



Niedersächsischer Landesbetrieb
für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz
Betriebsstelle Brake – Oldenburg



Zooplankton in niedersächsischen Küstengewässern

Monitoring 2018/2019



Erstellt im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz von **AquaEcology** GmbH & Co. KG

Dr. Tanja Burgmer, Uwe Raschka, Claudia Pezzei, Dr. Claus-Dieter Dürselen

22. Februar 2021

AquaEcology GmbH & Co. KG

Geschäftsführer: Dipl.-Biol. Dr. Claus-Dieter Dürselen · Dipl.-Chem. Thomas Raabe
Steinkamp 19 · 26125 Oldenburg

Telefon: +49-441-55978-530

Telefax: +49-441-55978-539

info@aquaecology.de · <http://www.aquaecology.de>

„Dieser Bericht ist durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz beauftragt worden. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren. Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder und muss nicht mit der Meinung des NLWKN übereinstimmen. Der NLWKN übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung der Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor, insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.“

Zitiervorschlag:

AquaEcology (2021): Zooplankton in niedersächsischen Küstengewässern - Monitoring 2018/2019. Bericht erstellt im Auftrag des NLWKN.

Titelbild: *Pseudodiaptomus marinus* (Weibchen)

Inhalt

Inhalt.....	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	9
1 Einleitung	10
2 Material und Methoden	12
2.1 Stationsnetz	12
2.2 Probenahme	14
2.3 Mikroskopische Auswertung.....	15
2.4 Vermessungen, Biovolumen- und Biomasseabschätzungen	16
3 Ergebnisse	17
3.1 Chemisch-physikalische Eigenschaften	17
3.2 Artenzusammensetzung	22
3.3 Saisonale Verbreitung (Abundanz).....	23
3.3.1 Borkum W1	23
3.3.2 Borkum W2.....	27
3.3.3 Norderney W1	31
3.3.4 Spiekeroog W1	35
3.3.5 Jade W1	39
3.3.6 Wurster Watt W2 (Robinsbalje)	43
3.4 Saisonale Verbreitung (Biovolumen)	47
3.4.1 Borkum W1	47
3.4.2 Borkum W2.....	51
3.4.3 Norderney W1	55
3.4.4 Spiekeroog W1	59
3.4.5 Jade W1	63
3.4.6 Wurster Watt W2	67
3.5 Regionale Verbreitung ausgewählter Gruppen	70
3.5.1 Crustacea	70
3.5.2 Polychaeta	115
3.5.3 Bivalvia	120
3.6 Neobiota	123
3.6.1 <i>Pseudodiaptomus marinus</i>	123
3.6.2 <i>Palaemon macrodactylus</i>	123

3.6.3 <i>Crassostrea gigas</i>	124
4 Diskussion	125
5 Schlussfolgerung und Monitoringkonzept	131
6 Literatur	135
7 Anhang	138
7.1 Stationsdaten	138
7.2 Taxontabellen	141

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der Stationen des niedersächsischen Zooplankton-Monitorings für 2018 und 2019.	13
Abbildung 2:	Aufbau des benutzten Zooplanktonnetzes.	15
Abbildung 3:	pH-Wert an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2018.	18
Abbildung 4:	pH-Wert an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2019.	18
Abbildung 5:	Temperatur an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2018.	19
Abbildung 6:	Temperatur an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2019.	19
Abbildung 7:	Salinität an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2018.	21
Abbildung 8:	Salinität an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2019.	21
Abbildung 9:	Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 für 2018 und 2019.	24
Abbildung 10:	Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 für 2018 und 2019.	25
Abbildung 11:	Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 für 2018 und 2019.	28
Abbildung 12:	Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 für 2018 und 2019.	29
Abbildung 13:	Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 für 2018 und 2019.	32
Abbildung 14:	Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 für 2018 und 2019.	33
Abbildung 15:	Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekeroog W1 für 2018 und 2019.	36
Abbildung 16:	Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekeroog W1 für 2018 und 2019.	37
Abbildung 17:	Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 für 2018 und 2019.	40
Abbildung 18:	Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 für 2018 und 2019.	41
Abbildung 19:	Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 für 2018 und 2019.	44
Abbildung 20:	Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 für 2018 und 2019.	45
Abbildung 21:	Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 2018 und 2019.	48
Abbildung 22:	Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 2018 und 2019.	49

Abbildung 23: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 2018 und 2019.....	52
Abbildung 24: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 2018 und 2019.....	53
Abbildung 25: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 2018 und 2019.	56
Abbildung 26: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 2018 und 2019.....	57
Abbildung 27: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekeroog W1 2018 und 2019.	60
Abbildung 28: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekeroog W1 2018 und 2019.....	61
Abbildung 29: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 2018 und 2019.	64
Abbildung 30: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 2018 und 2019.....	65
Abbildung 31: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 2018 und 2019.	68
Abbildung 32: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 2018 und 2019.....	69
Abbildung 33: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Borkum W1.	71
Abbildung 34: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Borkum W2.	72
Abbildung 35: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Norderney W1.....	73
Abbildung 36: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Spiekeroog W1.....	74
Abbildung 37: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Jade W1.....	75
Abbildung 38: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station WuKu W2.	76
Abbildung 39: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Borkum W1.	78
Abbildung 40: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Borkum W2.	79
Abbildung 41: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Norderney W1.....	80
Abbildung 42: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Spiekeroog W1.....	81
Abbildung 43: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Jade W1.....	82
Abbildung 44: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Wurster Watt W2.....	83

Abbildung 45: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate März bis Mai 2018.....	85
Abbildung 46: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate Juni und Juli 2018.....	86
Abbildung 47: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate August bis Oktober 2018.	87
Abbildung 48: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate März bis Mai 2019.....	88
Abbildung 49: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate Juni und Juli 2019.....	89
Abbildung 50: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate August bis Oktober 2019.	90
Abbildung 51: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Acartia</i> spp. für 2018 und 2019 an der Station Borkum W1.....	92
Abbildung 52: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Temora longicornis</i> für 2018 und 2019 an der Station Borkum W1.....	93
Abbildung 53: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Centropages hamatus</i> für 2018 und 2019 an der Station Borkum W1.	94
Abbildung 54: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Acartia</i> spp. für 2018 und 2019 an der Station Borkum W2.....	96
Abbildung 55: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Temora longicornis</i> für 2018 und 2019 an der Station Borkum W2.....	97
Abbildung 56: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Centropages hamatus</i> für 2018 und 2019 an der Station Borkum W2.	98
Abbildung 57: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Acartia</i> spp. für 2018 und 2019 an der Station Norderney W1.	100
Abbildung 58: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Temora longicornis</i> für 2018 und 2019 an der Station Norderney W1.....	101
Abbildung 59: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Centropages hamatus</i> für 2018 und 2019 an der Station Norderney W1.....	102
Abbildung 60: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Acartia</i> spp. für 2018 und 2019 an der Station Spiekeroog W1.....	104
Abbildung 61: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Temora longicornis</i> für 2018 und 2019 an der Station Spiekeroog W1.....	105

Abbildung 62: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Centropages hamatus</i> für 2018 und 2019 an der Station Spiekeroog W1.....	106
Abbildung 63: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Acartia</i> spp. für 2018 und 2019 an der Station Jade W1.	108
Abbildung 64: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Temora longicornis</i> für 2018 und 2019 an der Station Jade W1.....	109
Abbildung 65: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Centropages hamatus</i> für 2018 und 2019 an der Station Jade W1.....	110
Abbildung 66: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Acartia</i> spp. für 2018 und 2019 an der Station Wurster Watt W2.....	112
Abbildung 67: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Temora longicornis</i> für 2018 und 2019 an der Station Wurster Watt W2.....	113
Abbildung 68: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von <i>Centropages hamatus</i> für 2018 und 2019 an der Station Wurster Watt W2.....	114
Abbildung 69: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die erste Jahreshälfte 2018 von März bis Juni.....	116
Abbildung 70: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die zweite Jahreshälfte 2018 von Juli bis Oktober.	117
Abbildung 71: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die erste Jahreshälfte 2019 von März bis Juli.....	118
Abbildung 72: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die zweite Jahreshälfte 2019 von August bis Oktober.	119
Abbildung 73: Entwicklung der Bivalvia-Larven entlang der Küste von West nach Ost im Jahr 2018.....	121
Abbildung 74: Entwicklung der Bivalvia-Larven entlang der Küste von West nach Ost im Jahr 2019.....	122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Termine der Probenahmen im Jahr 2019.	14
Tabelle 2:	Auszug aus den Protokollen für die hinsichtlich Zooplankton beprobten Stationen des NLWKN-Messnetzes im Jahr 2018. Angegeben sind neben den Beprobungsterminen die geographische Position, Wassertemperatur, pH-Wert und die über Titration bestimmte Salinität.	138
Tabelle 3:	Auszug aus den Protokollen für die hinsichtlich Zooplankton beprobten Stationen des NLWKN-Messnetzes im Jahr 2019. Angegeben sind neben den Beprobungsterminen die Wassertemperatur, pH-Wert und die über Titration bestimmte Salinität.	139
Tabelle 4:	Abundanzen aller gefundenen Taxa bzw. Entwicklungsstadien während der Beprobungen im Jahr 2018 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 135) in Tabelle 2 gefunden werden.	141
Tabelle 5:	Abundanzen aller gefundenen Taxa bzw. Entwicklungsstadien während der Beprobungen im Jahr 2019 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 136) in Tabelle 3 gefunden werden.	153
Tabelle 6:	Detaillierte Ergebnisse der Abundanzen aller gefundener Bivalvia-Taxa während der Beprobungen im Jahr 2018 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 150) in Tabelle 2 gefunden werden.	166
Tabelle 7:	Detaillierte Ergebnisse der Abundanzen aller gefundener Bivalvia-Taxa während der Beprobungen im Jahr 2019 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 151) in Tabelle 3 gefunden werden.	168

1 Einleitung

Das Zooplankton ist eine wichtige Ökosystemkomponente, der als Bindeglied zwischen dem Phytoplankton (Primärproduzenten) und der trophischen Ebene der Fischfauna eine wichtige Rolle zukommt. In der Zusammensetzung des Meroplanktons¹, einem über lange Phasen des Jahres bedeutenden Teil des Zooplanktons vor allem in Küstengewässern, finden darüber hinaus Vielfalt und Besiedlungspotential der benthischen Fauna ihren Ausdruck. Zur Bewertung des ökologischen Zustands der deutschen Nordseegewässer sieht daher die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) (2008) auch die Erfassung und Bewertung des Zooplanktons vor. Dabei fließt die Bewertung des Zooplanktons vor allem in die Deskriptoren D1 (biologische Vielfalt) und D4 (Nahrungsnetze) ein. Da jedoch gerade auch im Zooplankton Neobiota² vorkommen, liefern Untersuchungen zur Artenzusammensetzung weiterhin wichtige Informationen zur Bewertung des Deskriptors D2 (nicht einheimische Arten). Zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (2000) wird das Zooplankton dagegen nicht berücksichtigt.

Da vor Inkrafttreten der MSRL Zooplankton-Untersuchungen in deutschen Küsten- und Meeresgewässern nicht zwingend vorgeschrieben waren, bestand im deutschen Gebiet der Nordsee bisher nur ein sehr lückenhaftes Zooplankton-Monitoring: Lediglich an den beiden Inselstandorten des Alfred-Wegener-Institutes (AWI) Sylt und Helgoland werden bereits seit 1975 hochaufgelöst Zooplankton-Proben genommen. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat im Rahmen seines biologischen Monitorings zwischen 2008 und 2011 auf jeweils 4 bis 5 Fahrten pro Jahr das Zooplankton an 12 Stationen in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) untersucht (Wasmund et al. 2012). Diese Untersuchungen finden seitdem nicht mehr statt.

In den Küstengewässern Niedersachsens wurde bis zum Jahr 2014 kein regelmäßiges Zooplankton-Monitoring durchgeführt. Vereinzelt gibt es jedoch umfangreich, aber örtlich eng begrenzt Daten, die aus Projekten hervorgegangen sind. So wurde Zooplankton jeweils in 2- bis 3-jährigen Zeitreihen im Rahmen von Projekten der DFG und der Ökosystemforschung in den 1980er Jahren an einer Station im Wurster Watt (Robinsbalje) und in den 1990er Jahren an einer Station im ostfriesischen Watt (Otzumer Balje) erfasst (z.B. Heiber 1988, Boysen-Ennen 1997).

Im Rahmen der Umsetzung der MSRL wurde vom NLWKN im Sommer 2015 mit einer ersten Serie von Zooplankton-Probenahmen begonnen, die in den darauffolgenden Jahren 2016 und 2017 fortgeführt wurde. Zu diesen Serien liegen Datenauswertungen und Berichte vor (AquaEcology 2016 und AquaEcology 2018), zu denen in dieser Untersuchung ein Bezug hergestellt wird. Die im vorliegenden Bericht ausgewerteten Daten aus 2018 und 2019 stellen eine erneute Fortsetzung

¹ Individuen, die nur einen Teil ihres Lebenszyklus als Plankton verbringen, wie die Larven vieler Organismen des Benthos.

² Arten, die ursprünglich im Gebiet nicht heimisch sind und auf natürlichem Wege oder anthropogen bedingt eingetragen werden.

der im Jahr 2015 begonnen Zooplankton-Monitoringserie des NLWKN entlang der niedersächsischen Küste dar. Dazu wurden während der Vegetationsperiode des Phytoplanktons zwischen März und Oktober, die zugleich der „Hauptsaison des Zooplanktons“ entspricht, 2018 in etwa 4-wöchigem Abstand an 6 Stationen Proben zur Charakterisierung der Zooplanktongesellschaften entnommen. Im Folgejahr 2019 wurden die Probenahmen in Intervallen von 2 bis 5 Wochen durchgeführt. Ziel der Untersuchung ist es, einen Überblick über die räumlichen und zeitlichen Muster dieser Trophiestufe in den Küstengewässern zu bekommen, da hierzu bisher noch keinerlei langfristige Untersuchungen vorliegen.

Auf Basis der Ergebnisse aus den in 2015 begonnenen Beprobungen, die sich mittlerweile über einen Zeitraum von 5 Jahren erstrecken, kann nun geprüft werden, inwieweit sich die Stationen und alten Zeitreihen Otzumer Balje und Robinsbalje in das Gesamtbild des Untersuchungsgebietes einfügen und ob sich Hinweise auf grundlegende Veränderungen in der Zusammensetzung des Zooplanktons im Laufe der letzten 20 bis 30 Jahre ergeben haben. Übergeordnetes Ziel ist es, zu ermitteln, welche Methodik und welches Messnetz zwingend einzusetzen sind, um mit geringstmöglichem Aufwand ein repräsentatives Zooplankton-Monitoring im niedersächsischen Küstengebiet zu etablieren, das den Anforderungen der MSRL entspricht.

Darüber hinaus sollen die gewonnenen Datensätze genutzt werden, um Hintergrundinformationen für konkrete Managementmaßnahmen im Rahmen der Umsetzung von WRRL und MSRL zu gewinnen. Da bedeutende strukturgebende, artenreiche Benthosgemeinschaften des Sublitorals im Küstengebiet und in den Ästuaren im Laufe der letzten Jahrzehnte weitgehend oder sogar vollkommen verschwunden sind, muss versucht werden, hier mit Entwicklungsmaßnahmen anzusetzen. Eine dieser Gemeinschaften ist die der Sandkoralle *Sabellaria*, eines epibenthischen röhrenbauenden Polychaeta, der sich über planktische Larven verbreitet. Da die zuverlässige und flächendeckende Erfassung dieses Polychaeta ausgerechnet im Falle von kleinräumigen (Rest-)Vorkommen extrem aufwändig ist und immer mit der Unsicherheit einer möglicherweise unvollständigen Erfassung behaftet bleibt, kann die Untersuchung von Planktonproben auf das Auftreten von *Sabellaria*-Larven Hinweise geben, ob in einem gewissen größeren Umfeld der Probenahmestation mit benthischen Vorkommen zu rechnen ist. Zugleich ergeben sich aus den Befunden Hinweise, inwieweit noch ein natürliches Besiedlungspotential dieser Art gegeben ist.

2 Material und Methoden

2.1 Stationsnetz

Für die Untersuchungen zum Zooplankton in den Jahren 2018 und 2019 wurden dieselben Stationen gewählt wie bei den Beprobungen 2016 und 2017. Diese lehnten sich an ein bereits länger bestehendes Beprobungsnetz zum Phytoplankton (NLWKN 2013) an. Das Netz für die Zooplankton-Beprobungen deckt die niedersächsische Küste von der Ems bis zu Jade mit insgesamt 5 Stationen ab. Eine zusätzliche Station wurde im Wurster Watt (Robinsbalje) eingerichtet, das 2015 nicht über eine Beprobung abgedeckt war. Die folgenden 6 Stationen wurden sowohl 2018 als auch 2019 beprobt (von West nach Ost, Lage siehe Abbildung 1, rot): Bork_W_1; Bork_W_2; Nney_W_1; Spog_W_1; Jade_W_1; WuKu_W_2 (Robinsbalje). In den Jahren 2016 bis 2019 wurde der Beprobungsumfang verglichen mit 2015 um zwei Stationen reduziert.

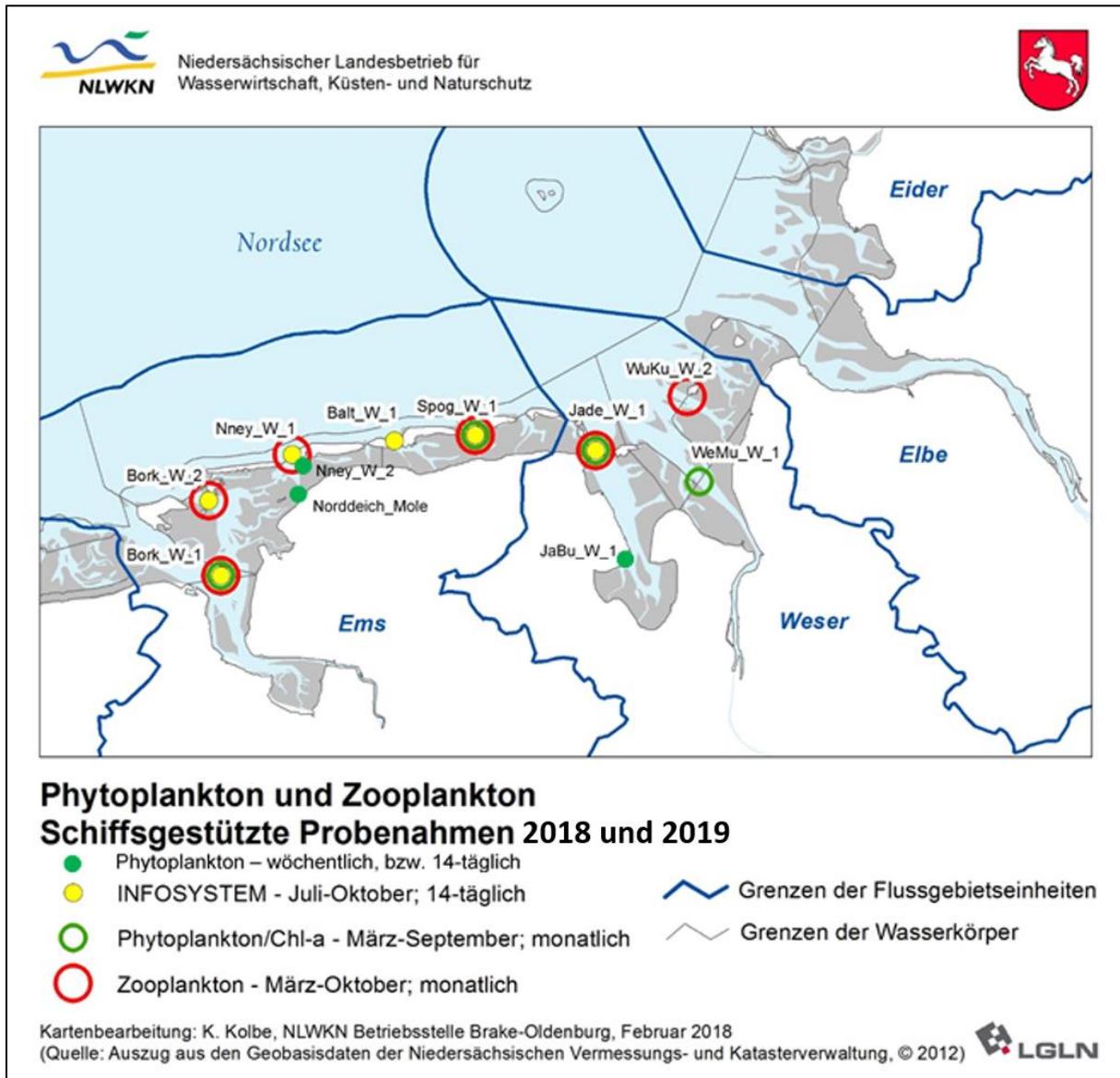


Abbildung 1: Lage der Stationen des niedersächsischen Zooplankton-Monitorings für 2018 und 2019.

Die Probenahmen erfolgten 2018 monatlich in einem regelmäßigen Abstand von 4 bis 4,5 Wochen in den Monaten April bis Oktober. Im Jahr 2019 wurde das Zooplankton bereits ab März erfasst. Aus logistischen Gründen (Verfügbarkeit Schiffe, Personal) ergaben sich teilweise Abweichungen vom Schema der monatlichen Beprobungen. Die Stationen Bork_W_1, Bork_W_2 und Ney_W_1 konnten im Mai und Juni nicht untersucht werden und es erfolgte ein zusätzlicher Termin im Juli. Für die Stationen Spog_W_1 und Jade_W_1 wurden dieselben Zeitpunkte festgelegt mit einer zusätzlichen Probenahme im Mai. Die Station WuKu_W_2 wurde von März bis Mitte Juli monatlich beprobt und es fanden zwei Beprobungen im August statt. Die Probenahmen im September und Oktober erfolgten jeweils erst am Ende des Monats.

Für eine bessere Übersicht über die Probenahmeterminale 2019 sind diese in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Termine der Probenahmen im Jahr 2019.

2019	März	April	Mai	Juni	Mitte Juli	Ende Juli	August	September	Oktober
Bork W1	x	x			x	x	x	x	x
Bork W2	x	x			x	x	x	x	x
Nney W1	x	x			x	x	x	x	x
Spog W1	x	x	x		x	x	x	x	x
Jade W1	x	x	x		x	x	x	x	x
WuKu W2	x	x	x	x	x		xx	x	x

2.2 Probenahme

Die Probenahme erfolgte mit einem Planktonnetz der Fa. Hydro-Bios mit 150 µm Maschenweite. Dem Netz mit einer Öffnungsweite von 40 cm sitzt ein Konus mit einem Durchmesser von 17 cm auf. Das Netz ist in ein mit 40 kg (2x20 kg) Gewicht beschwertes Gestell eingehängt (Abbildung 2). Das Plankton gelangt aus dem Netz in den Netzbecher und kann dort über ein Ablassventil entnommen werden.

An jeder Station wurden über einen Zeitraum von ca. 15 Min verteilt i.d.R. 3 Vertikalzüge aus definierter Tiefe (10 bis 0 m Wassertiefe) entnommen und als Mischprobe in einem 1 l - Probengefäß (eckige Kautexflaschen) vereinigt.

Der Drahtwinkel bei der Probenahme wich in keinem Fall mehr als rd. 25° von der Vertikalen ab. Das Hochfahren des Netzes aus 10 m Wassertiefe zur Oberfläche erfolgte mit gleichmäßiger Geschwindigkeit innerhalb von etwa 15 Sekunden (entsprechend einer empfohlenen Hievgeschwindigkeit von etwa 40 m/Minute). Der Konus wirkt, bei der gewählten Geschwindigkeit, einem Rückstau vor der Netzöffnung ausreichend entgegen. Die Beschwerung des Netzgestells sorgt dafür, dass das Netz auch bei laufendem Strom annähernd senkrecht im Wasser hängt. Das filtrierte Wasservolumen bemisst sich somit näherungsweise aus der Eingangsfläche der Konusöffnung multipliziert mit der Höhe der beim Hieven durchfahrenen Wassersäule (10 m). Je Hievvorgang wurden somit etwa 227 l Wasser filtriert, jede der Mischproben repräsentiert damit ein Volumen von ca. 0,68 m³. Alle Proben wurden mit Formol (20%) konserviert (Endkonzentration ca. 5%).



Abbildung 2: Aufbau des benutzten Zooplanktonnetzes.

2.3 Mikroskopische Auswertung

Die Auswertung der Proben (taxonomische Zusammensetzung und Bestimmung der Abundanzen) erfolgte mit Hilfe einer Stereolupe (Olympus SZ40) gemäß der Norm zur Analyse von Zooplanktonproben (DIN 2020). Dazu wurden die Zooplanktonorganismen zunächst über ein 50 µm Netz von der Fixierungslösung (Formaldehyd) befreit und mit salzhaltigem, filtriertem Wasser (Salzgehalt entsprechend der Konzentration des Wasserkörpers, aus dem die Probe entnommen wurde) gespült.

