmack	2	De	2	3	4	1	5
K3 Filet gegart	Geschmack	2	Pa	5	1	3	4	2
K3 Filet gegart	Geschmack	2	Pf	4	1	2	3	5
K3 Filet gegart	Geschmack	2	Kö	4	5	2	3	1
K3 Filet gegart	Geschmack	3	Pa	2	3	4	1	5
K3 Filet gegart	Geschmack	3	Li	3	1	4	5	2
K3 Filet gegart	Geschmack	3	We	4	2	1	5	3
K3 Filet gegart	Geschmack	3	De	2	3	1	5	4
K3 Filet gegart	Geschmack	3	Pa	5	3	4	2	1
K3 Filet gegart	Geschmack	3	Pf	1	5	2	3	4
K3 Filet gegart	Geschmack	3	Kö	5	4	2	1	3
K3 Filet gegart	Geschmack	4	Pa	3	5	4	2	1
K3 Filet gegart	Geschmack	4	Li	5	3	4	2	1
K3 Filet gegart	Geschmack	4	We	4	5	3	2	1
K3 Filet gegart	Geschmack	4	De	4	2	1	3	5
K3 Filet gegart	Geschmack	4	Pa	5	1	2	3	4
K3 Filet gegart	Geschmack	4	Pf	4	2	1	3	5
K3 Filet gegart	Geschmack	4	Kö	3	4	5	1	2
Rangsummen				100	83	75	77	85
Rangsummenquadrate:		35668		F 28 Tests:		5,54270428		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen						23,2		

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet roh	Geruch	5	Pa	4	3	5	2	1
K3 Filet roh	Geruch	5	Li	1	4	3	5	2
K3 Filet roh	Geruch	5	We	1	3	5	4	2
K3 Filet roh	Geruch	5	De	1	4	2	3	5
K3 Filet roh	Geruch	5	Pa	3	1	5	4	2
K3 Filet roh	Geruch	5	Pf	1	4	2	3	5
K3 Filet roh	Geruch	5	Kö	1	5	3	4	2
K3 Filet roh	Geruch	6	Pa	5	2	4	3	1
K3 Filet roh	Geruch	6	Li	1	3	4	5	2
K3 Filet roh	Geruch	6	We	4	1	2	3	5
K3 Filet roh	Geruch	6	De	1	3	4	5	2
K3 Filet roh	Geruch	6	Pa	3	4	5	1	2
K3 Filet roh	Geruch	6	Pf	1	5	4	3	2
K3 Filet roh	Geruch	6	Kö	5	3	4	2	1
K3 Filet roh	Geruch	7	Pa	2	5	4	1	3
K3 Filet roh	Geruch	7	Li	4	5	1	2	3
K3 Filet roh	Geruch	7	We	5	2	1	3	4
K3 Filet roh	Geruch	7	De	2	3	5	1	4
K3 Filet roh	Geruch	7	Pa	1	3	4	5	2

K3 Filet roh	Geruch	7	Pf	4	5	1	2	3
K3 Filet roh	Geruch	7	Kö	1	5	3	2	4
K3 Filet roh	Geruch	8	Pa	3	5	4	1	2
K3 Filet roh	Geruch	8	Li	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Geruch	8	We	5	4	2	1	3
K3 Filet roh	Geruch	8	De	2	3	1	5	4
K3 Filet roh	Geruch	8	Pa	1	5	4	3	2
K3 Filet roh	Geruch	8	Pf	5	4	3	2	1
K3 Filet roh	Geruch	8	Kö	4	5	3	1	2
Rangsummen				75	104	90	77	74
Rangsummenquadrate:		35946		F 28 Tests:		9,51413166		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen						23,2		

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet roh	Farbe	5	Pa	1	5	3	4	2
K3 Filet roh	Farbe	5	Li	1	5	3	4	2
K3 Filet roh	Farbe	5	We	1	3	2	5	4
K3 Filet roh	Farbe	5	De	1	3	2	5	4
K3 Filet roh	Farbe	5	Pa	1	4	3	2	5
K3 Filet roh	Farbe	5	Pf	1	3	2	5	4
K3 Filet roh	Farbe	5	Kö	1	3	2	5	4
K3 Filet roh	Farbe	6	Pa	1	2	5	4	3
K3 Filet roh	Farbe	6	Li	1	2	4	5	3
K3 Filet roh	Farbe	6	We	1	3	4	5	2
K3 Filet roh	Farbe	6	De	1	3	5	4	2
K3 Filet roh	Farbe	6	Pa	1	3	5	4	2
K3 Filet roh	Farbe	6	Pf	1	2	4	5	3
K3 Filet roh	Farbe	6	Kö	1	3	4	5	2
K3 Filet roh	Farbe	7	Pa	5	4	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	7	Li	4	5	1	2	3
K3 Filet roh	Farbe	7	We	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	7	De	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	7	Pa	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	7	Pf	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	7	Kö	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	8	Pa	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	8	Li	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	8	We	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	8	De	4	5	2	1	3
K3 Filet roh	Farbe	8	Pa	3	5	2	1	4
K3 Filet roh	Farbe	8	Pf	4	5	3	1	2
K3 Filet roh	Farbe	8	Kö	4	5	2	1	3
Rangsummen				70	113	76	77	84
Rangsummenquadrate:		35946		F 28 Tests:		9,51413166		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen						23,2		