Mit einem Planktonteiler erfolgte je nach Dichte der Probe eine Aufteilung in Unterproben bis zur maximalen Verdünnungsstufe von 64. Die Zählung wurde in einer Bogorov-Kammer unter der Stereolupe durchgeführt und dabei wurden alle Individuen der ersten Unterprobe erfasst. Insgesamt war es Ziel bei jeder Probe, wenn vorhanden, minimal 400 Individuen zu zählen. Um ein repräsentatives Ergebnis für die häufigen Taxa zu erzielen, wurde diese Zahl je nach Zusammensetzung erhöht. Wenn möglich wurden bei mindestens drei Taxa mindestens 100 Individuen gezählt. Dazu erfolgte die Analyse weiterer Unterproben, wobei sehr häufige Objekte, die schon ausreichend bei einer höheren Teilungsstufe erfasst worden waren, nicht mehr gezählt wurden. Zuletzt wurde die restliche Probe nach größe-

ren, weniger häufigen Individuen (z.B. Cnidaria, Ctenophora, Mysida oder Crangonidae) durchsucht. Dies erfolgte nach Möglichkeit für die ganze Probe, bei sehr dichten Proben oder Proben mit sehr viel Phytoplankton oder Detritus aber mindestens bis zu einer Viertel-Verdünnung.

Die Individuen wurden, soweit möglich, bis zur Art oder Gattung bestimmt, ansonsten erfolgte die Zuordnung zu einer höheren taxonomischen Ebene. Die Erfassung der Copepodit-Stadien bei den calanoiden Copepoda erfolgte in zwei Gruppen (I-III und IV-V), bei den adulten Tieren wurden Männchen und Weibchen unterschieden. Für *Paracalanus parvus* und *Pseudocalanus elongatus* wurden die Copepodit-Stadien zusammengefasst, da sie nur mit erhöhtem Aufwand zu unterscheiden sind.

Nach der Auswertung wurden die Unterproben wieder vereinigt und in die vorher aufgefangene Formaldehyd-haltige Fixierlösung überführt (Endkonzentration ca. 5 %).

2.4 Vermessungen, Biovolumen- und Biomasseabschätzungen

Die Vermessungen der zur Berechnung des Volumens notwendigen Dimensionen erfolgten in einer repräsentativen Probenauswahl, insbesondere an allen Proben jeweils eines Termins Mitte/Ende Juli und des kompletten Satzes der Station Norderney W1. War diese Station nicht vorhanden (Mai und Juni 2019) wurden entsprechend die vorhandenen und nächstliegenden Stationen verwendet. Von den häufig vorkommenden Taxa wurden mindestens 20 Individuen vermessen, von den weniger häufigen entsprechend ihres Anteils in der Probe. Individuen von nur sporadisch in einigen Proben vorkommenden Taxa wurden zusätzlich in weiteren Proben vermessen, so dass nach Analyse der gesamten Charge für jedes Taxon ein Biovolumen abgeschätzt werden konnte. Dazu wurden alle vermessenen Dimensionen eines Taxons bzw. eines Entwicklungsstadiums des Taxons gemittelt, um daraus das Volumen zu berechnen, das schließlich jedem Datensatz des Taxons bzw. Stadiums innerhalb der Probenserie zugeordnet wurde.

Darüber hinaus wurden, soweit möglich, weitere Biomasseabschätzungen vorgenommen. Das Frischgewicht wurde mit dem Faktor 1,05 aus dem Biovolumen berechnet. Mit Hilfe von taxonspezifischen Konversionsfaktoren (z.B. Postel et al. 2007, Omori 1969, Uye 1982) erfolgte anschließend die Abschätzung der Biomasse als Kohlenstoff und Trockengewicht (in mg pro m³) aus den Längenvermessungen bzw. als Anteil des Feuchtgewichtes oder Trockengewichtes. Diese Konversionsfaktoren wurden jedoch ausnahmslos in anderen Meeresgebieten bestimmt. Für die Kohlenstoffabschätzung lagen Faktoren für die meisten der gefundenen Copepoda (insbesondere Calanoida) sowie für die meroplanktischen Zoöa-Larven der Brachyura (Decapoda) vor.

3 Ergebnisse

3.1 Chemisch-physikalische Eigenschaften

Bei den Probenahmen 2018 und 2019 wurden im Zeitraum von März bis Oktober gleichzeitig die Parameter pH-Wert, Wassertemperatur und Salinität aufgenommen. An einigen Zeitpunkten und Stationen konnten diese Werte allerdings nicht erhoben werden.

Im Jahr 2018 variierten die gemessenen pH-Werte zwischen 7,65 (Jade W1 im März) und 8,71 (Borkum W1 im Mai) (Abbildung 3). An allen Standorten erreichte der pH-Wert jeweils im Mai ein Maximum und fiel im Juni wieder ab. Die Werte im Mai lagen zwischen 8,1 (Spiekeroog W1) und 8,71 (Borkum W1). Im weiteren Verlauf des Jahres bis Oktober waren die Schwankungen des pH-Werts gering und die Messwerte stiegen nie über 8,1. Insgesamt war der pH-Wert an den beiden Probenahmestellen Jade W1 und Spiekeroog W1 mit Werten zwischen 7,65 und 8,12 deutlich niedriger als an den übrigen Stationen (7,82 bis 8,71). An der Station Bork W1 fiel der pH-Wert in den Herbstmonaten etwas stärker ab.

Die pH-Messwerte aus dem Jahr 2019 sind Abbildung 4 zu entnehmen. Auffallend ist die große Schwankungsbreite, vor allem an der Station Spiekeroog W1, und dass weder ein zeitlicher Verlauf noch deutliche Unterschiede zwischen den Stationen erkennbar waren. Der höchste und niedrigste Wert wurde mit 8,66 (im September 2019) bzw. 7,62 (August 2019) jeweils an der Station Spiekeroog W1 gemessen.

Die Messungen der Wassertemperatur von März bis Oktober 2018 sind in Abbildung 5 dargestellt und zeigten an den einzelnen Messstationen einen ähnlichen Verlauf. Die Temperaturen befanden sich in einem Bereich zwischen 0,4°C (Borkum W2 im März) und 20,6 °C (WuKu W2 im August).

An der Station WuKu W2 zeigte sich ein stetiger Anstieg bis August mit einer anschließenden Verringerung der Temperaturen in den Herbstmonaten September und Oktober. Der Verlauf an den übrigen Stationen zeigte ebenfalls einen Anstieg bis August mit etwas niedrigeren Werten im Juli und deutlich kühleren Wassertemperaturen im September und Oktober.

Im Jahr 2019 wurden die höchsten Wassertemperaturen ebenfalls in den Sommermonaten gemessen, sie zeigten jedoch keinen so gleichmäßigen Verlauf wie im Jahr 2018, sondern waren stärkeren Schwankungen unterworfen. Im Frühjahr stiegen die Wassertemperaturen bis Juli an, variierten bis September zwischen knapp über 15°C und etwas über 22°C und nahmen im Herbst deutlich ab. Insgesamt lagen die Temperaturen an den Messstationen zwischen 5,8 und 22,6°C, wobei die niedrigsten Temperaturen jeweils bei der Beprobung im März gemessen wurden. Die Höchstwerte wurden jeweils Ende Juli bzw. Anfang August erreicht. Nur an der Probenahmestelle Jade W1 wurde die Höchsttemperatur erst Ende August erreicht. Die erhobenen Daten sind in Abbildung 6 graphisch dargestellt.

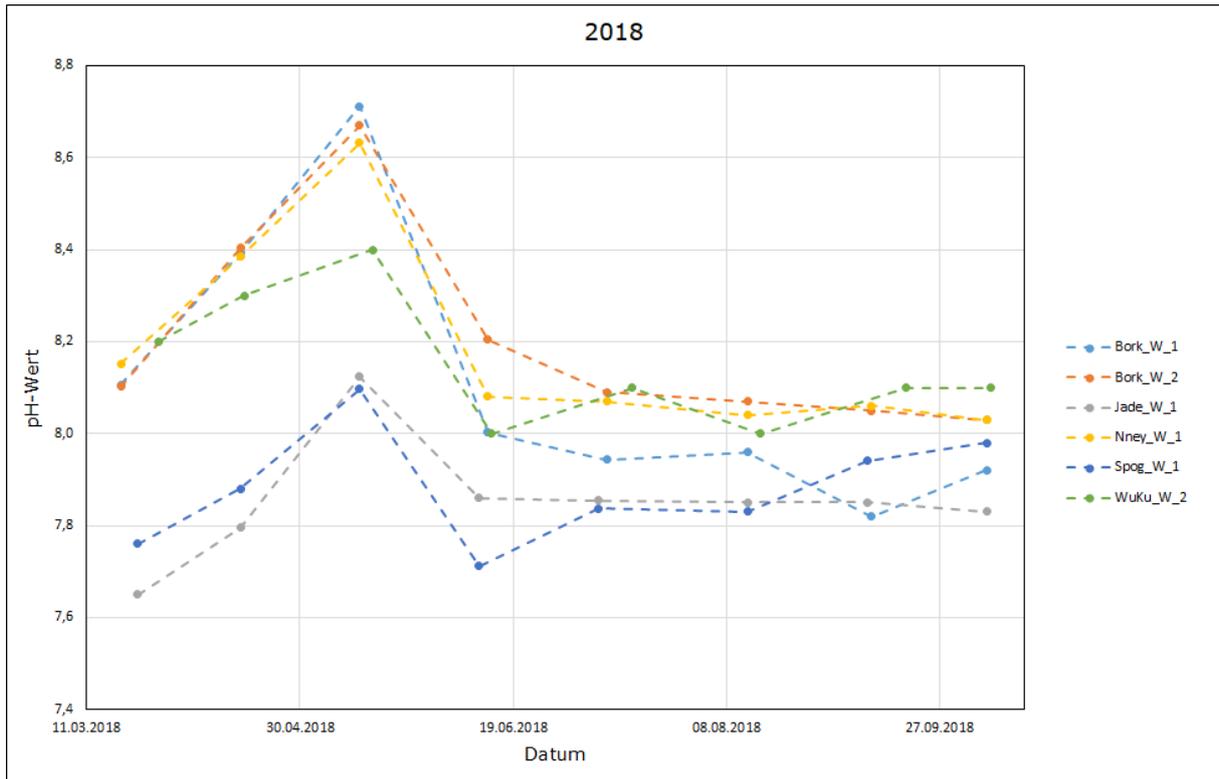


Abbildung 3: pH-Wert an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2018.

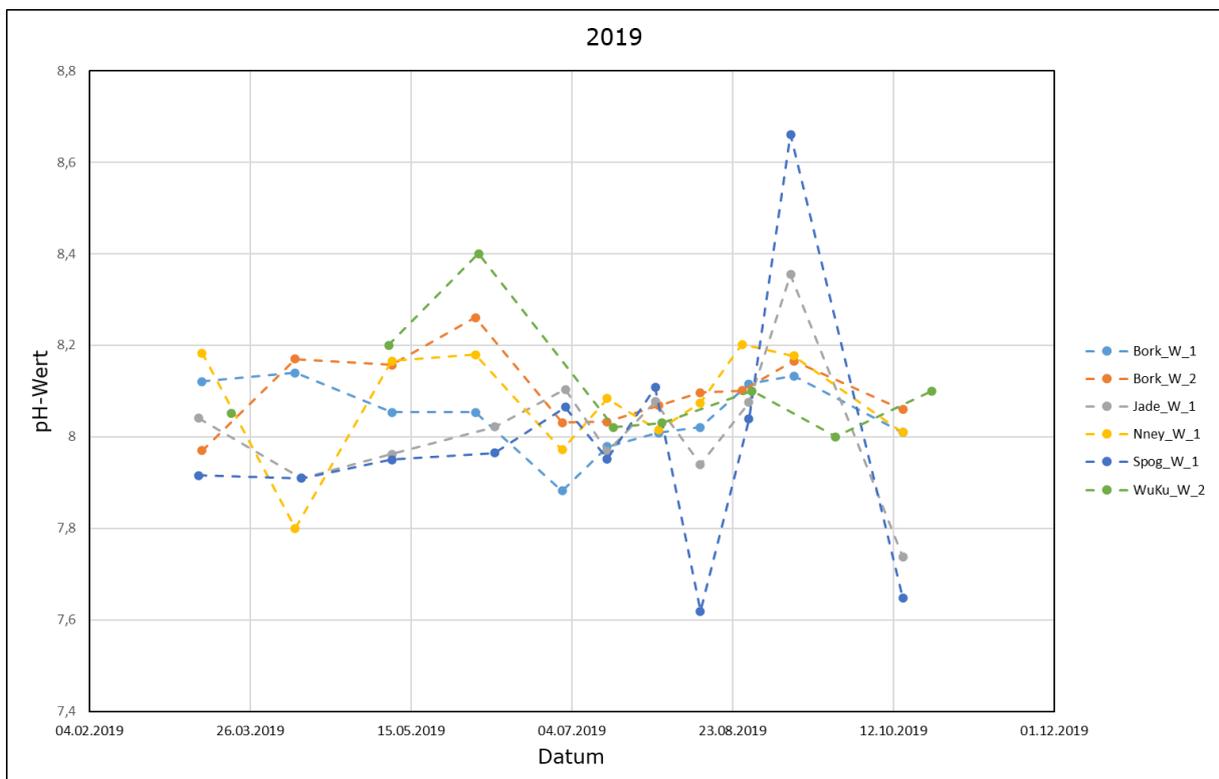


Abbildung 4: pH-Wert an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2019.

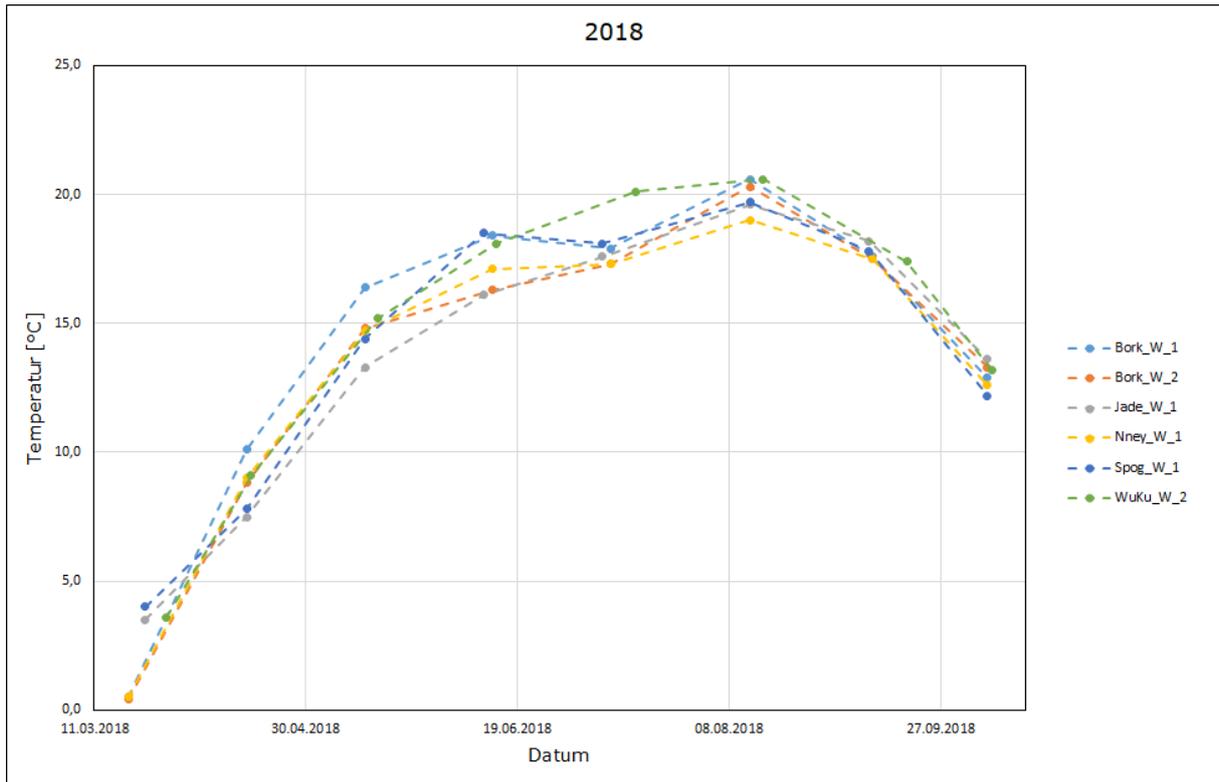


Abbildung 5: Temperatur an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2018.

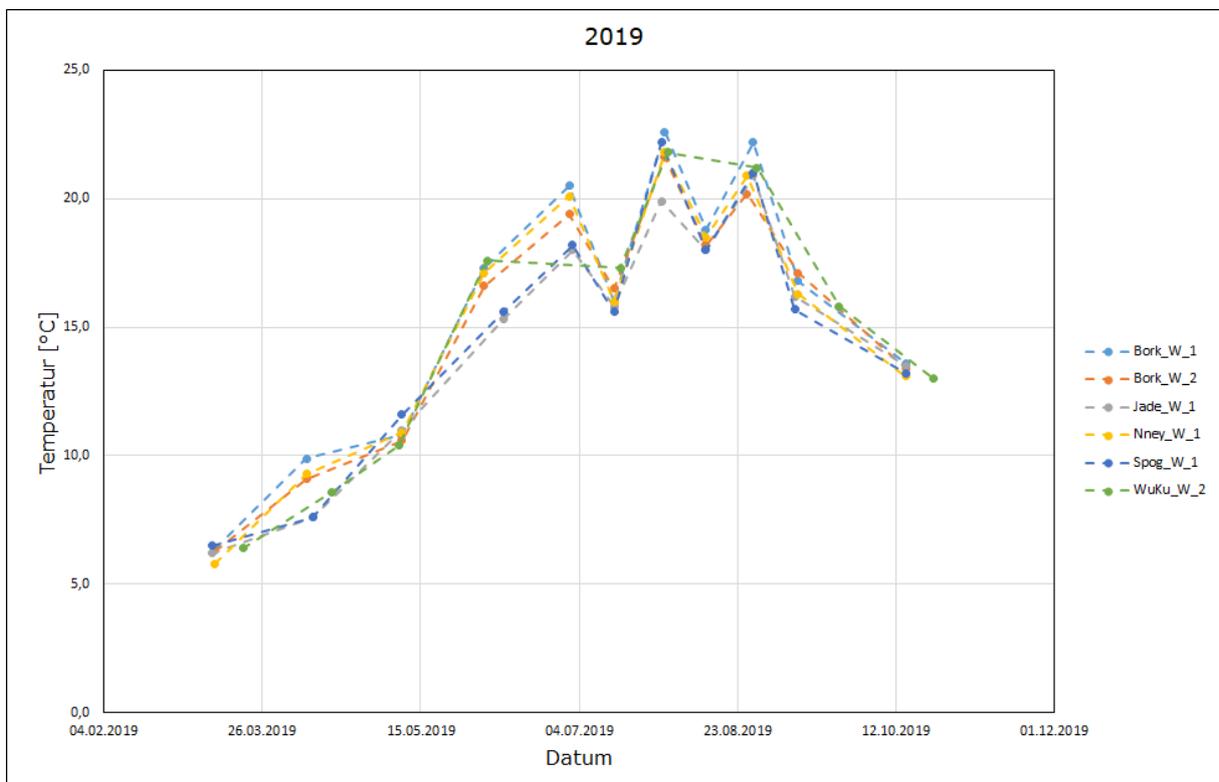


Abbildung 6: Temperatur an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2019.

Die gemessene Salinität im Jahr 2018 wird in Abbildung 7 dargestellt. Der Verlauf von März bis Juli an den Messstationen Borkum W2, Norderney W1, Spiekeroog W1 und Jade W1 ähnelte sich stark und zeigte nur geringe Schwankungen mit Höchstwerten in den Herbstmonaten. Hier variierte die Salinität zwischen 30,22 (Borkum W2 im Mai) und 35,96 (Borkum W2 im Oktober). An der Station Wurster Watt W2 wurden die niedrigsten Werte gemessen. Nachdem die Salinität hier im März 26,2 betrug, fiel der Wert im Mai deutlich ab auf einen Wert von 22,3 und nahm im Lauf eines Monats wieder stark zu auf einen Wert von 29,2. Dies ist jedoch damit zu erklären, dass zum Probenahmezeitpunkt im Mai die Probe aus technischen Gründen bereits bei mittlerer Tide genommen werden musste, was zu einem starken Einfluß des Süßwassers aus der Weser geführt hat. Bis Oktober zeigte sich ein leichter Anstieg und die Salinität lag von August bis Oktober jeweils über 30. An der Station Borkum W1 variierte der Salzgehalt von März bis Juni 2018 zwischen 27,2 und 28,25 und stieg im Mai auf einen Wert von 30,18. Bis Oktober erfolgte ein weiterer Anstieg der Salinität bis auf 34,61.

Die Messungen der Salinität im Jahr 2019 (Abbildung 8) zeigten keinen gleichmäßigen zeitlichen Verlauf wie im Jahr 2018. Auffallend war der etwas höhere Salzgehalt an der Station Wurster Watt W2 im Vergleich zum Jahr 2018 und die zunächst geringe Salinität von 24,88 an der Messstation Borkum W1, die im Lauf des Jahres aber zunahm. Die geringe Salinität an der Station Borkum W1 ist auch in diesem Falle mit dem Probenahmezeitpunkt zu erklären, da die Probe im Mai aus technischen Gründen bereits bei mittlerer Tide genommen werden musste, was zu einem starken Einfluß des Süßwassers aus der Ems geführt hat. Insgesamt lagen die Werte der gemessenen Salinität zwischen 24,66 und 33,93.

An den Stationen Norderney W1 (N1, euhalines offenes Küstengewässer), Jade W1 (N1) und Spiekeroog W1 (N2, euhalines Wattenmeer) ist aufgrund der Typisierung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie eine Salinität >30 zu erwarten. Für die Stationen Borkum W1 (N3, polyhalines offenes Küstengewässer), Borkum W2 (N4, polyhalines Wattenmeer) und Wurster Watt W2 (N3/N4) soll die Salinität laut Typisierung zwischen 18 und 30 liegen. Die rote Linie in den Abbildungen 7 und 8 markiert die definierte Salinitätsgrenze zwischen den eu- und polyhalinen Wasserkörpern.

Die Stationen Norderney W1, Jade W1 und Spiekeroog W1 können aufgrund der erhobenen Daten tatsächlich den euhalinen Gewässern zugeordnet werden. Hier lag der Salzgehalt in den Monaten März bis Juli durchgehend bei über 30. Sehr ähnliche Werte zeigte auch die Station Borkum W2, die eigentlich als polyhalines Gewässer eingestuft wurde, deren Salzgehalt jedoch fast immer über 30 lag. Auch die beiden Stationen Borkum W1 und WuKu W2 wiesen teilweise eine Salinität von über 30 auf, vor allem in der zweiten Jahreshälfte.

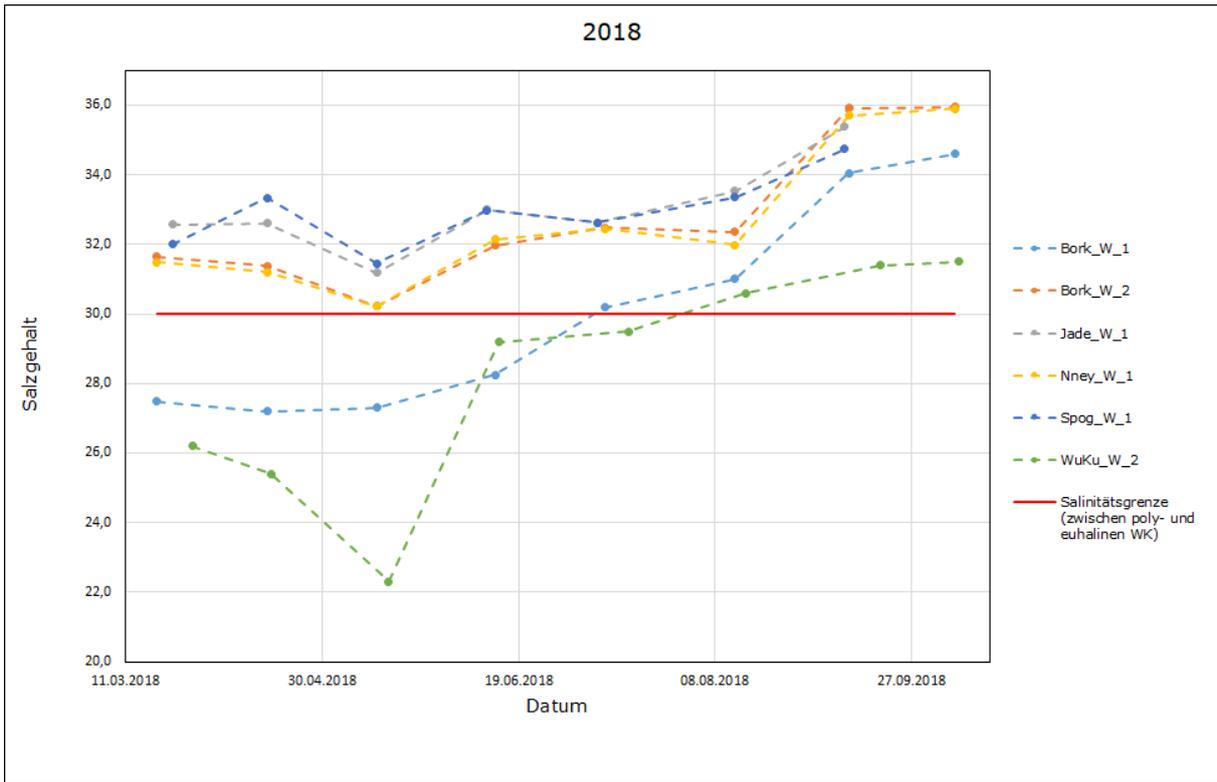


Abbildung 7: Salinität an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2018.

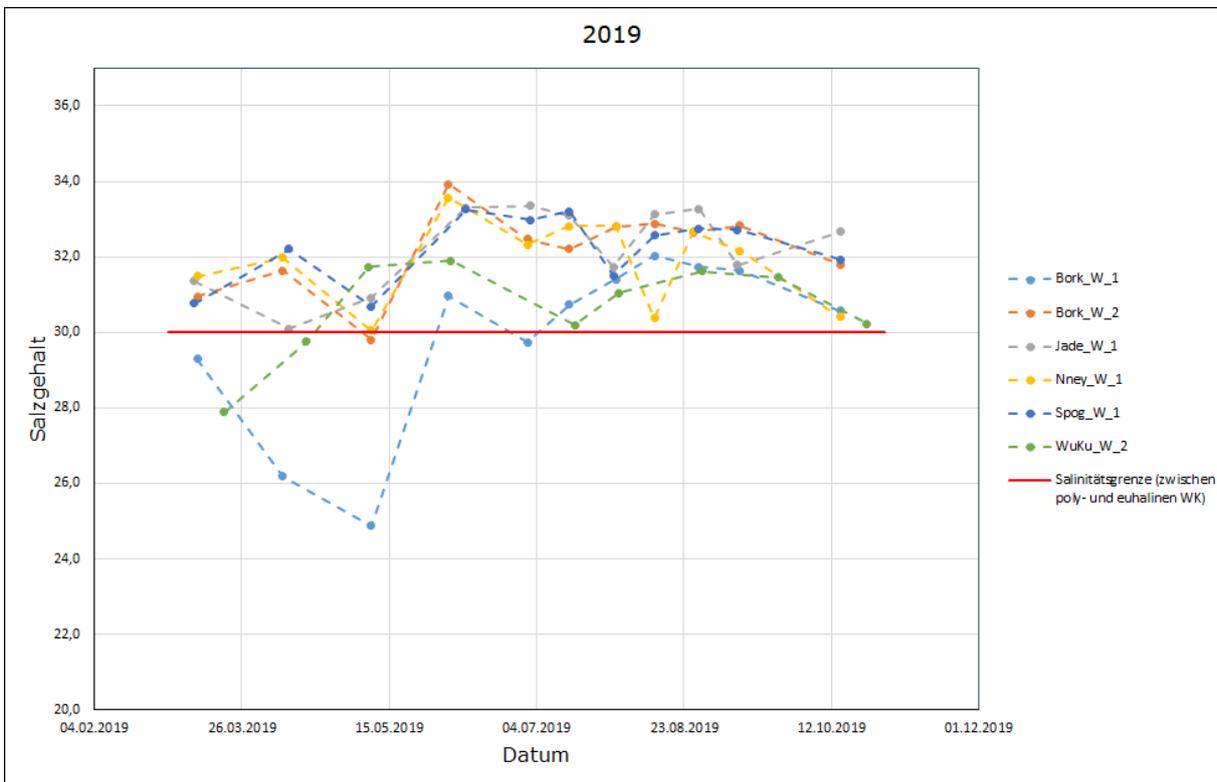


Abbildung 8: Salinität an den untersuchten Standorten über den Probenahmezeitraum 2019.

3.2 Artenzusammensetzung

Während der Zooplanktonuntersuchungen in den Jahren 2018 und 2019 (jeweils von März bis Oktober, jeweils an 6 Stationen) wurden entlang der niedersächsischen Küste insgesamt 112 verschiedene Taxa mit teilweise unterschiedlichen Entwicklungsstadien nachgewiesen. Die Gesamtliste mit einer Übersicht der Individuendichten an den verschiedenen Stationen und Zeitpunkten der Probenahme können dem Anhang (für 2018 Tabelle 4, ab Seite 141, und für 2019 Tabelle 5, ab Seite 153) entnommen werden.

Die gefundenen Taxa stammten aus 21 verschiedenen Stämmen und 31 Klassen. Die aktuelle taxonomische Nomenklatur ist sehr viel feingliederiger aufgeteilt. So gibt es beispielsweise auch „Überklasse“, „Unterklasse“, „Infraklasse“ etc. Diese Einteilungen sind jedoch nicht für alle Stämme durchgehend einheitlich. Deshalb wurden in den Grafiken im Ergebnisteil der Übersichtlichkeit halber für eine Einteilung teilweise zwei Ebenen gewählt, die keine offizielle taxonomische Bezeichnung darstellen. Sowohl in „Kategorie“ als auch in „Gruppe“ kommen Namen verschiedenster Ebenen der aktuellen taxonomischen Klassifizierung vor. Die Bezeichnungen orientieren sich eher an der klassischen Einteilung.

Die in Bezug auf die Individuendichte (Abundanz) häufigste, regelmäßig über das gesamte Untersuchungsgebiet vorkommende Gruppe waren die Copepoda (Ruderfußkrebse), in diesem Fall vor allem die calanoiden Copepoda, mit ihren unterschiedlichen Entwicklungsstadien (Nauplius, Copepodit, Adult). Sie gehören zum Holoplankton, also den Organismen, die ihren gesamten Lebenszyklus als Plankton im Freiwasser verbringen. Weitere häufig und weit verbreitete Vertreter dieser Komponente waren die Appendicularia (eine Klasse der Manteltiere) mit den Arten *Oikopleura dioica* und *Fritillaria borealis*. Vereinzelt und sporadisch kamen weitere verschiedene Taxa der Crustacea (Krebse) beispielsweise aus den Gruppen der Mysida (Schwebegarnelen) und Phyllozoa (Blattfußkrebse) vor, sowie Chaetognatha (Pfeilwürmer) und Ctenophora (Rippenquallen).

Beim Meroplankton, das nur einen Teil seines Lebenszyklus als freischwimmendes Plankton verbringt, konnten vor allem die Larven bzw. Juvenilstadien von Polychaeta (Vielborstenwürmer), Bivalvia (Muscheln) und Gastropoda (Schnecken) sowie die Larven der Cirripedia (Rankenfußkrebse, zu denen auch die Seepocken gehören) häufig gefunden werden. Vereinzelt kamen Larven von Bryozoa (Moostierchen), Echinodermata (Stachelhäuter) und Decapoda (Zehnfußkrebse) vor.

Häufig (teilweise in großen Dichten) und regelmäßig konnten außerdem Foraminifera, Gehäuse tragende Protozoen, gefunden werden. Es gibt in dieser Gruppe einige planktisch lebende Formen, die Mehrzahl lebt jedoch benthisch, kann aber ins Freiwasser aufgewirbelt werden. Eine detaillierte Artbestimmung konnte hier mit der Stereolupe nicht vorgenommen werden.

3.3 Saisonale Verbreitung (Abundanz)

3.3.1 Borkum W1

An der Messstation Borkum W1, die sich zentral vor der Emsmündung befindet (Abbildung 1), lagen die erhobenen Zooplankton-Abundanzen zwischen 1.806 und 22.147 Ind. \cdot m⁻³, wobei die Schwankungsbreite im Jahr 2019 etwas höher war und auch insgesamt eine höhere Abundanz erreicht wurde als im Jahr 2018. Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen die Häufigkeiten und Abundanzanteile an dieser Station.

Die Gesamtabundanz startete in beiden Jahren mit einem relativ hohen Wert im März und verringerte sich bis April. Die Höchstwerte wurden 2018 im Mai (18.590 Ind. \cdot m⁻³) und 2019 im Juli (22.147 Ind. \cdot m⁻³) erreicht und in der zweiten Jahreshälfte bis Oktober traten jeweils deutlich niedrigere Gesamtabundanzen auf.

Die Gruppe der Crustacea war zu allen Probezeitpunkten dominierend, mit Ausnahme der Probe im September 2018, in der die Protozoa (Foraminifera) noch häufiger gefunden wurden. Bei der Probenahme im Mai 2018 waren die Mollusca-Larven auffallend häufig repräsentiert, während sie in den übrigen Monaten nur einen sehr kleinen Teil der Gesamtabundanz ausmachten. Im gesamten Probenahmezeitraum war auch die Gruppe der Annelida relativ häufig vertreten, vor allem in der Probe vom März 2019.

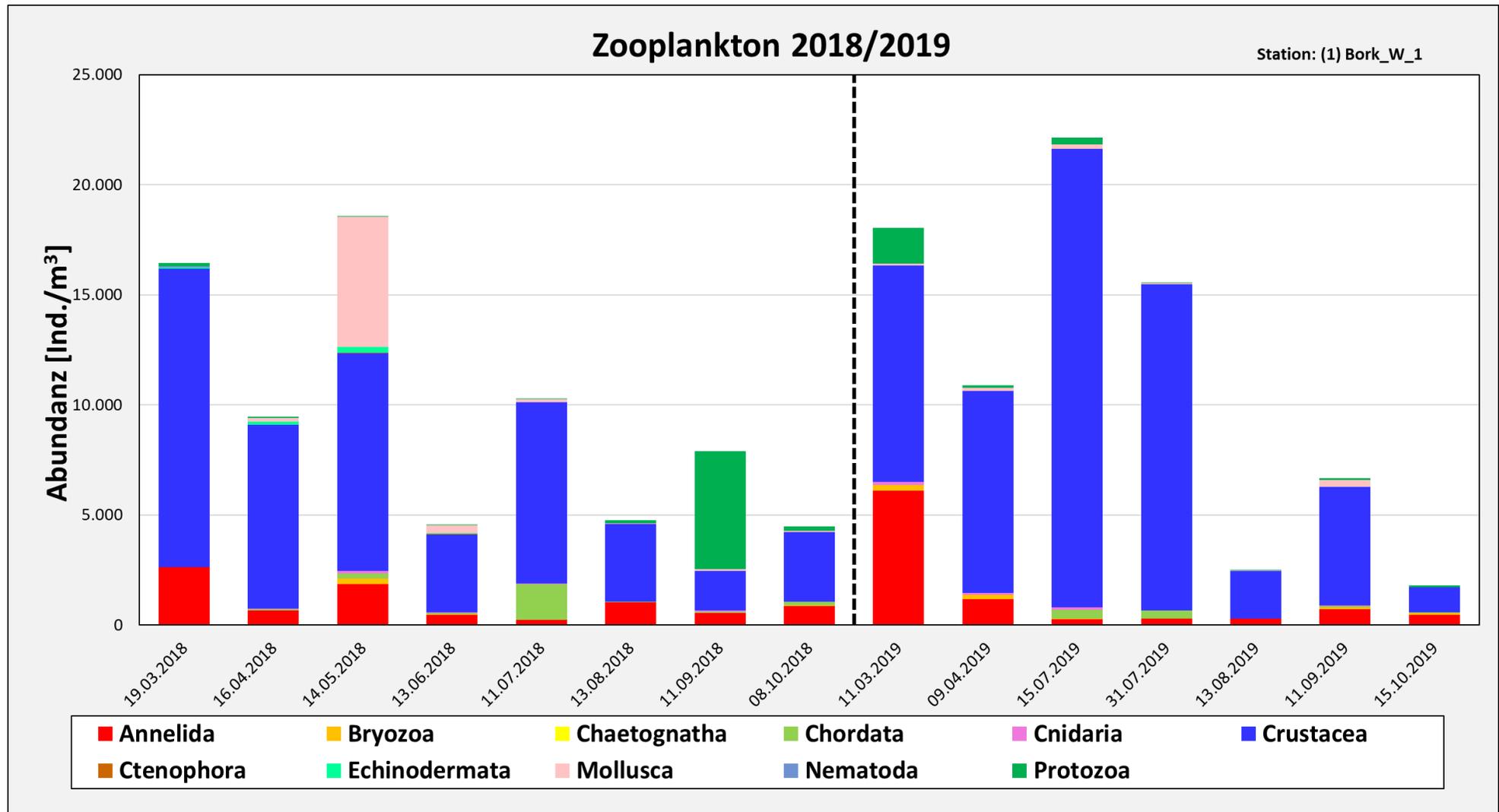


Abbildung 9: Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 für 2018 und 2019.

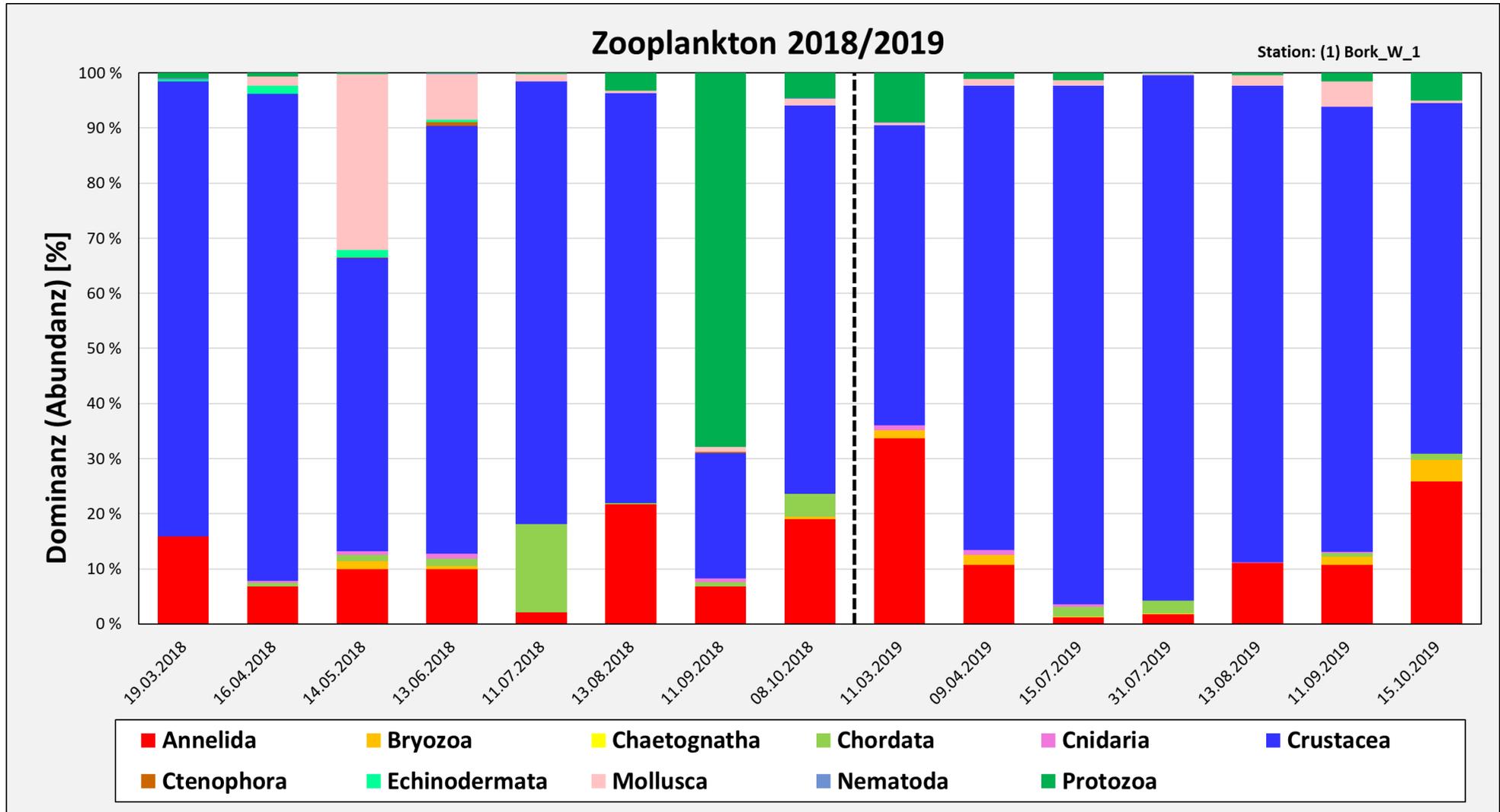


Abbildung 10: Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 für 2018 und 2019.

3.3.2 Borkum W2

Die Station Borkum W2 liegt nördlich der Station Borkum W1 zwischen der Insel Borkum und Memmert (Abbildung 1). Die Abundanzen und Abundanzanteile der verschiedenen Großgruppen des Zooplanktons sind in Abbildung 11 und Abbildung 12 dargestellt.

Die Gesamtabundanzen an der Messstelle Borkum W2 lagen größtenteils zwischen 2.289 und 18.090 Ind. \cdot m⁻³, wobei außerdem ein besonders hoher Maximalwert von 32.781 Ind. \cdot m⁻³ im Juli 2019 erreicht wurde. Im Jahr 2018 stieg die Abundanz bis zum Sommer kontinuierlich an und wurde ab dem Monat August wieder geringer. Im Jahr darauf konnte kein solcher Verlauf festgestellt werden. Die Gesamtabundanzen schwankten im Allgemeinen nur wenig mit Individuendichten in einem Bereich von etwa 8.000 bis 11.000 Ind. \cdot m⁻³, mit Ausnahme des sehr hohen Wertes im Juli und einem Minimum von 2.289 Ind. \cdot m⁻³ im September.

Wie an der Station Borkum W1 war auch hier die Gruppe der Crustacea zu fast jedem Zeitpunkt am häufigsten. Nur im Mai 2018 waren Mollusca- und Echinodermata-Larven ebenfalls relativ häufig zu finden. Im Folgemonat machten die Echinodermata-Larven bereits einen geringeren Teil des Zooplanktons aus und kamen in allen übrigen Proben gar nicht mehr vor. Die Mollusca-Larven dagegen traten in beiden Jahren immer wieder in kleinen Anteilen an der Gesamtabundanz auf.

Vor allem im Jahr 2018 waren auch die Chordata relativ häufig vertreten mit den Arten *Fritillaria borealis*, *Oikopleura dioica* und *Branchiostoma lanceolatum*. Die Gruppe der Protozoa (Foraminifera) kamen ab der zweiten Jahreshälfte 2018 und 2019 über alle Probenahmezeitpunkte vor. Ebenfalls traten das ganze Jahr über Annelida (Polychaeta-Larven) relativ häufig auf. Individuen aus der Gruppe der Cnidaria kamen lediglich im März 2019 in nennenswerten Anteilen vor, in den übrigen Proben dagegen nur sporadisch.

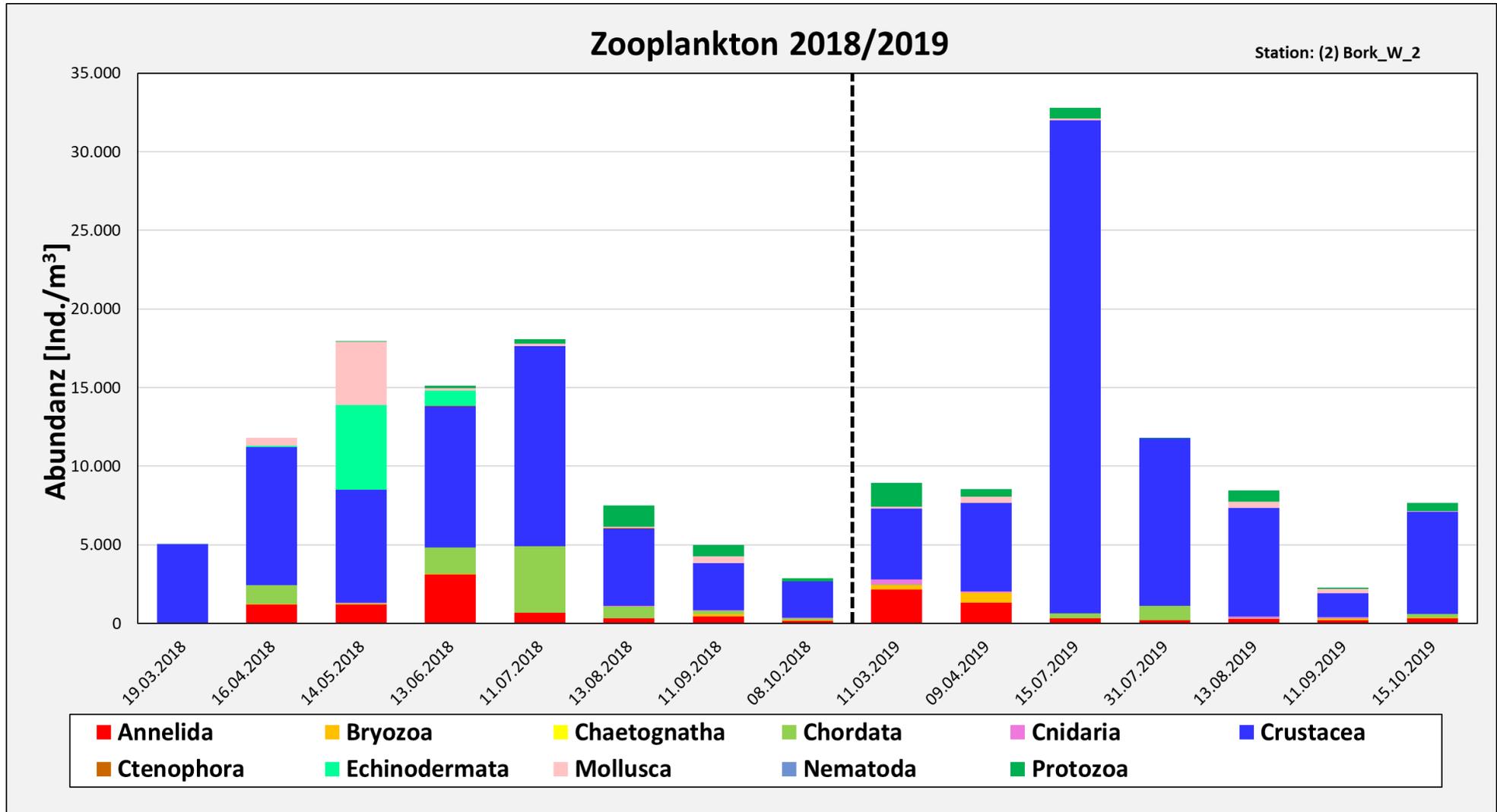


Abbildung 11: Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 für 2018 und 2019.

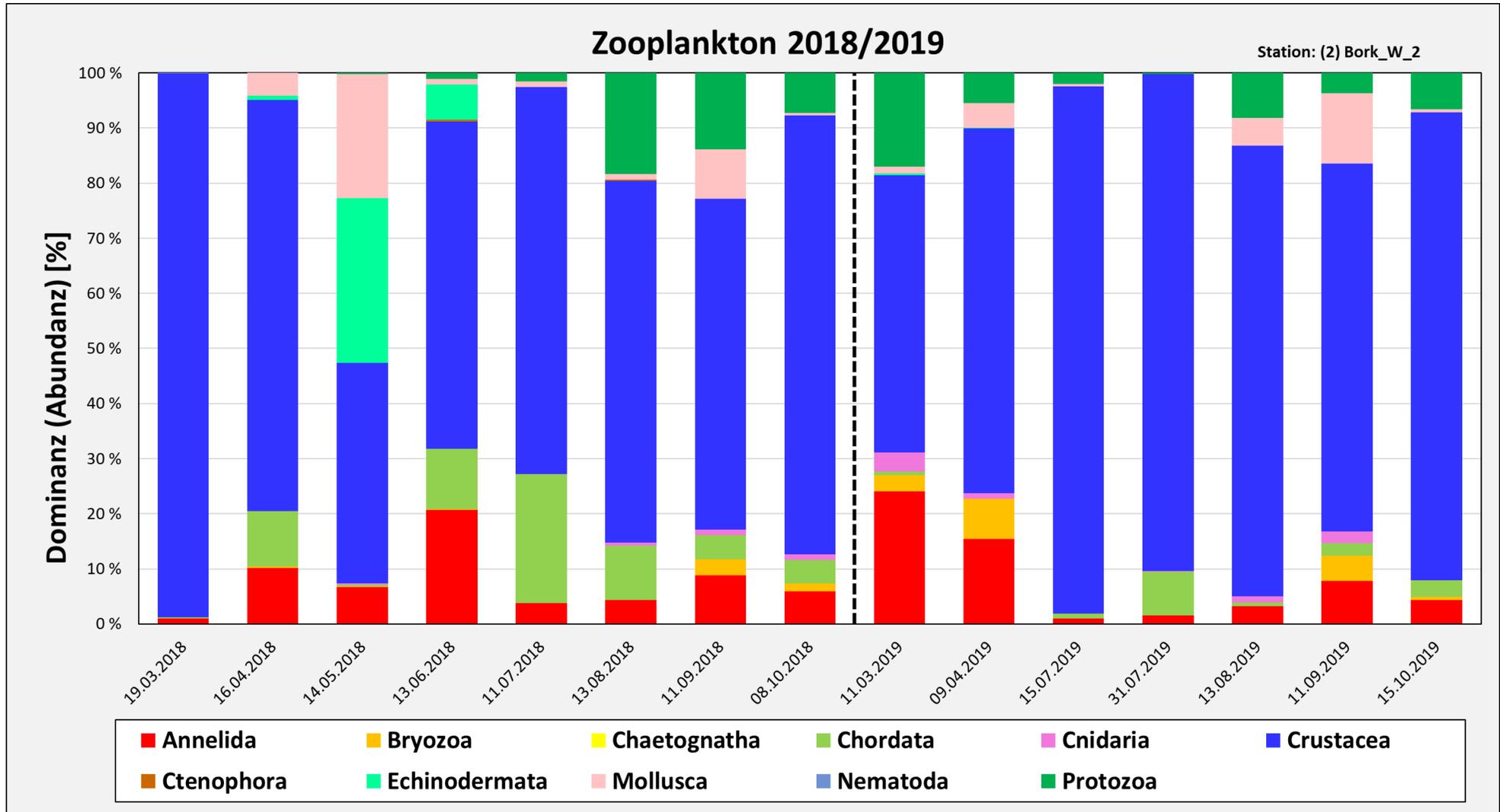


Abbildung 12: Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 für 2018 und 2019.