Prüfgut	Merkmal	Durchgang	Prüfperson	BY1	CZ1	PL1	SN1	SN2
K3 Filet roh	Festigkeit	5	Pa	5	1	2	4	3
K3 Filet roh	Festigkeit	5	Li	5	1	2	4	3
K3 Filet roh	Festigkeit	5	We	5	2	3	4	1
K3 Filet roh	Festigkeit	5	De	5	1	2	3	4
K3 Filet roh	Festigkeit	5	Pa	3	1	4	5	2
K3 Filet roh	Festigkeit	5	Pf	5	1	2	4	3

K3 Filet roh	Festigkeit	5	Kö	1	3	4	5	2
K3 Filet roh	Festigkeit	6	Pa	2	1	3	4	5
K3 Filet roh	Festigkeit	6	Li	2	5	3	1	4
K3 Filet roh	Festigkeit	6	We	3	1	2	5	4
K3 Filet roh	Festigkeit	6	De	4	1	2	3	5
K3 Filet roh	Festigkeit	6	Pa	5	1	2	4	3
K3 Filet roh	Festigkeit	6	Pf	5	1	4	2	3
K3 Filet roh	Festigkeit	6	Kö	3	2	5	4	1
K3 Filet roh	Festigkeit	7	Pa	1	2	5	4	3
K3 Filet roh	Festigkeit	7	Li	4	5	1	2	3
K3 Filet roh	Festigkeit	7	We	4	1	3	2	5
K3 Filet roh	Festigkeit	7	De	5	4	2	1	3
K3 Filet roh	Festigkeit	7	Pa	5	4	2	1	3
K3 Filet roh	Festigkeit	7	Pf	2	1	3	5	4
K3 Filet roh	Festigkeit	7	Kö	3	5	2	1	4
K3 Filet roh	Festigkeit	8	Pa	2	3	1	4	5
K3 Filet roh	Festigkeit	8	Li	5	4	2	1	3
K3 Filet roh	Festigkeit	8	We	2	5	4	1	3
K3 Filet roh	Festigkeit	8	De	3	5	1	2	4
K3 Filet roh	Festigkeit	8	Pa	2	5	3	1	4
K3 Filet roh	Festigkeit	8	Pf	1	2	5	4	3
K3 Filet roh	Festigkeit	8	Kö	3	5	2	1	4
Rangsummen				95	73	76	82	94
Rangsummenquadrate:		35690		F 28 Tests:		5,8569899		
Mindestunterschied zwischen Rangsummen für signifikante Differenzen						23,2		

Wir danken David Gela und Martin Flajšhans (University of South Bohemia České Budějovice, Faculty of Fisheries and Protection of Waters, Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology Vodňany), Ilgiz Irmazarov (Polish Academy of Sciences, Gołysz Institute of Ichthyobiology and Aquaculture) und den beteiligten Teichwirtschaftsbetrieben für die Mitwirkung am Projekt.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Gert Füllner, Matthias Pfeifer, Sebastian Lippold, Thomas Heller,
Andrea Standke
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Klaus Kohlmann
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei e. V. Berlin-
Friedrichshagen (IGB)
Dieter Steinhagen
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo)
Grit Bräuer, Kerstin Böttcher
Sächsische Tierseuchenkasse (TSK), Fischgesundheitsdienst
Andreas Müller-Belecke
Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow (IfB)

Redaktion:

Gert Füllner
LfULG, Abteilung Landwirtschaft/Referat Fischerei
Gutsstraße 1, 02699 Königswartha
Telefon: +49 35931-296-18
Telefax: +49 35931-296-11
E-Mail: gert.fuellner@smul.sachsen.de

Fotos:

Abb. 10: Kristina Barthel; ansonsten LfULG und TSK

Redaktionsschluss:

31.01.2017

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.