3.3.3 Norderney W1

Die Ergebnisse der Station Norderney W1, die sich westlich der Insel befindet (Abbildung 1), zeigen Abbildung 13 und Abbildung 14.

An der Probenahmestelle Norderney W1 verlief die Entwicklung der Gesamtabundanz in den beiden beprobten Jahren ähnlich. Es zeigte sich zunächst ein Anstieg in der Individuendichte von März bis April, wobei sich die Gesamtabundanz im Jahr 2018 im Mai zunächst wieder verringerte. Im Juli wurde in beiden Jahren jeweils das Maximum von $109.640 \text{ Ind.}\cdot\text{m}^{-3}$ (2018) bzw. $71.090 \text{ Ind.}\cdot\text{m}^{-3}$ (2019) erreicht. Im Verlauf der weiteren Probenahmen bis Oktober waren die Werte eher gering mit einem Minimum im September in beiden Jahren.

Auch an dieser Station waren die Crustacea meistens die dominierende Gruppe. Ähnlich häufig kamen Annelida (Polychaeta-Larven) im April 2019 vor und im März 2019 machten die Protozoa (Foraminifera) den Großteil des Zooplanktons aus. Beide Gruppen waren über den gesamten Probenahmezeitraum in nennenswerten Anteilen vertreten. Auffallend war außerdem der erhöhte Anteil an Mollusca- und Echinodermata-Larven im Mai 2018. Einige Individuen der Echinodermata wurden auch einen Monat später im Juni 2018 erfasst, waren jedoch in allen übrigen Proben nicht mehr vorhanden. Die Gruppe der Chordata mit den Arten *Fritillaria borealis*, *Oikopleura dioica* und *Branchiostoma lanceolatum* machten im Jahr 2018 einen Teil der Individuendichte aus.

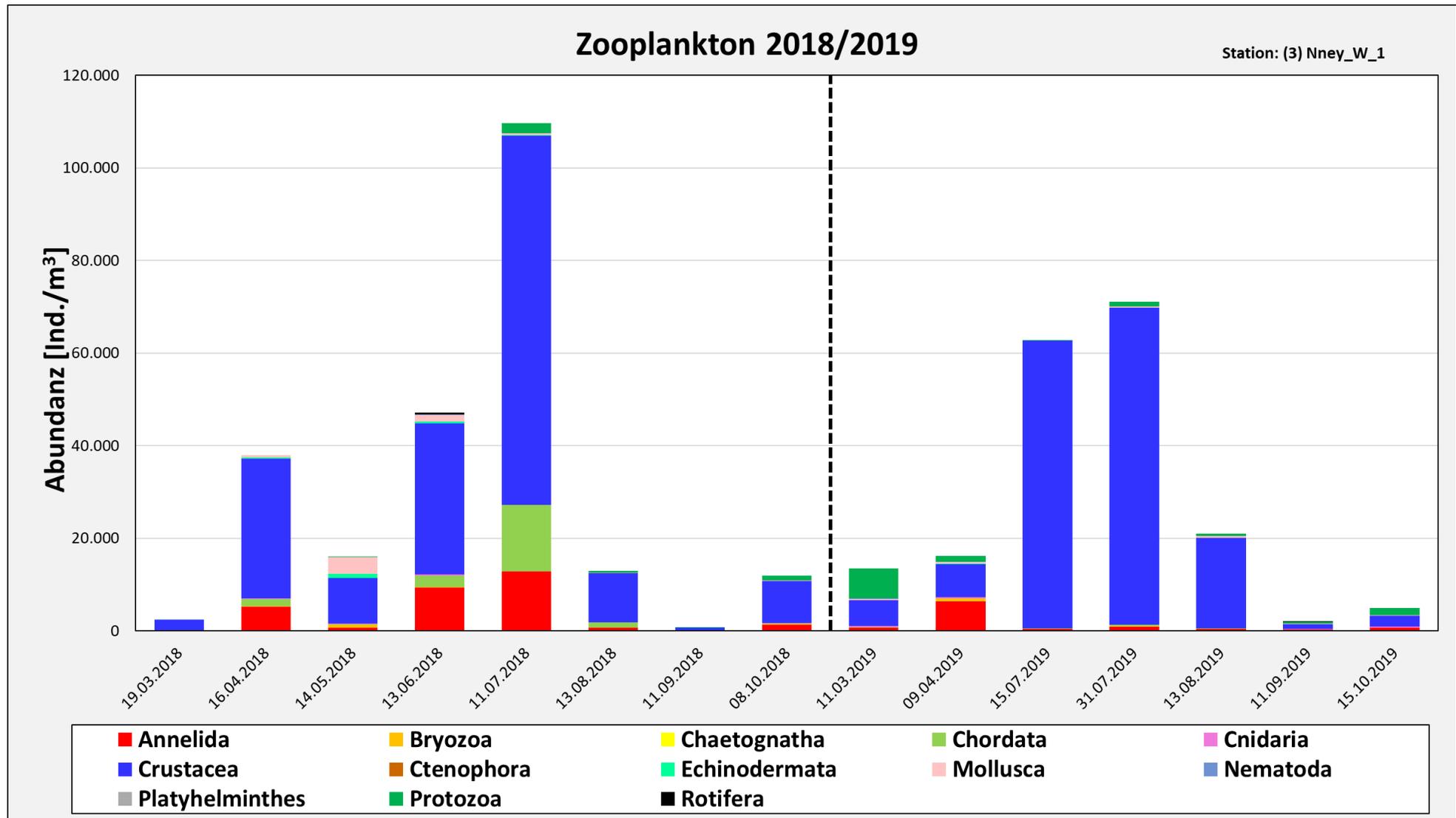


Abbildung 13: Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 für 2018 und 2019.

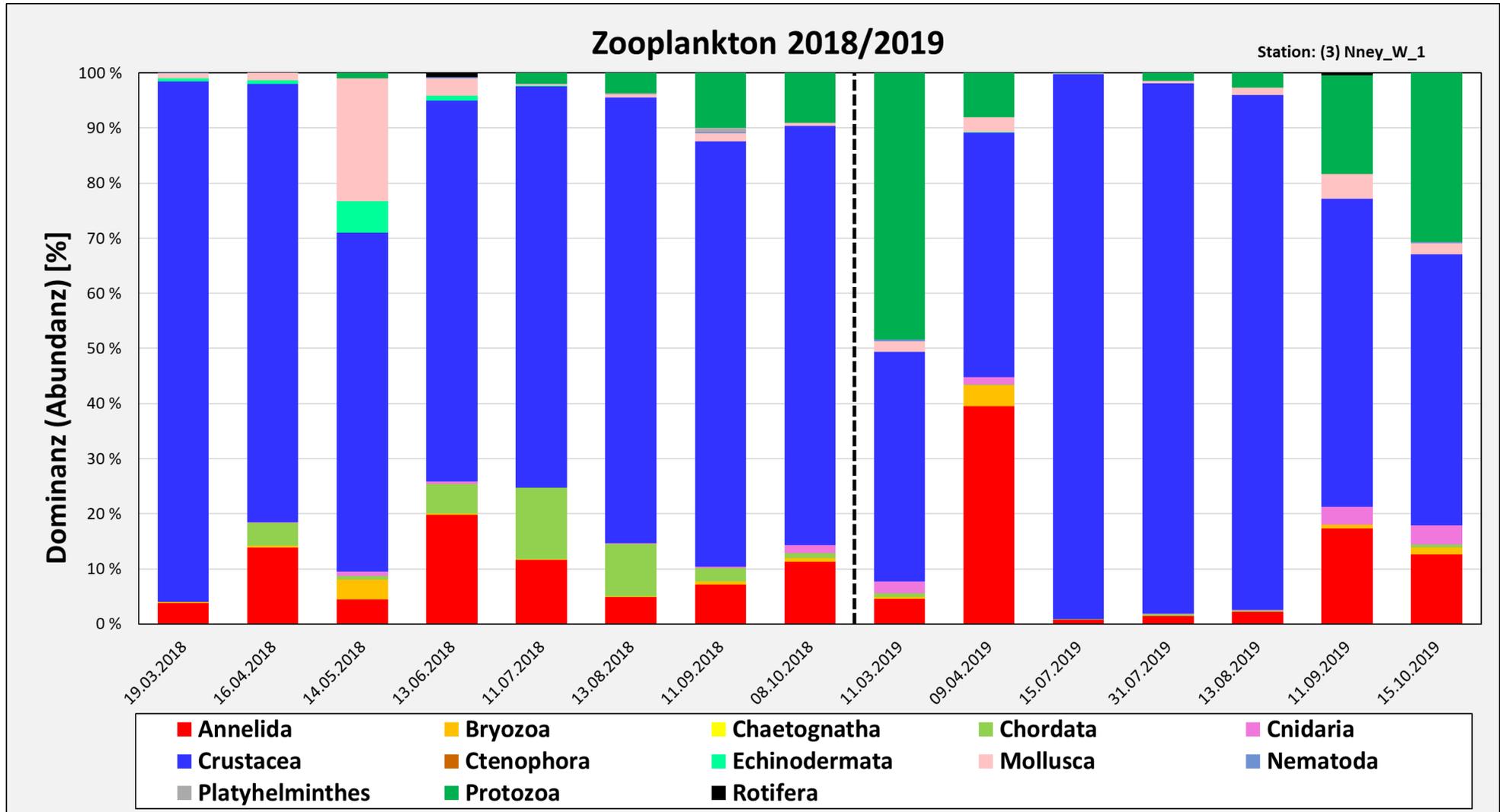


Abbildung 14: Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 für 2018 und 2019.

3.3.4 Spiekeroog W1

Die Ergebnisse der Zooplankton-Untersuchungen an der Station Spiekeroog W1, die zwischen den Inseln Spiekeroog und Wangerooge liegt (Abbildung 1), sind in Abbildung 15 und Abbildung 16 zusammengefasst.

An der Station Spiekeroog W1 stieg die Gesamtabundanz im Jahr 2018 zuerst an, erreichte im Mai und Juni ein Maximum von ca. 50.000 Ind. \cdot m⁻³ und verringerte sich danach bis September. Im Oktober 2018 war die Abundanz wieder etwas höher als im Monat zuvor. Die Entwicklung der Individuendichte zeigte im Jahr 2019 einen ähnlichen Verlauf, nur wurde der Höchstwert von 69.884 Ind. \cdot m⁻³ erst im Juli erreicht. Insgesamt lagen die Werte an der Probenahmestelle Spiekeroog W1 zwischen 1.799 und 69.884 Ind. \cdot m⁻³.

Meistens machte auch hier die Gruppe der Crustacea den größten Anteil des Zooplanktons aus. Die einzige Ausnahme war die Beprobung im September 2019, bei der die Protozoa (Foraminifera) die dominierende Gruppe waren, korreliert mit viel aufgewirbeltem Sediment in der Probe. Im Jahr 2018 stieg die Abundanz der Polychaeta-Larven im Frühjahr an, erreichte im Juni ein Maximum und verringerte sich in den Herbstmonaten wieder. Im darauffolgenden Jahr waren die Abundanzen der Annelida insgesamt deutlich geringer als 2018 und erreichten in den Monaten von März bis Mai die höchsten Werte. Mollusca-Larven kamen ebenfalls in nennenswerten Anteilen vor, vor allem im Mai und Juni 2018 sowie im Mai und September 2019. Die Gruppe der Chordata machte im Jahr 2018 häufig einen nennenswerten Anteil des Zooplankton aus, außerdem im Juli 2019.

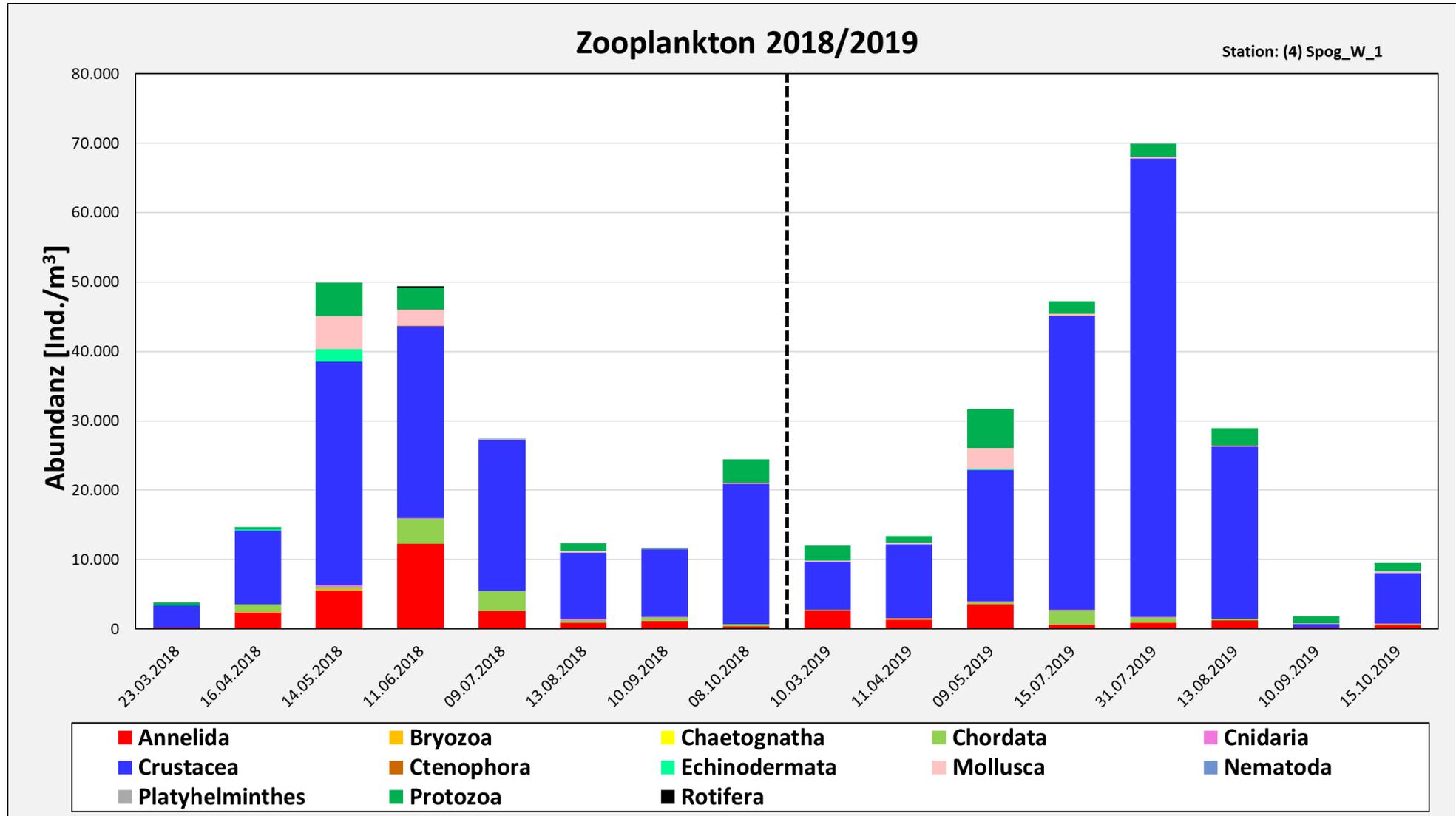


Abbildung 15: Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekerrog W1 für 2018 und 2019.

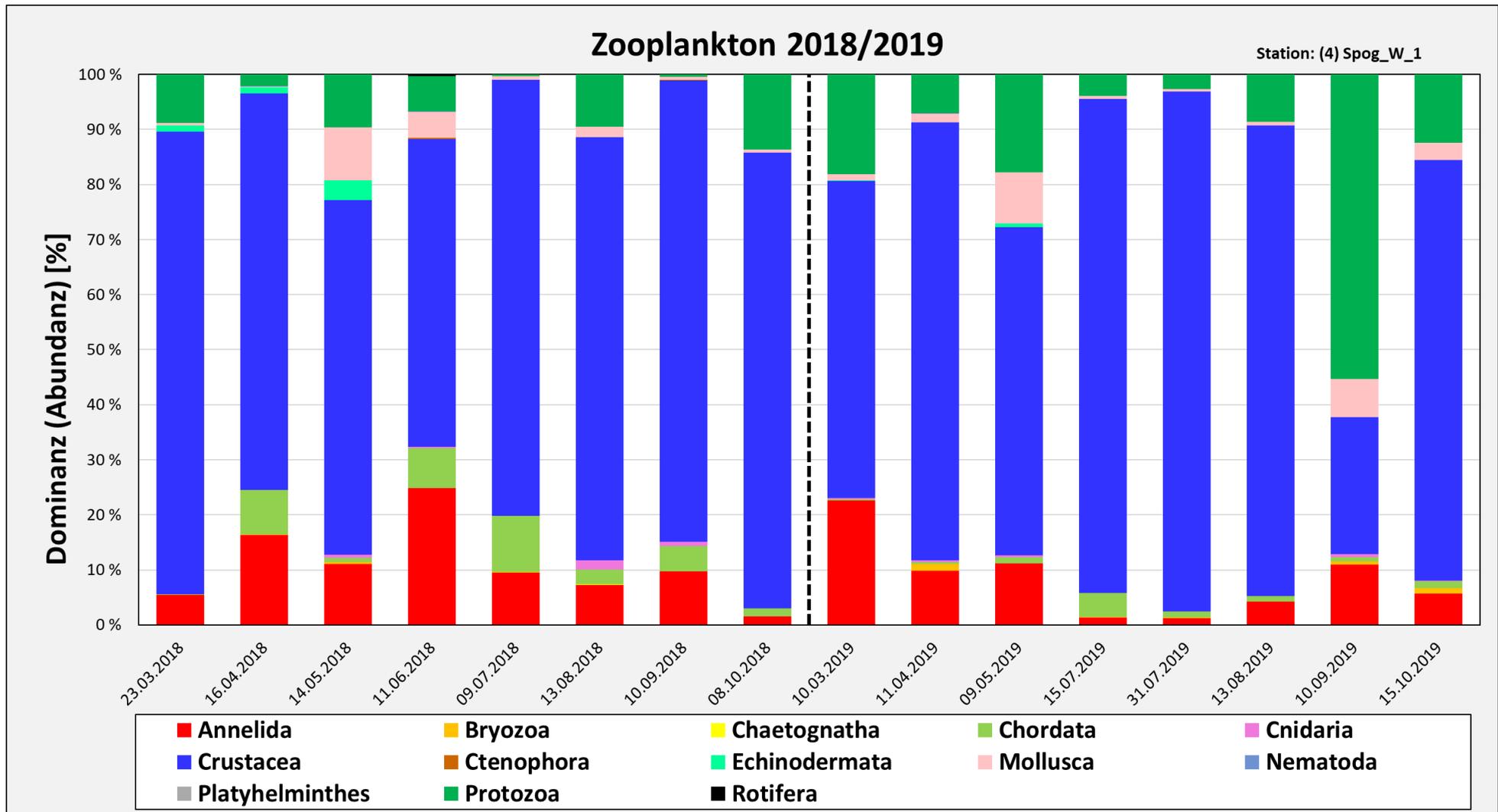


Abbildung 16: Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekerrog W1 für 2018 und 2019.

3.3.5 Jade W1

Die Ergebnisse der Beprobungen an der Station Jade W1, die im Jedefahrwasser zwischen der Insel Mellum und dem Festland liegt, können Abbildung 17 und Abbildung 18 entnommen werden.

An der Messstation Jade W1 waren die Gesamtabundanzen im Jahr 2018 mit Werten zwischen 2.170 und 29.090 Ind. \cdot m⁻³ deutlich niedriger und wiesen eine geringere Schwankungsbreite auf als im Jahr 2019 (870 - 52.860 Ind. \cdot m⁻³). In beiden Jahren zeigte sich ein sehr klarer Verlauf mit einem Anstieg der Abundanz in den Sommermonaten und den Maximalwerten im Juni 2018 bzw. Juli 2019. Anschließend verringerte sich die Individuendichte und stieg in beiden Jahren im Oktober nochmals leicht an.

Die Crustacea machten auch an diesem Standort den größten Teil der Gesamtabundanz aus, allerdings waren in einigen Monaten andere Individuen-Gruppen dominierend. Im September 2019 stellten die Protozoa (Foraminifera) die häufigste Gruppe dar, wobei zu diesem Zeitpunkt die Individuendichte insgesamt sehr gering war. Die Protozoa kamen bei allen Probenahmen ähnlich häufig vor, der Anteil an der Gesamtabundanz schwankte jedoch erheblich und war vor allem jeweils im September und Oktober sowie im April 2018 und März 2019 relativ hoch. Die Gruppe der Chordata erreichte im Juni 2016 ein Maximum und war auch im Juli 2018 sowie im Juli und August 2019 relativ häufig vertreten. Auch in den übrigen Proben der beiden Jahre machte diese Gruppe einen nennenswerten Anteil der Gesamtabundanzen aus. Mollusca-Larven kamen eher sporadisch vor, waren aber jeweils im Mai auffallend häufig vorhanden. Die Abundanzen der Annelida waren in den Sommermonaten 2018 und in der ersten Jahreshälfte 2019 am höchsten und stellten zu fast allen Zeitpunkten einen nennenswerten Anteil an der Gesamtabundanz dar.

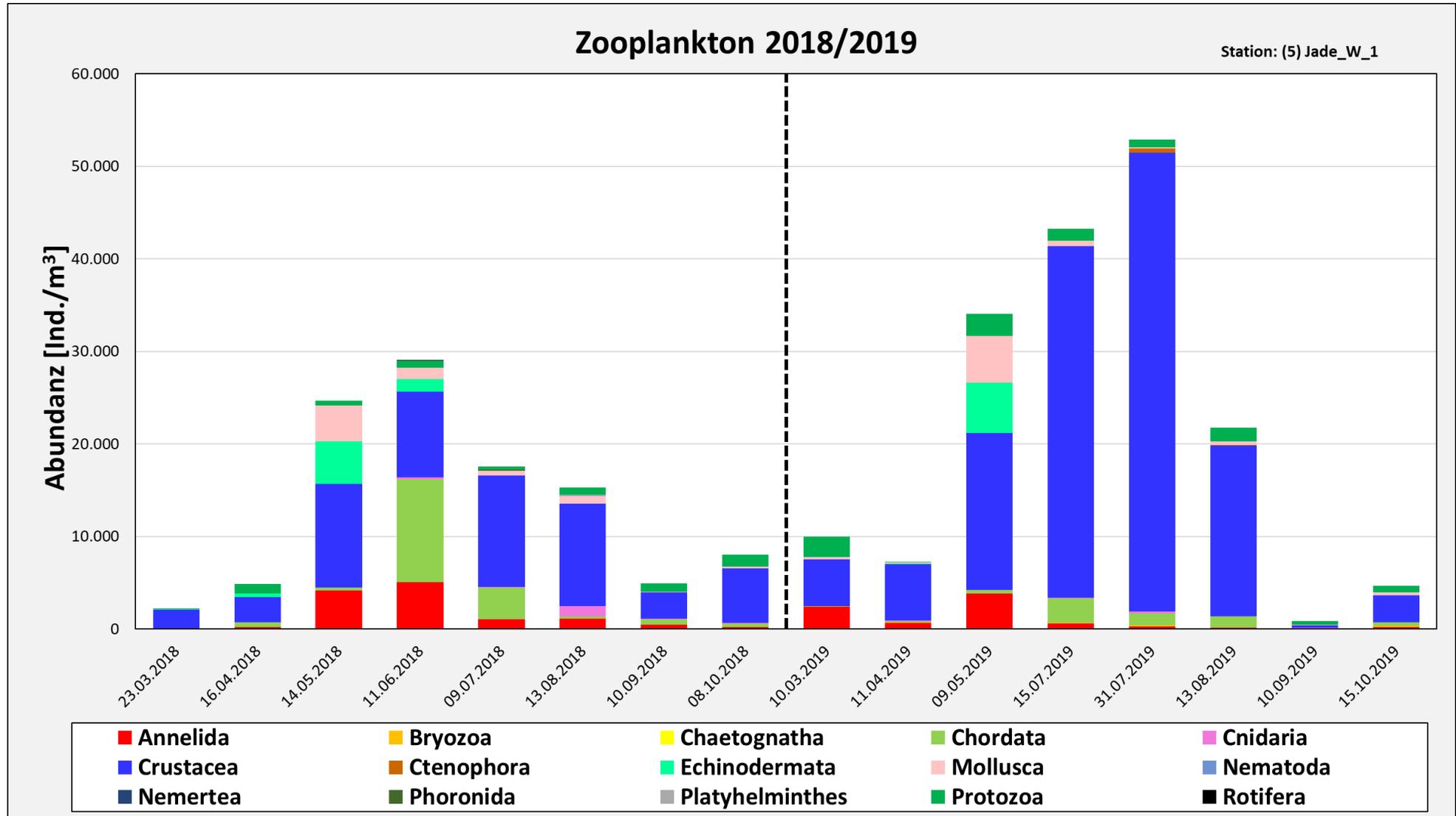


Abbildung 17: Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 für 2018 und 2019.

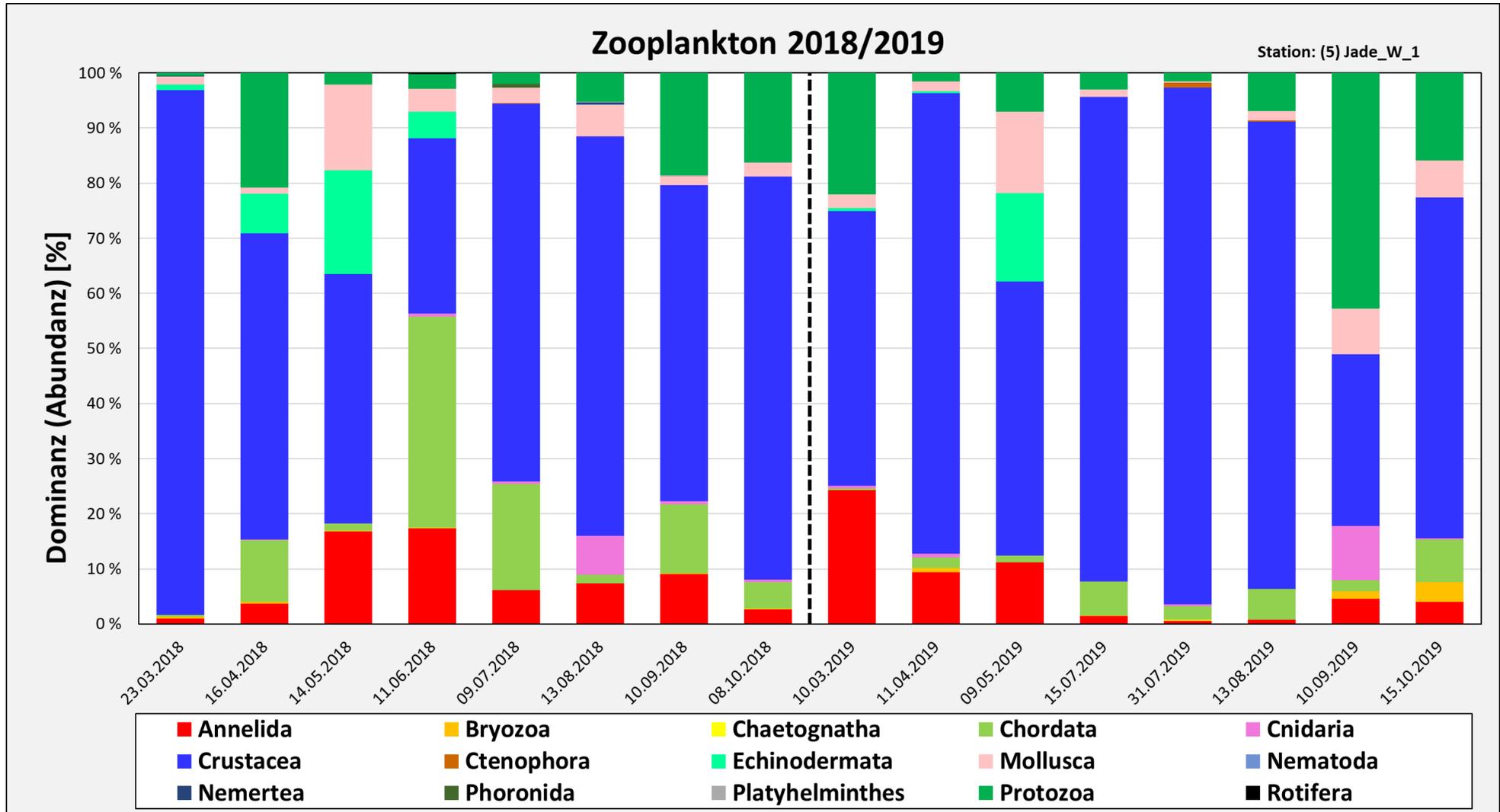


Abbildung 18: Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 für 2018 und 2019.

3.3.6 Wurster Watt W2 (Robinsbalje)

Die Zooplanktonabundanzen sowie die Abundanzanteile an der Station Wurster Watt W2 sind in Abbildung 19 und Abbildung 20 dargestellt. Sie unterschieden sich in den Jahren 2018 und 2019 erheblich voneinander. Im Jahr 2019 wurden deutlich höhere Individuendichten erreicht als im Jahr zuvor. Die Gesamtabundanz stieg ab dem Frühjahr bis Anfang August kontinuierlich an, verringerte sich Ende August sprunghaft und erreichte den niedrigsten Wert im Oktober 2019. Im Vorjahr wurde die höchste Gesamtabundanz im März erreicht. Im April war diese etwas niedriger, stieg bis Mai wieder leicht an und verringerte sich bis zum Herbst kontinuierlich. Im Oktober war erneut ein leichter Anstieg in der Individuendichte zu sehen.

Den Großteil des Zooplanktons machten die Crustacea aus, die vor allem in der ersten Jahreshälfte 2018 und in den Sommermonaten 2019 sehr hohe Individuendichten erreichten. Nur im Juni 2018 war die Gruppe der Annelida etwas häufiger vertreten und im Mai 2019 bildeten die Protozoa den größten Anteil am Zooplankton. Im September 2018 sowie im September und Oktober 2019 waren die Crustacea ebenso nicht die dominierende Gruppe. Hier kamen auch Individuen aus anderen Gruppen wie der Annelida, Chordata und Protozoa mit einer hohen Häufigkeit vor. Die Individuendichte der Annelida (Polychaeta-Larven) war jeweils in der ersten Jahreshälfte relativ hoch. Sie machten vor allem 2018 aber auch von März bis Juni sowie im September und Oktober 2019 nennenswerte Anteile an der Gesamtabundanz aus. Mollusca-Larven waren hauptsächlich jeweils im Mai und im Juni 2019 relativ häufig vertreten. Bei den Protozoa (Foraminifera) war die Individuendichte 2019 insgesamt höher als im Vorjahr, mit den höchsten Abundanzen von Mai bis August. Diese Gruppe machte in beiden Jahren einen repräsentativen Anteil an der Gesamtabundanz aus, vor allem im Mai 2019.

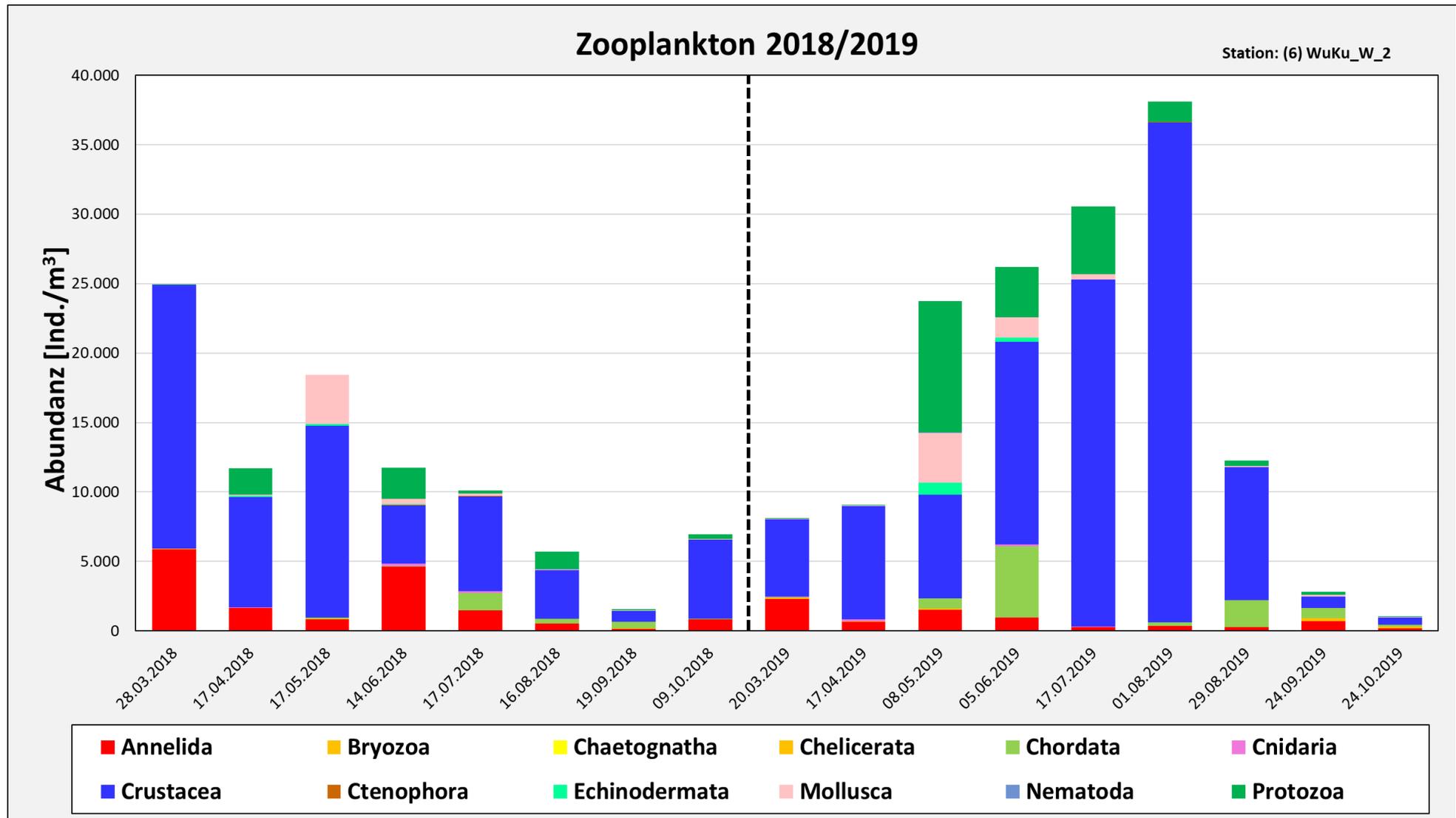


Abbildung 19: Abundanzen der Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 für 2018 und 2019.

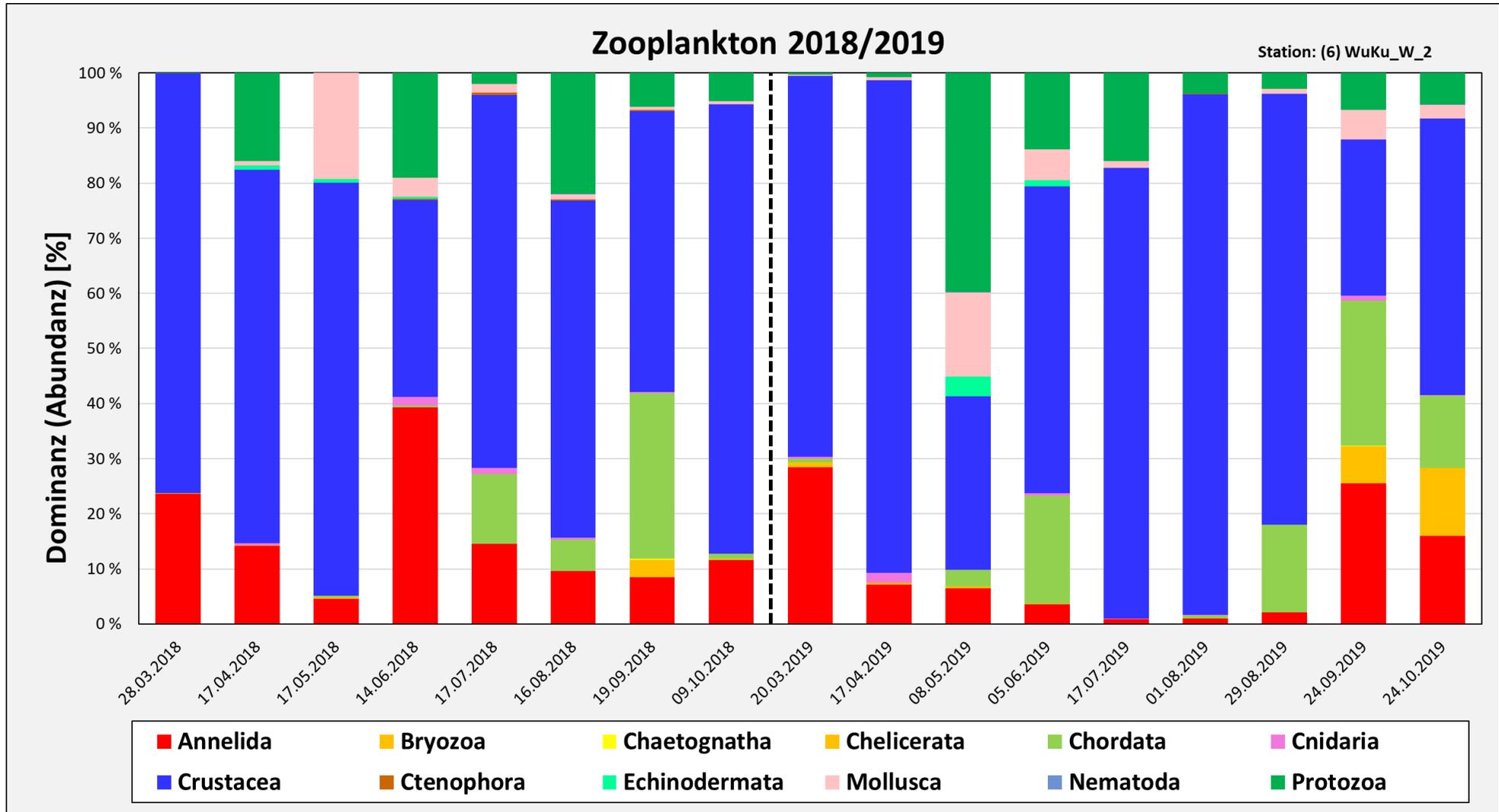


Abbildung 20: Abundanzanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 für 2018 und 2019.

3.4 Saisonale Verbreitung (Biovolumen)

3.4.1 Borkum W1

Die zeitliche Entwicklung des Biovolumens der einzelnen Zooplankton-Gruppen in den Jahren 2018 und 2019 an der Station Borkum W1 ist in Abbildung 21 und Abbildung 22 dargestellt. Im Jahr 2019 lagen die Werte zwischen 13 und $371\text{mm}^3\cdot\text{m}^{-3}$ und zeigten einen kontinuierlichen Anstieg bis Mitte Juli. In der zweiten Jahreshälfte sank das Gesamtbiovolumen wieder ab und erreichte im Oktober ein Minimum. Ein Jahr zuvor waren die Schwankungen deutlich ausgeprägter und das Gesamtbiovolumen lag insgesamt höher. Es erreichte Werte zwischen 32,860 und $716,183\text{mm}^3\cdot\text{m}^{-3}$. Nach einem ersten Höchstwert im Mai sanken die Werte wieder ab und erreichten ein zweites Maximum im September mit einem anschließenden Minimum im Oktober.

Obwohl die Crustacea gemessen an der Individuendichte mit Abstand am häufigsten vorkamen zeigte sich in beiden Jahren im Biovolumen ein anderes Bild. Den größten Anteil des Biovolumens im Mai und September 2018 machte die Gruppe der Ctenophora aus, obwohl diese nur in sehr kleiner Anzahl in der Probe vorkamen. Auch in der Juni-Probe stellten sie einen repräsentativen Anteil dar. Bei einigen Probenahmen fiel der Anteil der Cnidaria sehr hoch aus, vor allem war dies im Juni und Juli 2018 sowie von Juli bis September 2019 der Fall. Die Annelida (Polychaeta-Larven) kamen besonders zu Beginn und gegen Ende des Probenahmezeitraums in repräsentativen Anteilen vor. Echinodermata-Larven bildeten nur im April 2018 ein nennenswertes Biovolumen und kamen im März und Mai ebenfalls sporadisch vor. Sowohl Protozoa (Foraminifera) als auch Mollusca-Larven stellten nur einen geringen Teil des Biovolumens dar, obwohl sie gemessen an der Individuendichte relativ häufig zu finden waren.

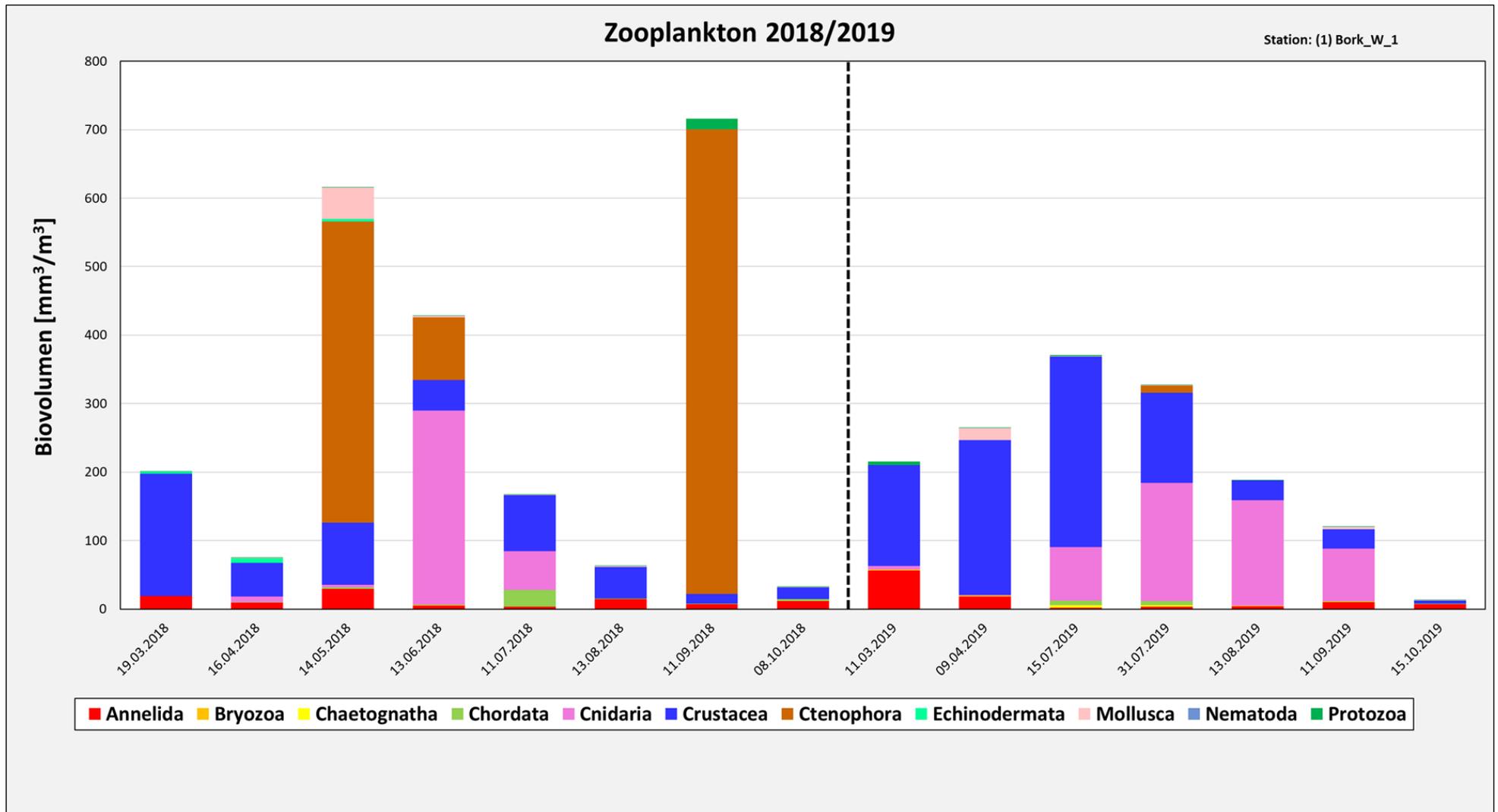


Abbildung 21: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 2018 und 2019.

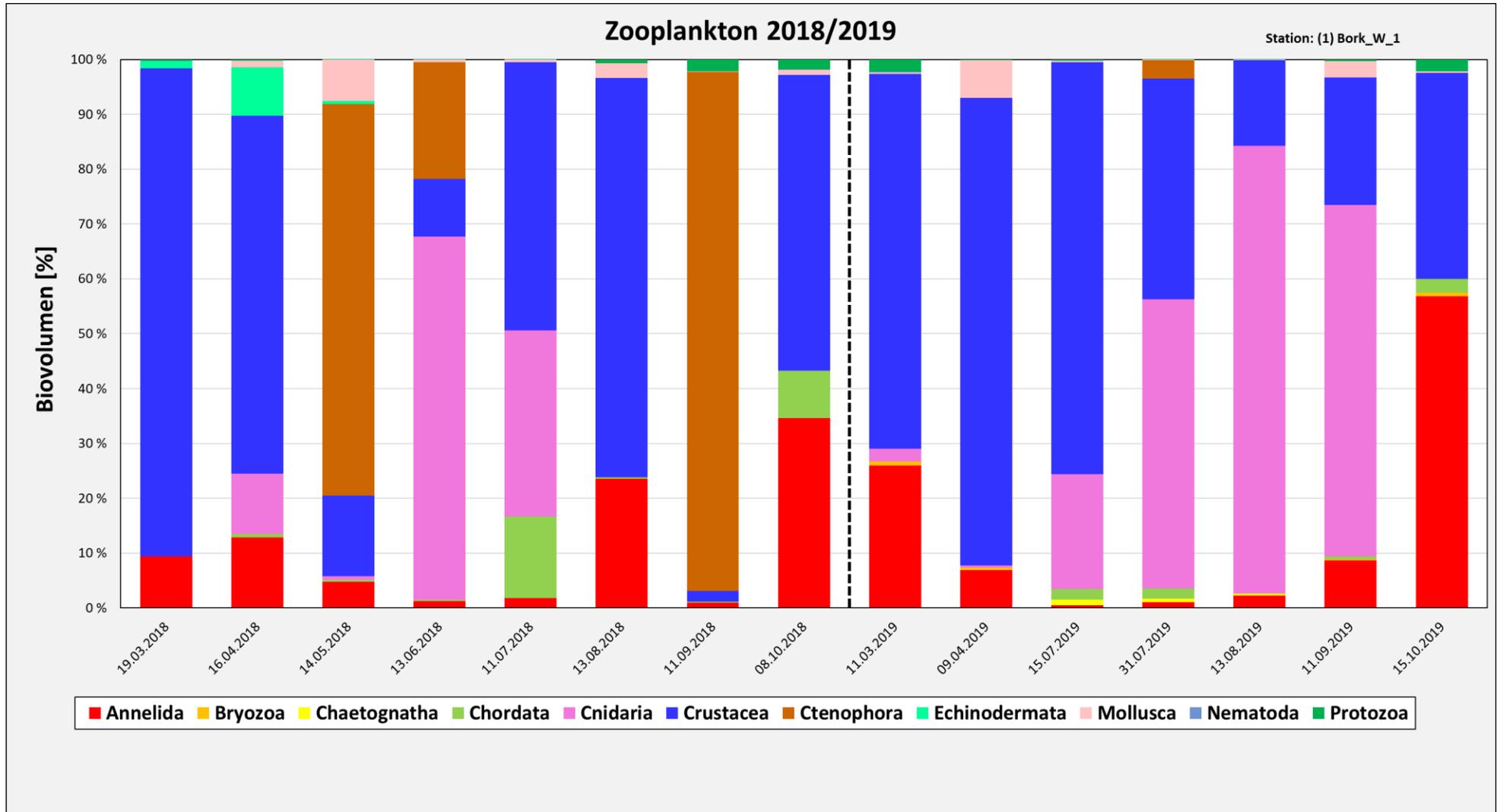


Abbildung 22: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W1 2018 und 2019.

3.4.2 Borkum W2

Das Gesamtbiovolumen bzw. die Biovolumenanteile an der Station Borkum W2 können Abbildung 23 und Abbildung 24 entnommen werden. Mit Ausnahme eines sehr hohen Wertes von $1\,664,188\text{ mm}^3\cdot\text{m}^{-3}$ im April lagen die Werte im Jahr 2019 zwischen $16,204$ und $352,364\text{ mm}^3\cdot\text{m}^{-3}$. Auffallend ist, dass das hohe Biovolumen im April durch das Auftreten eines einzigen Individuums der Spezies *Sarsia tubulosa* bedingt war. Auch im Juli und August stellte die Gruppe der Cnidaria sehr hohe Anteile am Biovolumen dar. Wie an der Station Borkum W1 gab es auch hier Anfang 2018 ein Vorkommen an Echinodermata-Larven, außerdem waren Mollusca-Larven immer wieder im Biovolumen der Proben vorhanden. Insgesamt war das Gesamtbiovolumen 2018 etwas niedriger als im Jahr 2019 und zeigte einen kontinuierlichen Anstieg bis Juli und wurde anschließend wieder geringer. Abgesehen vom hohen Biovolumenanteil der Cnidaria, ähnelte in beiden Jahren die Verteilung des Biovolumens der Verteilung der Individuendichten mit recht hohen Anteilen an Crustacea und nennenswerten Anteilen der Gruppen Annelida, Chordata und Protozoa.

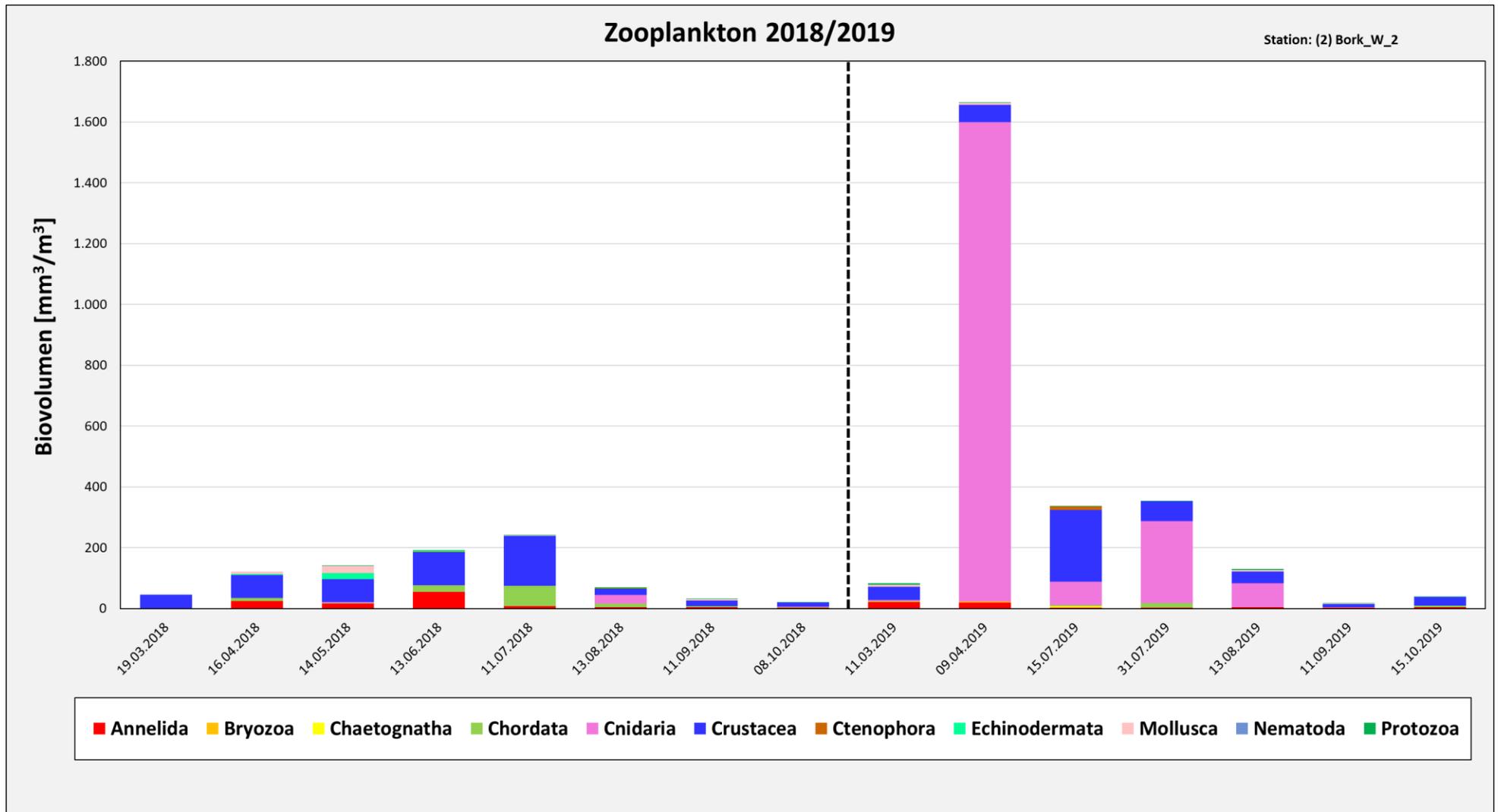


Abbildung 23: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 2018 und 2019.

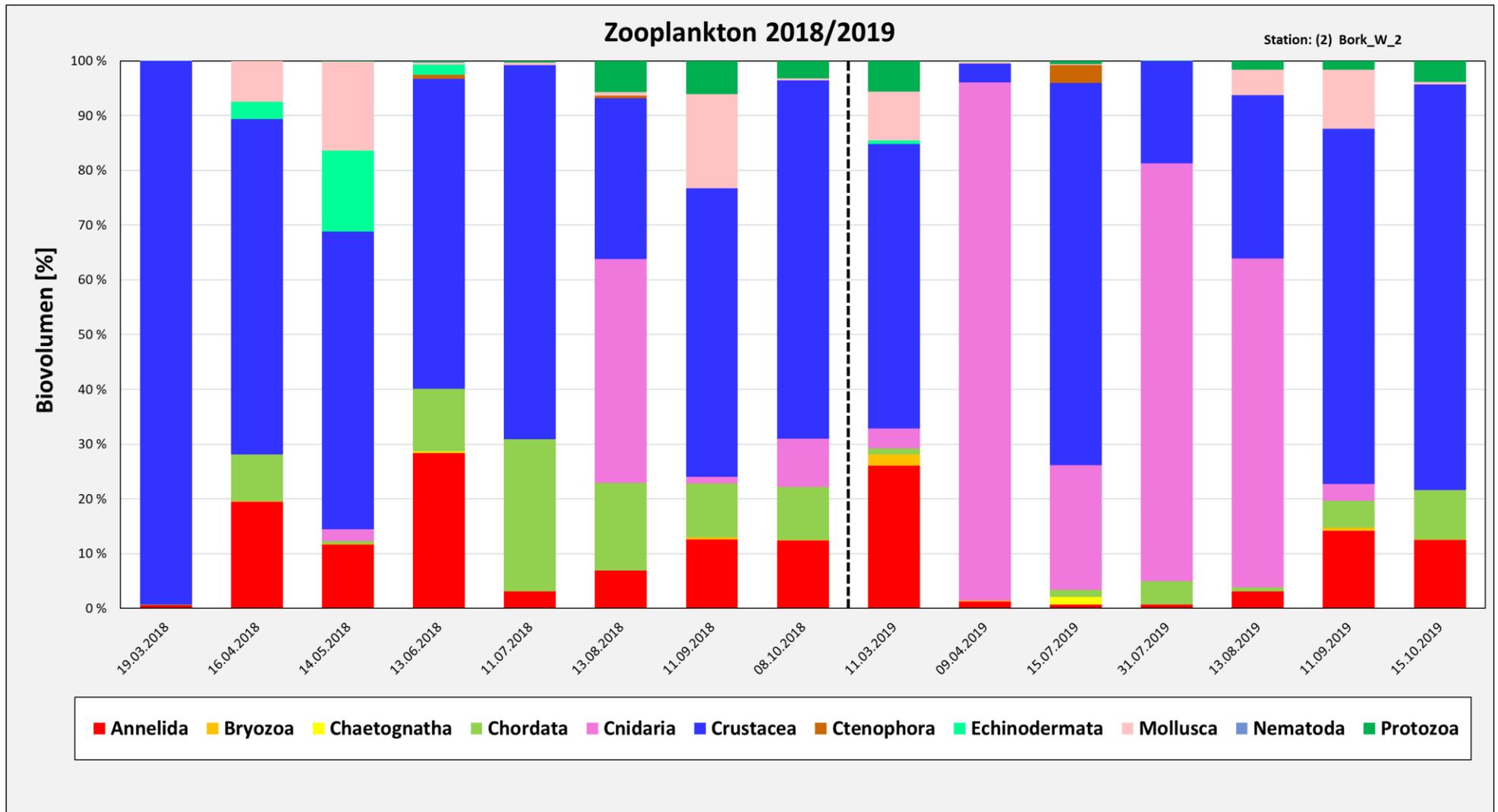


Abbildung 24: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Borkum W2 2018 und 2019.

3.4.3 Norderney W1

Die Station Norderney W1 zeigte in beiden Jahren einen Anstieg im Biovolumen bis Juli und eine deutliche Verringerung im August. Im Jahr 2018 lagen die Werte im April etwas höher als im März und Mai und auch im Oktober war nochmals ein leichter Anstieg des Biovolumens zu sehen. Insgesamt wurde im Jahr 2019 ein höheres Biovolumen erreicht ($39,083 - 1\,753,062 \text{ mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$). Im Jahr 2018 lagen die Werte zwischen $5,074$ und $1\,246,141 \text{ mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$.

Die Gruppe der Crustacea machte an der Station Norderney W1 den größten Anteil an der Individuendichte aus. Gemessen am Biovolumen fiel dieser Anteil bei vielen Probenahmen etwas kleiner aus. Das Biovolumen der Crustacea zeigte einen Anstieg bis zum Sommer. Die höchsten Werte wurden jeweils im Juli erreicht und nahmen anschließend stark ab.

Aufgrund ihrer Größe stellten die Cnidaria am Biovolumen von Juli bis September 2019 sowie im August 2018 die dominierende Gruppe, obwohl sie zu diesen Zeitpunkten in sehr geringen Individuendichten vorkamen. Nennenswerte Biovolumina wurden im Jahr 2018 nur im Juni und August erfasst. Ein Jahr später lagen die absoluten Werte deutlich höher mit einem Maximum im Juli. Im Mai 2018 und im Juli 2019 wurden außerdem einige wenige Individuen der Gattung *Beroë* (Ctenophora) gefunden, die aber einen relativ hohen Anteil am Biovolumen ausmachten. Nennenswert waren auch die Anteile der Annelida und Mollusca, wobei das Biovolumen der Mollusca über den gesamten Probenahmezeitraum nur sehr geringe Werte erreichte. Die Gruppe der Annelida war vor allem im April, Juni und Juli 2018 sowie im April 2019 relativ häufig. Chordata machten 2018 fast das ganze Jahr über einen Teil des Zooplanktons aus sowie im Juli 2019. Es handelte sich vor allem um *Oikopleura dioica*. Das Biovolumen war jedoch meist sehr gering und erreichte nur im Juni 2018 und jeweils im Juli beider Jahre repräsentative Werte. In der ersten Jahreshälfte 2018 wurden einige Echinodermata-Larven erfasst, die sich im Biovolumen bemerkbar machten. Außerdem wurden Ende 2018 sowie im März und Oktober 2019 ein recht großes Biovolumen an Foraminifera (Protozoa) gefunden.

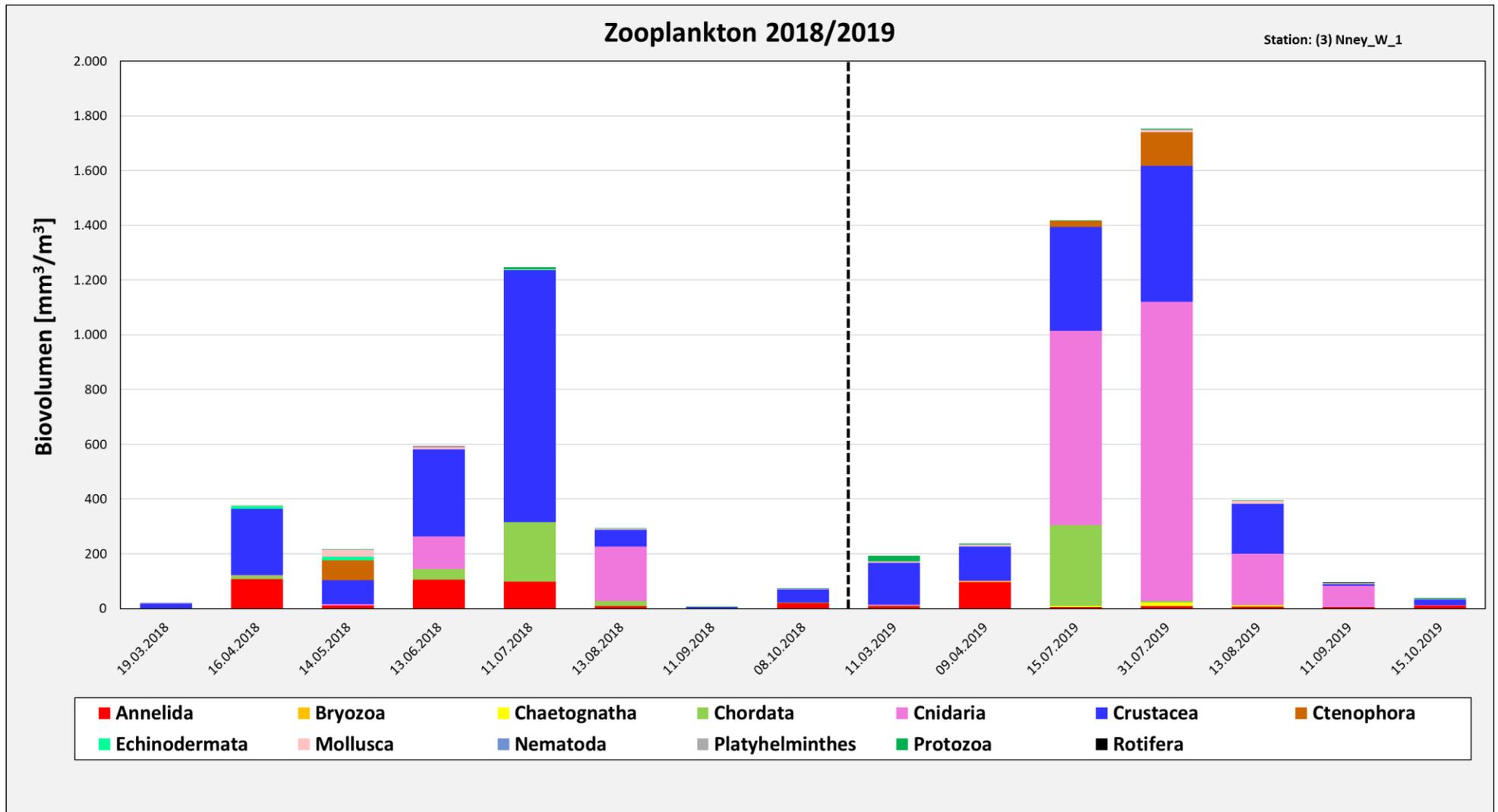


Abbildung 25: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 2018 und 2019.

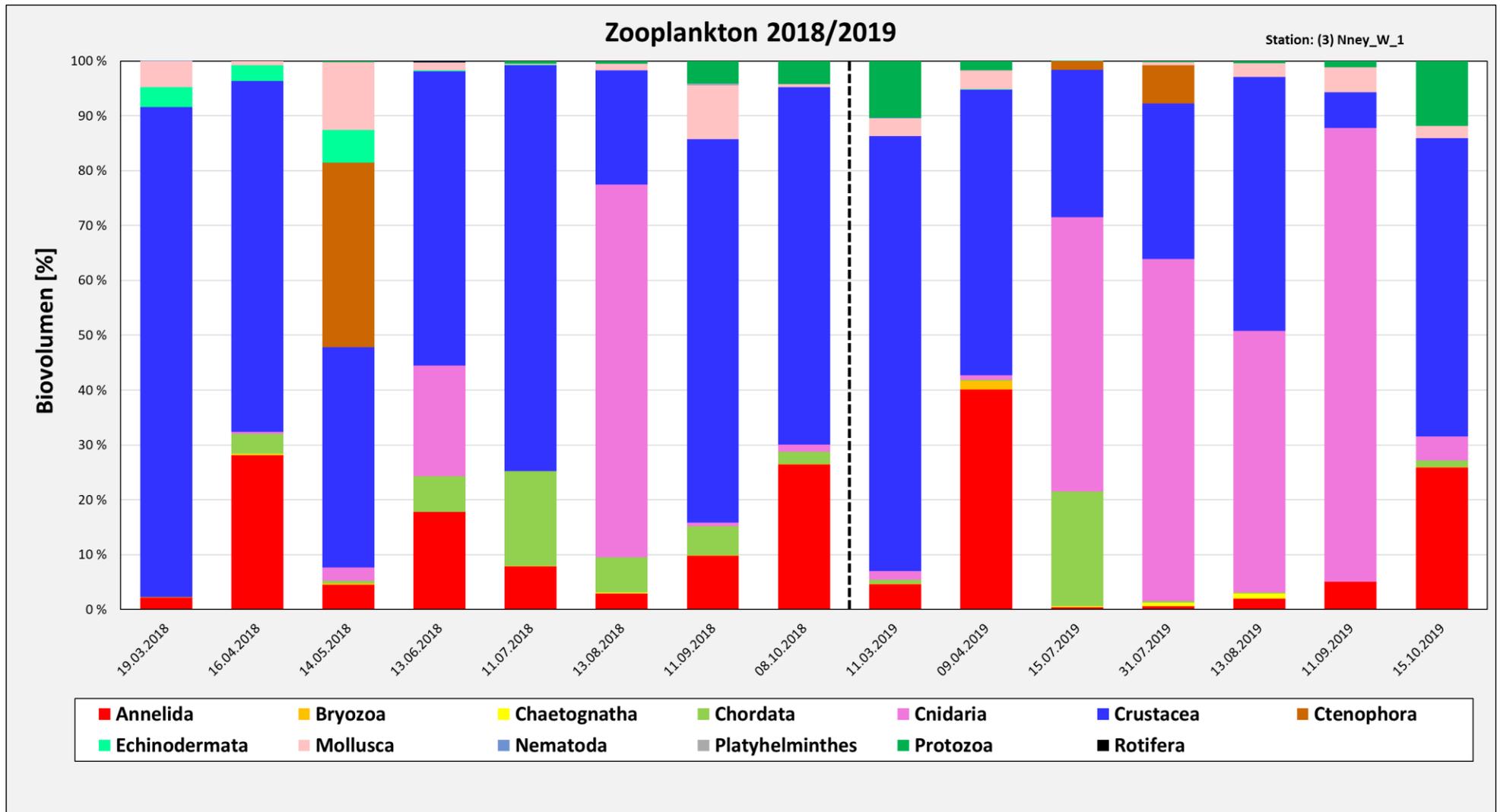


Abbildung 26: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Norderney W1 2018 und 2019.

3.4.4 Spiekeroog W1

Das Biovolumen stieg an der Probenahmestelle Spiekeroog W1 in beiden Jahren bis zum Sommer an, erreichte ein Maximum im Juli und fiel anschließend stark ab. Die Werte lagen 2018 zwischen 54,882 und 701,259 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Im Jahr 2019 wurden meist Werte zwischen 12,371 und 529,876 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ erreicht mit einem auffallenden Höchstwert im Juli von 1 703,294 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Die erhobenen Daten des Biovolumens an der Station Spiekeroog W1 sind in Abbildung 27 und Abbildung 28 dargestellt.

Der Anteil an Crustacea war, gemessen am Biovolumen, meist etwas kleiner als ihr Anteil an der Individuendichte. Das Biovolumen stieg in beiden Jahren im Frühjahr an, erreichte von Mai bis Juli ähnlich hohe Werte und wurde anschließend wieder kleiner. Auffallend war das hohe Biovolumen der Cnidaria Ende Juli 2019, das durch einige Exemplare von *Clytia haemisphaerica* zustande kam. Die Gruppe der Cnidaria kam auch von Mai bis August 2018 in nennenswerten Anteilen vor sowie im Juli und August 2019. Die Annelida (Polychaeta-Larven) machten ebenfalls einen repräsentativen Anteil im Zooplankton aus. Im Jahr 2018 wurde diese Gruppe vor allem in der ersten Jahreshälfte häufig erfasst. Ein Jahr später kamen die Annelida hauptsächlich von März bis Mai vor, wobei das Biovolumen insgesamt niedrigere Werte annahm als im Jahr 2018. Auch die Gruppe der Mollusca war über den gesamten Zeitraum der Messungen jeweils in kleinen Dichten zu finden. Wie an den übrigen Messstationen machten auch hier die Echinodermata-Larven von März bis Mai 2018 einen kleinen Teil des Biovolumens aus. Auffallend war der etwas höhere Anteil der Gruppe der Ctenophora. Von diesen wurden einige wenige Exemplare in den Proben von Mai bis September 2018 sowie im Juli und August 2019 gefunden. Es handelte sich dabei fast immer um Individuen der Gattung *Beroë*, von denen im Juni 2018 alle im juvenilen Stadium waren. Außerdem wurden im Juli 2018 juvenile Individuen der Art *Pleurobrachia pileus* (Ctenophora) erfasst. Die Gruppe der Chordata erreichte im Juli 2019 einen relativ hohen Wert, kam aber über den gesamten Probenahmezeitraum nur in kleinen Anteilen vor.

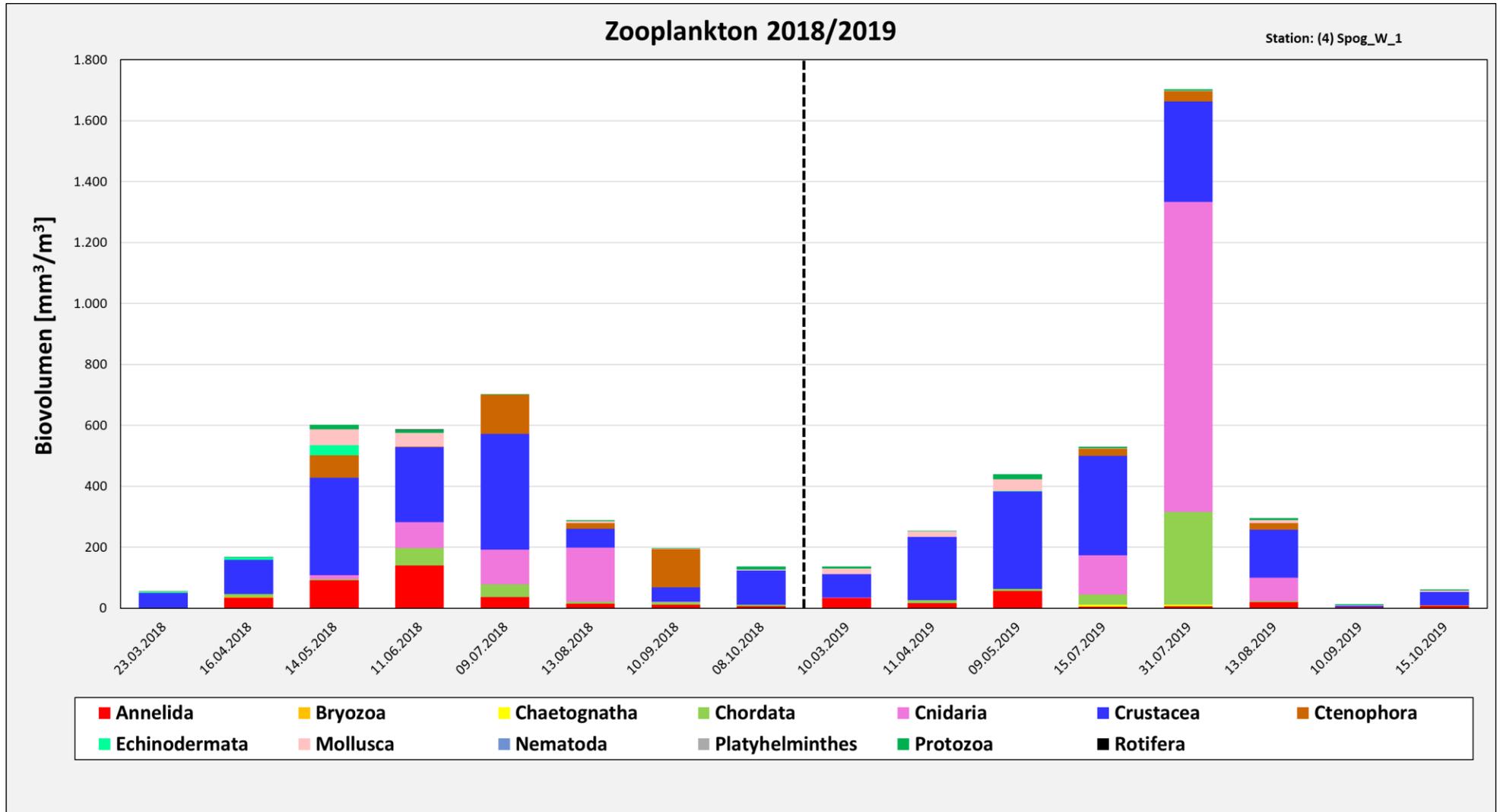


Abbildung 27: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekerroog W1 2018 und 2019.

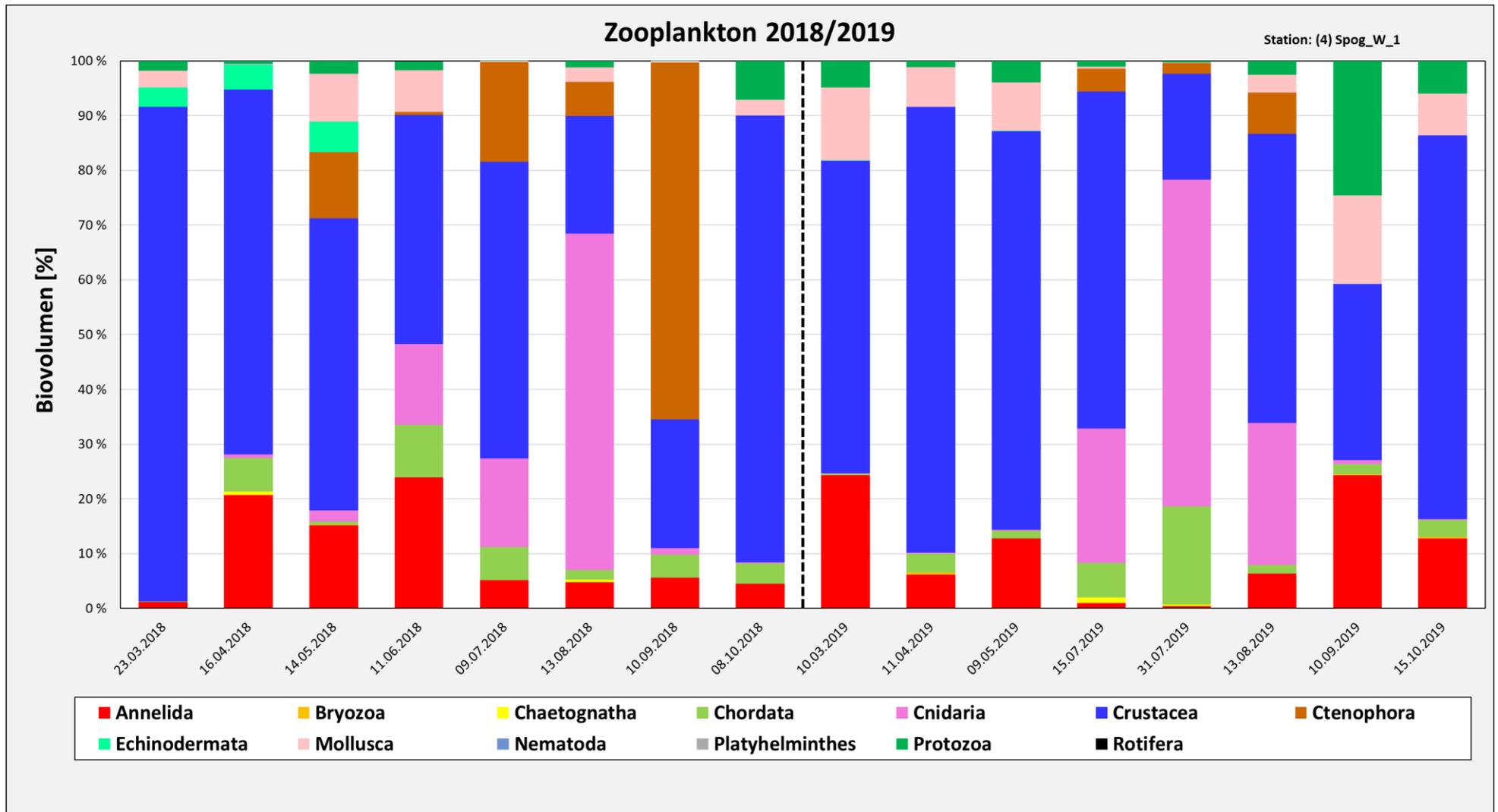


Abbildung 28: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Spiekeroog W1 2018 und 2019.

3.4.5 Jade W1

Die zeitliche Entwicklung des Biovolumens an der Station Jade W1 und die Anteile der unterschiedlichen Großgruppen sind in Abbildung 29 und Abbildung 30 dargestellt. Im Jahr 2018 stieg das Gesamtbiovolumen von April bis Mai an und wies anschließend eine kontinuierliche Verringerung bis zum Jahresende auf. Die Werte lagen zwischen 20,801 und 439,256 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Das Jahr 2019 zeigte einen anderen zeitlichen Verlauf mit einem kontinuierlichen Anstieg bis Ende Juli 2019 und einem anschließenden rapiden Rückgang des Biovolumens. Es wurden Werte zwischen 5,720 und 1 393,487 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ erreicht.

Der Anteil der Crustacea am Biovolumen war über den gesamten Zeitraum relativ hoch und machte im März und Juli 2018 sowie von März bis Mai 2019 den größten Anteil aus. Die Gruppe der Cnidaria war vor allem im August 2018 sowie im Juli und Oktober 2019 stark vertreten. Das Biovolumen dieser Komponente stieg im Juli rasch an und erreichte Ende des Monats ein Maximum, wobei diese Werte durch relativ wenige gefundene Individuen zustande kamen. Obwohl der Anteil in der Probe im Oktober sehr hoch war, war das gemessene Biovolumen deutlich kleiner als im Sommer. Betrachtet man die Individuendichte, machten die Cnidaria einen deutlich kleineren Teil des Zooplanktons aus. Auch an dieser Messstelle waren Anfang 2018 Echinodermata-Larven zu finden, außerdem im Mai 2019. Einen auffallend hohen Teil des Biovolumens machte die Gruppe der Chordata aus, vor allem im Jahr 2018. Dabei waren vor allem die Arten *Fritillaria borealis* und *Oikopleura dioica* ausschlaggebend. Die höchsten Werte wurden im Juni 2018 und Juli 2019 erreicht. Die Gruppe der Annelida kam ebenfalls in nennenswerten Anteilen vor, vor allem jeweils in der ersten Jahreshälfte mit Maximalwerten im Juni 2018 und Mai 2019. Der Anteil der Ctenophora (vor allem *Beroë* sp.) am Biovolumen war im Mai und Oktober 2018 sowie im April, Juli und August 2019 relativ hoch.

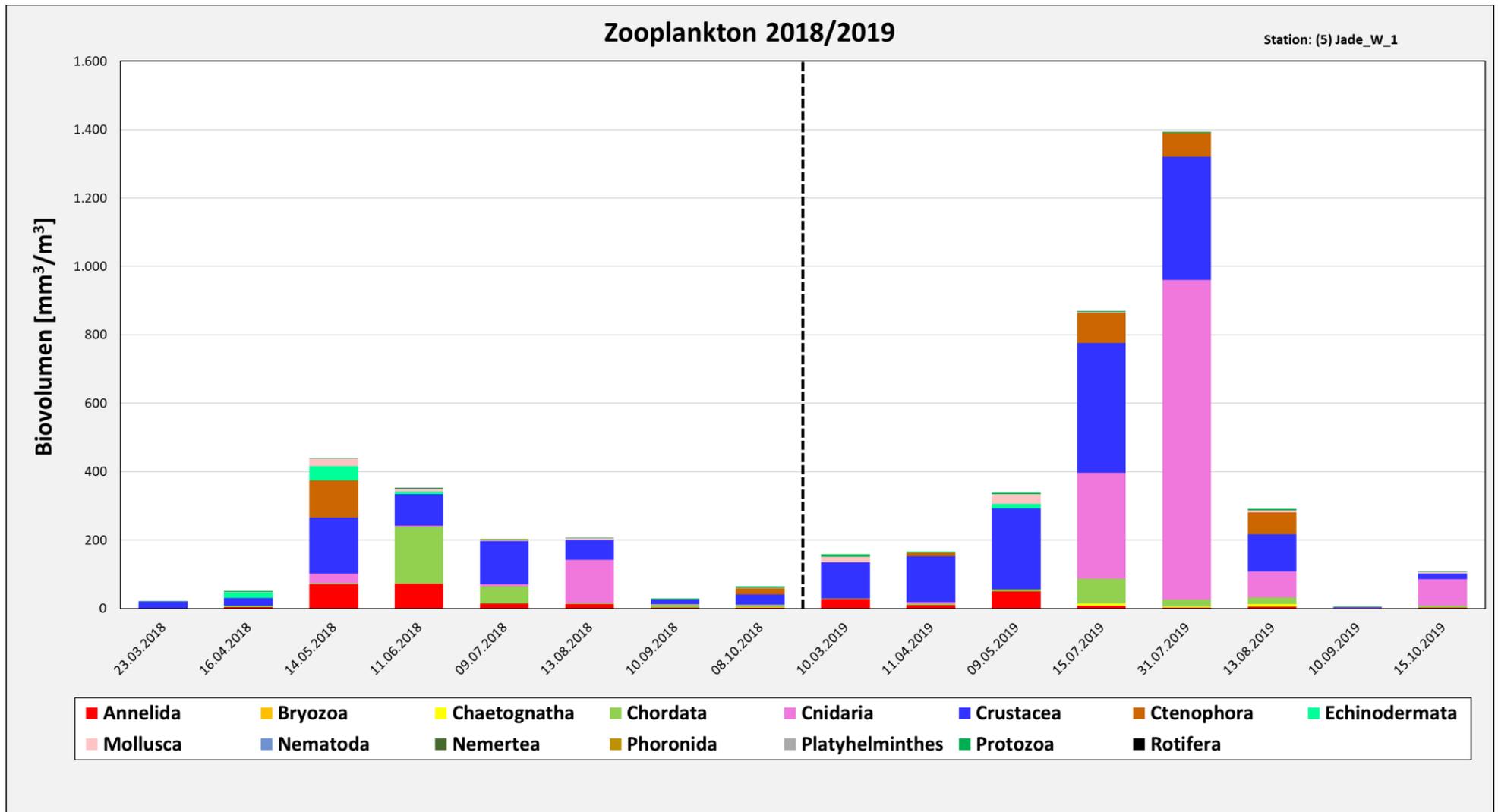


Abbildung 29: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 2018 und 2019.

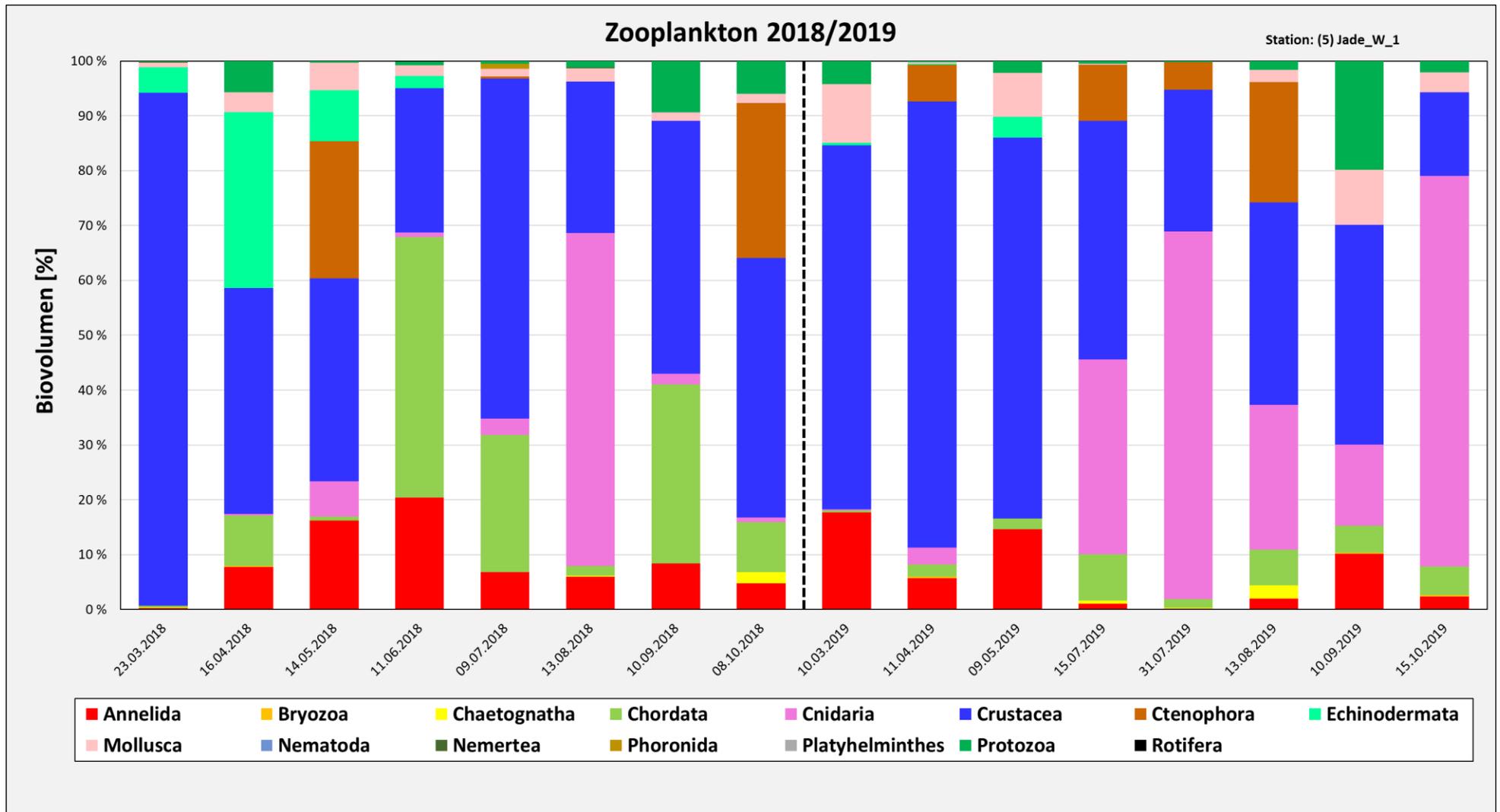


Abbildung 30: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Jade W1 2018 und 2019.

3.4.6 Wurster Watt W2

Die Diagramme in Abbildung 31 und Abbildung 32 zeigen den zeitlichen Verlauf des Biovolumens und die Biovolumenanteile der unterschiedlichen Großtaxa an der Probenahmestelle Wurster Watt W2 in den Jahren 2018 und 2019. Das Gesamtbiovolumen erreichte im Jahr 2018 deutlich höhere Werte und lag meist zwischen 48,912 und 346,349 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Die beiden höchsten Werte wurden in den Monaten Juni (1 703,768 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) und Juli (1 346,829 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) erreicht. 2019 wurden meist Gesamtbiovolumina zwischen 37,893 und 387,771 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ erfasst mit einem zusätzlichen Maximalwert von 1 186,411 $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ Anfang August.

Im Jahr 2018 war das Biovolumen der Crustacea bei der ersten Messung im März am höchsten und nahm übers Jahr bis Oktober tendenziell ab. Ein Jahr später wurde das Maximum im Mai erreicht. Häufig machten die Crustacea einen erheblichen Anteil am Zooplankton aus, dieser fiel insgesamt jedoch etwas geringer aus als der Anteil gemessen an der Individuendichte.

Auffallend war das sehr hohe Biovolumen der Cnidaria im Juni und Juli 2018 sowie Anfang August 2019. In diesen Monaten waren sie auch anteilmäßig im Zooplankton dominierend. Im Oktober 2019 machten die Cnidaria ebenfalls den Großteil des Gesamtbiovolumens aus, der Wert lag jedoch deutlich unter den hohen Werten im Sommer. Die Gruppe der Mollusca war im Mai 2018 dominierend, kam aber in den übrigen Proben nicht in nennenswerten Anteilen vor. Annelida wurden über den gesamten Verlauf der Probenahmen in kleinen Biovolumina Werten erfasst, der Anteil war jeweils am Anfang und Ende eines Probenahmezeitraums etwas höher. Die Gruppe der Chordata (hauptsächlich *Oikopleura dioica* und *Fritillaria borealis*) erreichte den höchsten Wert im Juni 2019 und war in repräsentativen Anteilen in den Proben von August bis Oktober 2018 sowie im Juni, August und September 2019 vorhanden. Das Biovolumen des Zooplanktons bestand im September hauptsächlich aus der Gruppe der Ctenophora, wobei dies durch lediglich ein gefundenes juveniles Exemplar der Art *Pleurobrachia pileus* bedingt war.

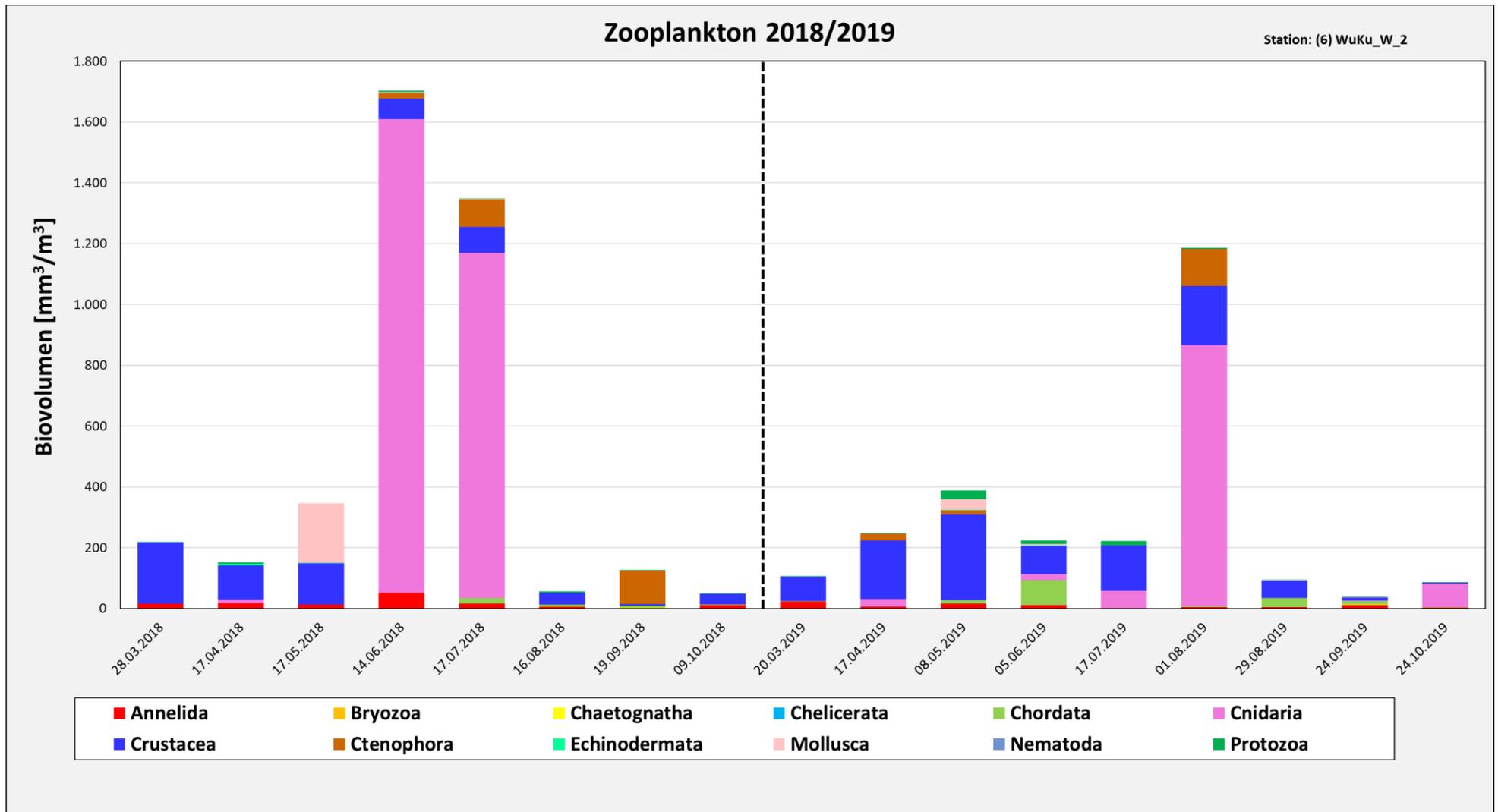


Abbildung 31: Biovolumina der Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 2018 und 2019.

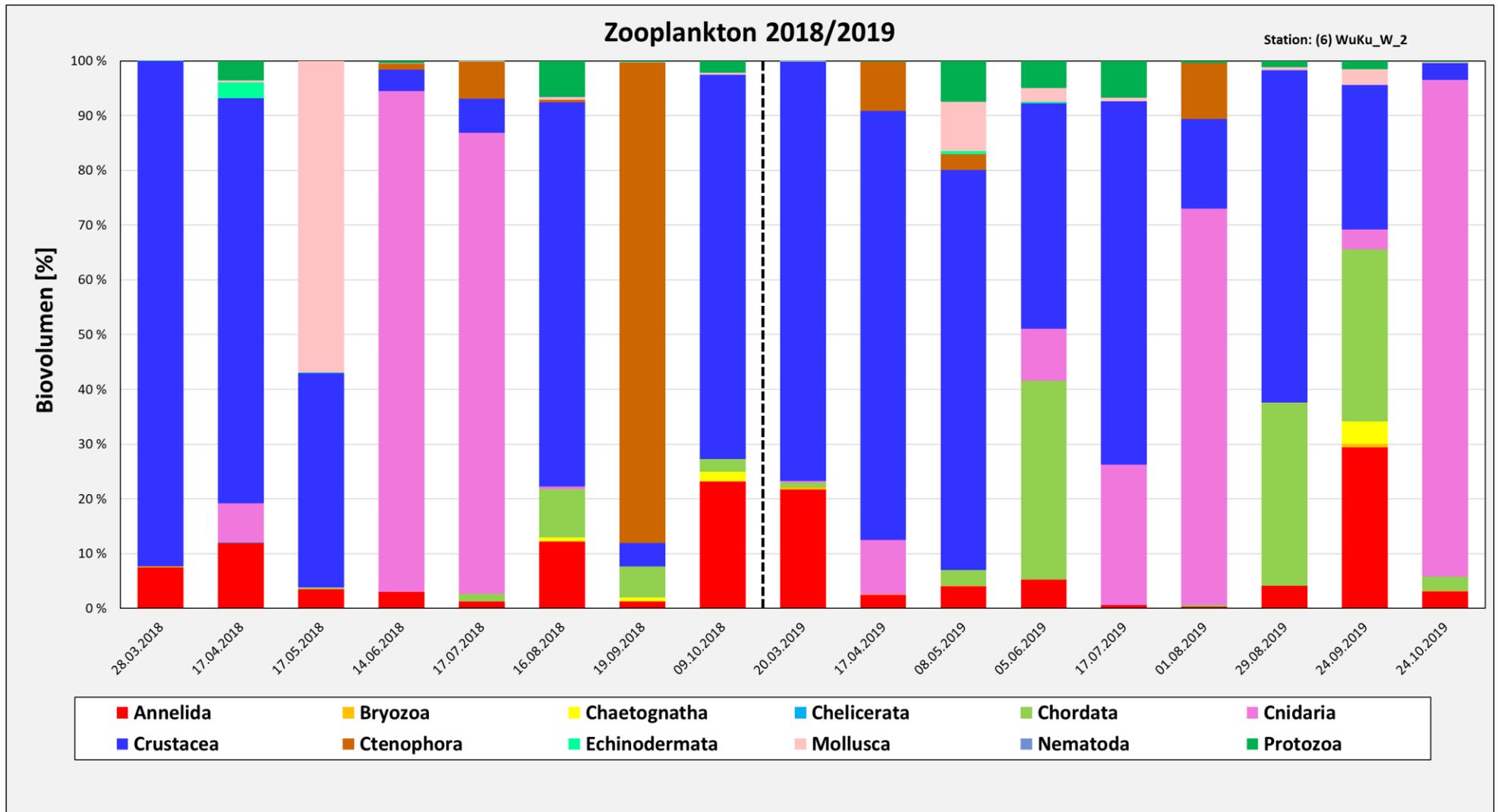


Abbildung 32: Biovoluminaanteile der einzelnen Großtaxa im Zooplankton an der Station Wurster Watt W2 2018 und 2019.

3.5 Regionale Verbreitung ausgewählter Gruppen

In diesem Kapitel werden exemplarisch die regionalen Verbreitungen dreier ausgewählter taxonomischer Kategorien, der Crustacea, der Polychaeta und der Bivalvia dargestellt.

3.5.1 Crustacea

Wie bereits im Kapitel 3.3 für alle Stationen beschrieben, waren die Crustacea zu fast allen untersuchten Zeitpunkten und an allen Stationen bezüglich der Individuendichte die dominierende Gruppe. In Abbildung 33 bis Abbildung 38 sind die einzelnen Gruppen der Crustacea für beide Jahre jeweils von März bis Oktober dargestellt.

Insgesamt nahm die Abundanz der Crustacea-Gemeinschaft zunächst von West nach Ost zu und erreichte an der Station Norderney W1 das Maximum mit etwa 80.000 Ind.·m⁻³ im Juli 2018 (Abbildung 35) und nahm anschließend nach Osten hin wieder ab.

Im Jahr 2019 lag die Häufigkeit der Crustacea an den Stationen Spiekeroog W1, Jade W1 und Wurster Watt W2 deutlich höher als im Jahr 2018. An den meisten Standorten stiegen die Werte zum Sommer hin an und fielen im Herbst wieder ab. Nur an den Stationen Borkum W1 und Wurster Watt W2 war jeweils im Jahr 2018 das Maximum bereits im März erreicht und die Abundanzen wurden anschließend tendenziell kleiner.

Den größten Anteil innerhalb der Gruppe der Crustacea hatten an allen Stationen die Copepoda. Auf deren genauere taxonomische Zusammensetzung wird im Weiteren noch einmal näher eingegangen. Die Larven der Cirripedia kamen an allen Stationen ebenfalls noch in nennenswerten Dichten vor, auffallend häufig an der Station Borkum W1 im Mai 2018 (Abbildung 33) sowie an den Probenahmestellen Spiekeroog W1 und Wurster Watt W2 im Jahr 2018 (Abbildung 36 und Abbildung 38). Phyllopoda traten immer wieder sporadisch auf, am häufigsten jedoch im Juni und Juli 2018 an der Station Borkum W2 (Abbildung 34). Die übrigen Gruppen der Crustacea spielten nur eine untergeordnete Rolle.

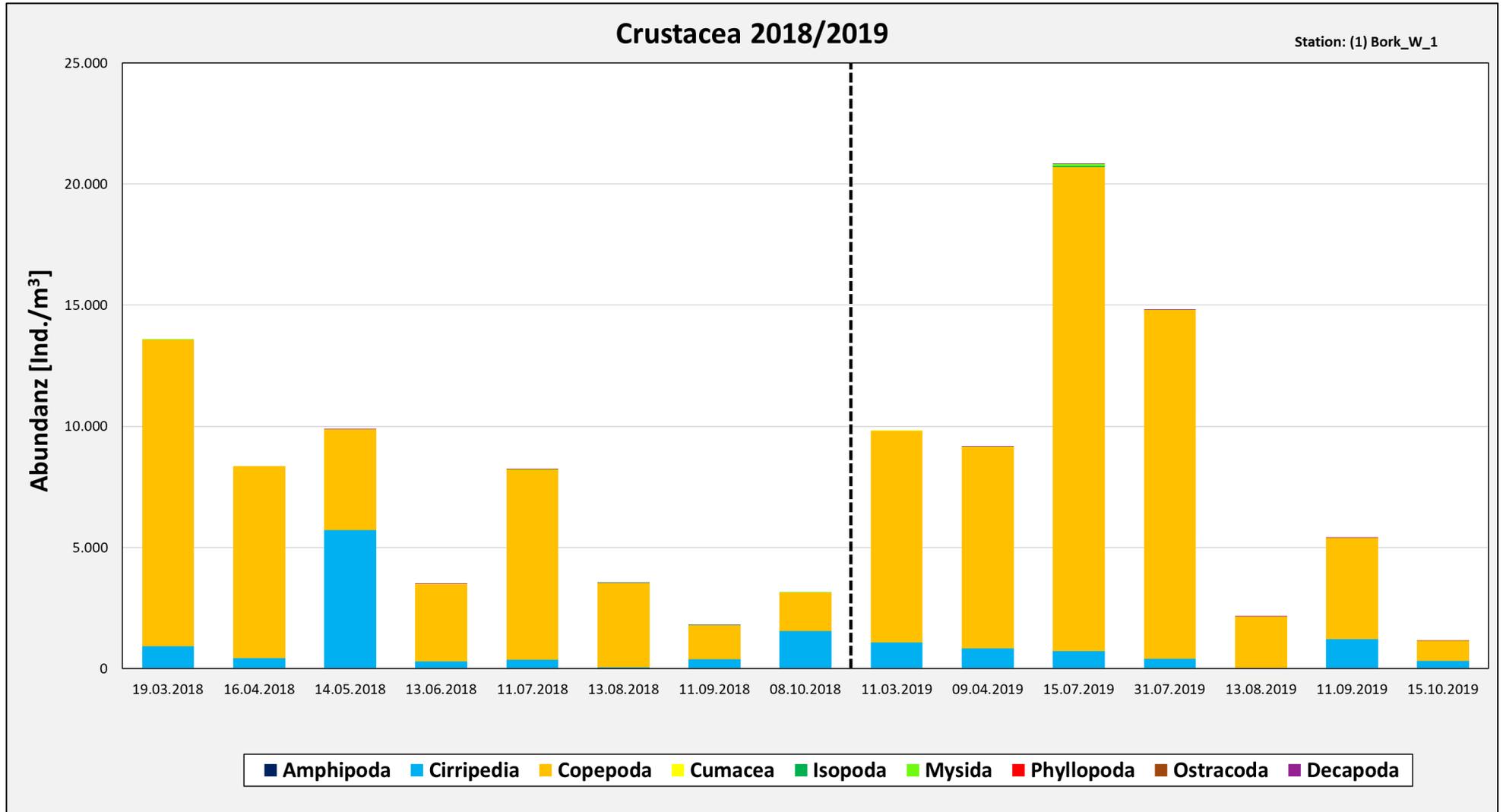


Abbildung 33: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Borkum W1.

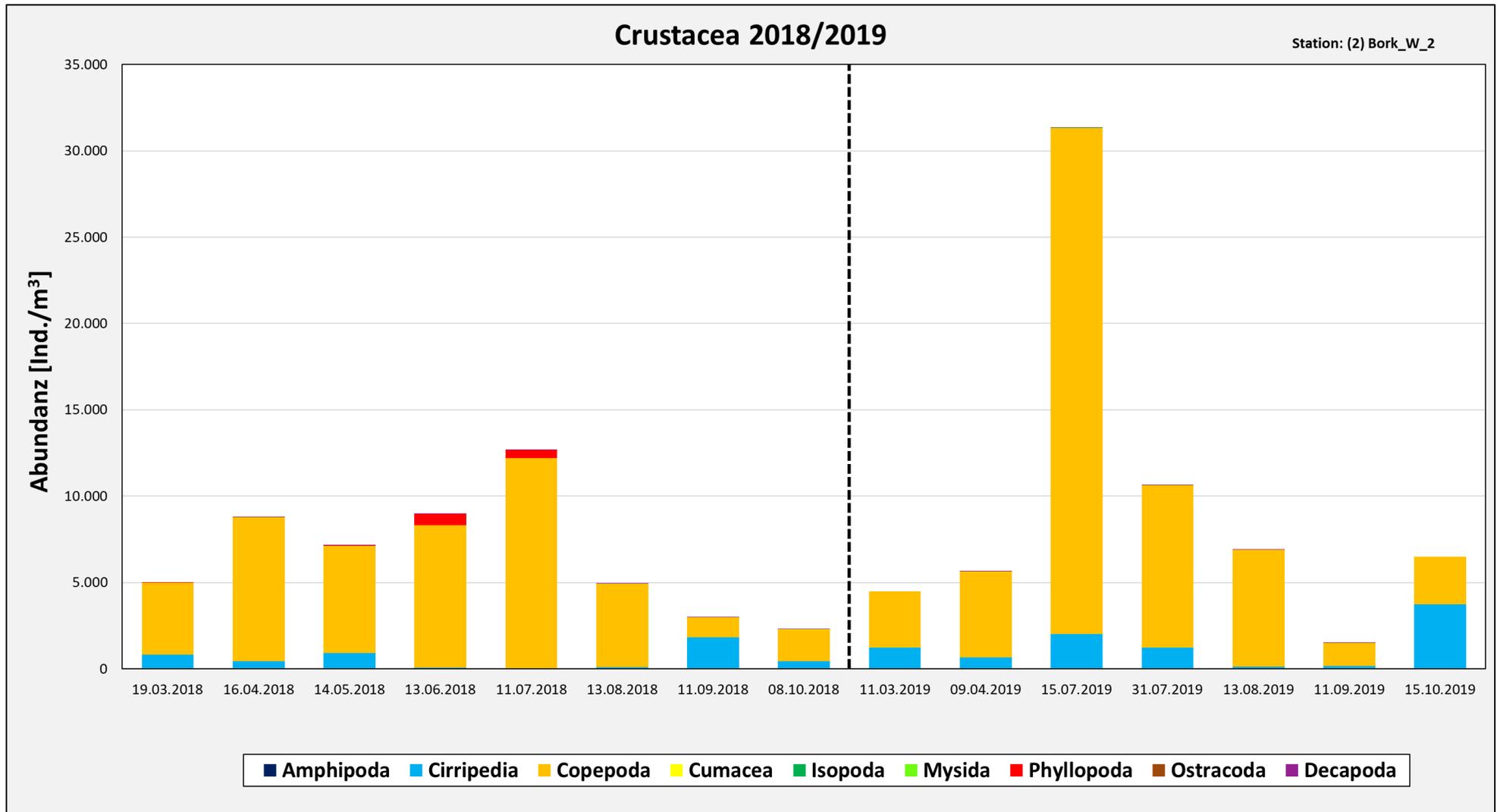


Abbildung 34: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Borkum W2.

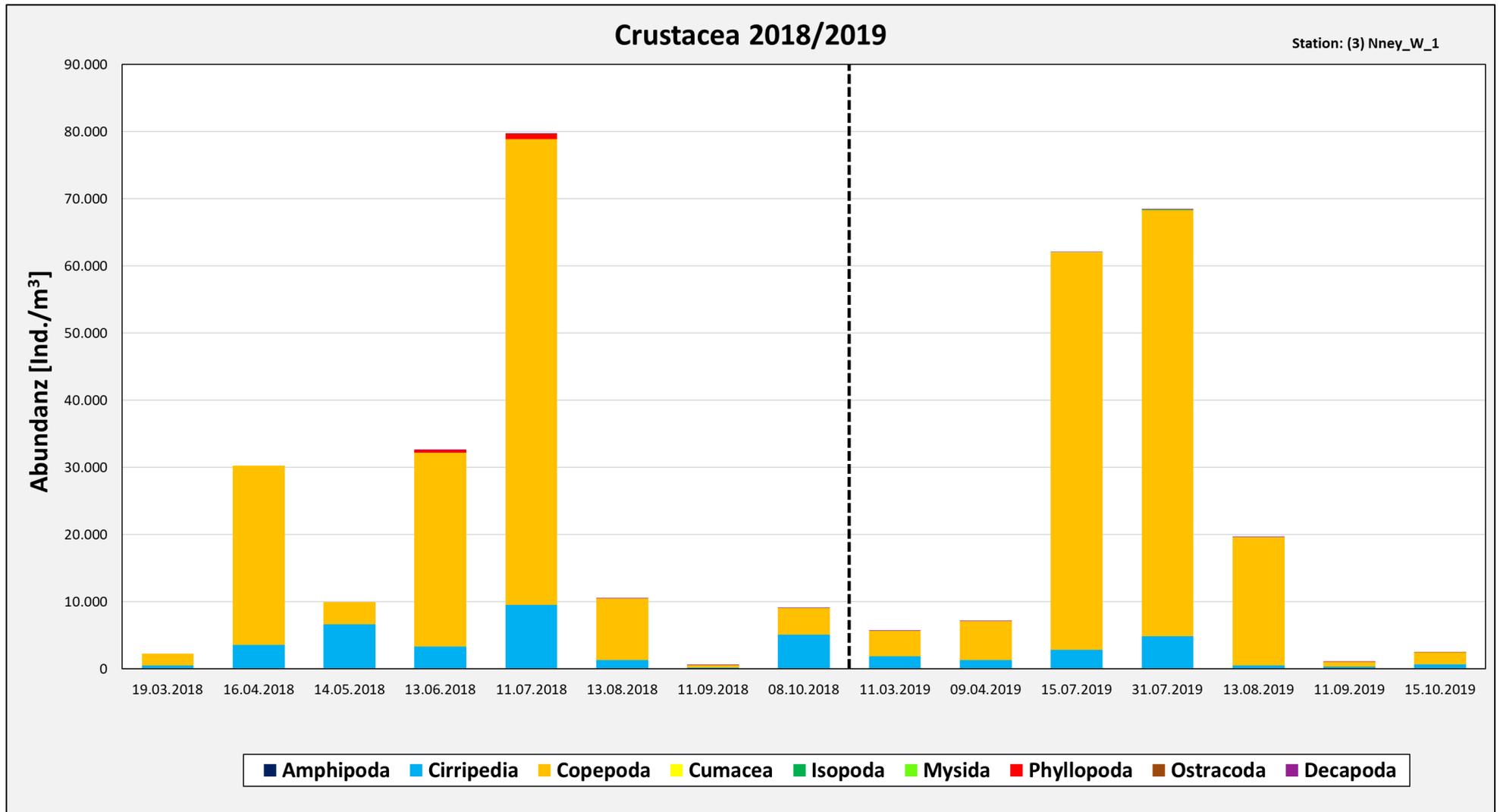


Abbildung 35: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Norderney W1.

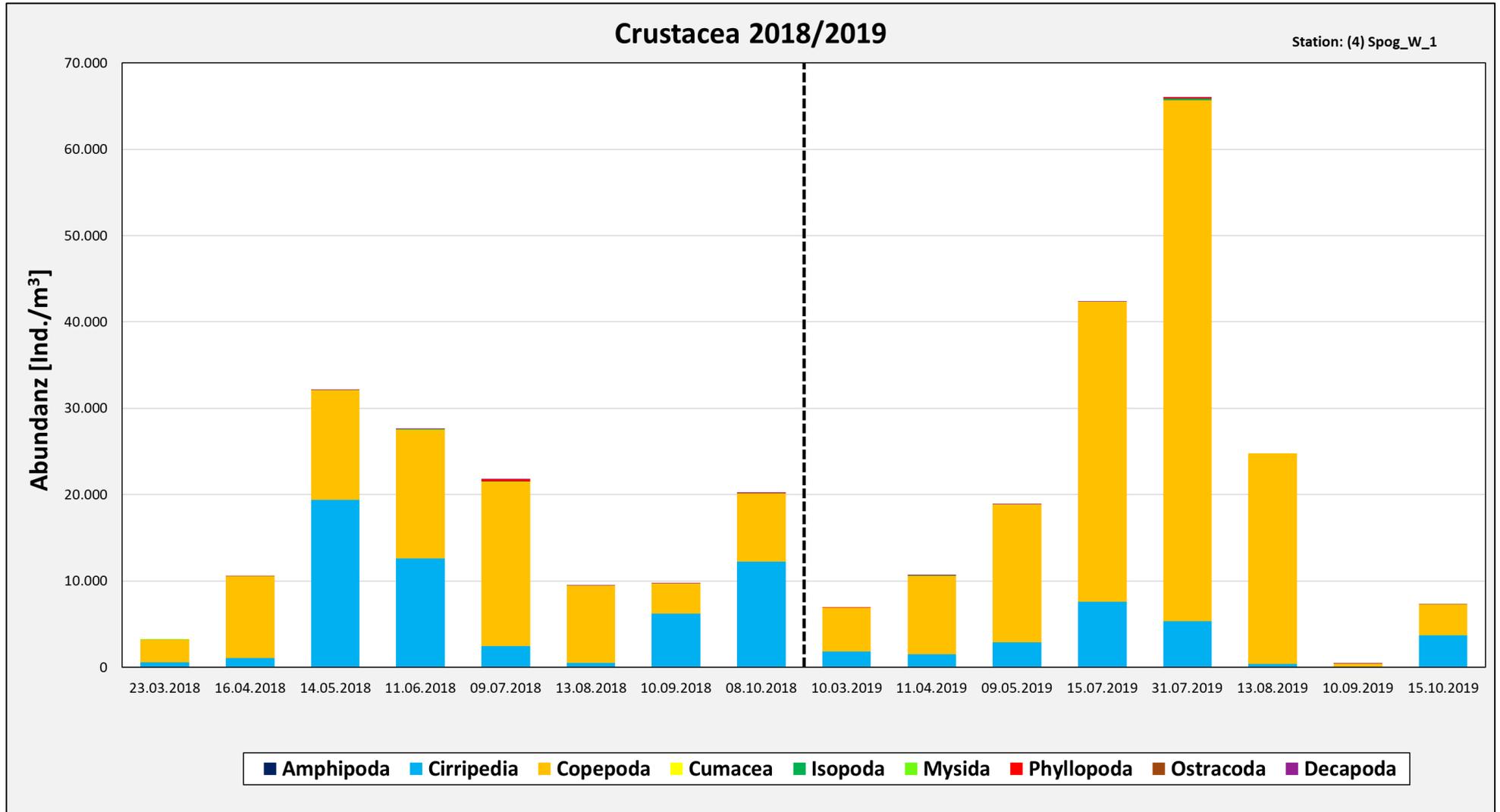


Abbildung 36: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Spiekerroog W1.

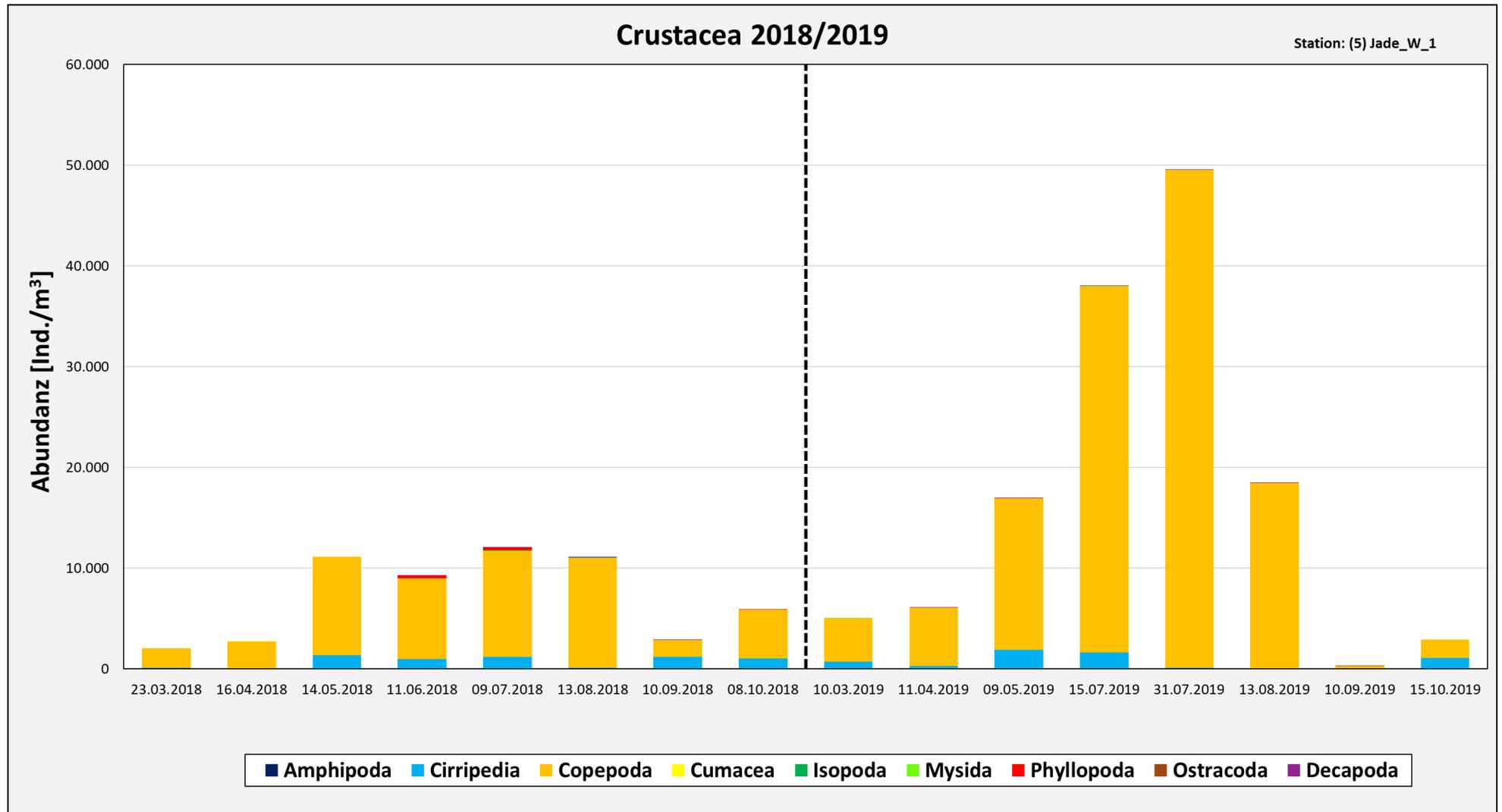


Abbildung 37: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station Jade W1.

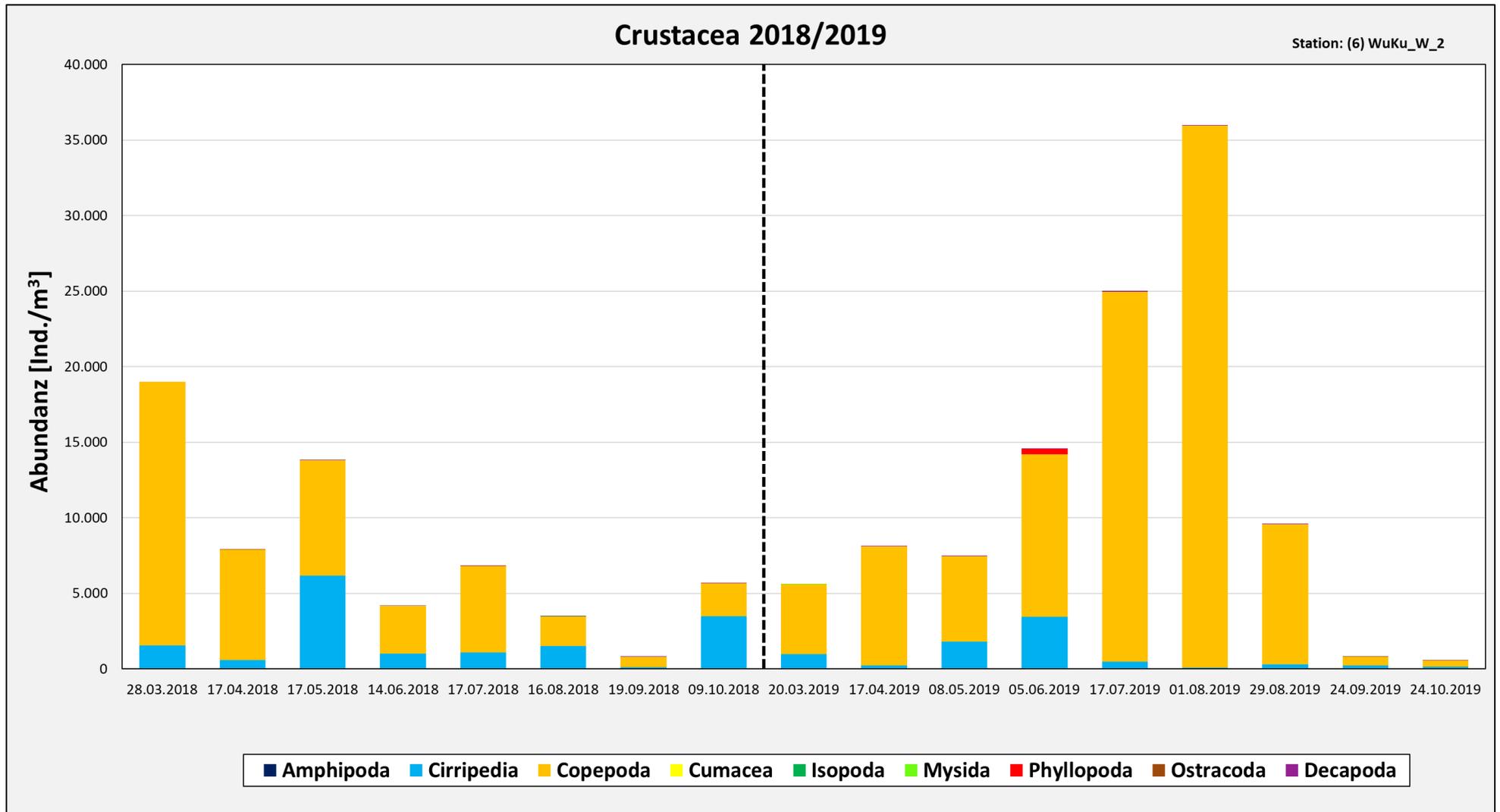


Abbildung 38: Entwicklung der Crustacea 2018 und 2019 für die Station WuKu W2.

3.5.1.1 Copepoda (Großgruppen)

In den nachfolgenden Diagrammen (Abbildung 39 bis Abbildung 44) sind die Abundanz der einzelnen Copepoda-Gruppen in den Jahren 2018 und 2019 dargestellt.

Die räumliche Verteilung der Gesamtabundanz ähnelt der in Kapitel 3.5.1 dargestellten Verteilung der Crustacea mit einem Anstieg von West nach Ost und kleiner werdenden Häufigkeiten ab der Messstation Spiekeroog W1. Der höchste Wert von fast 70.000 Ind.·m⁻³ wurde im Juli 2018 an der Station Norderney W1 gemessen. Insgesamt wurden die höheren Abundanz aber eher 2019 gefunden.

Mit wenigen Ausnahmen waren im Jahr 2018 die calanoiden Copepoda am häufigsten anzutreffen. Ab Juli machten zusätzlich die Cyclopoida einen nennenswerten Anteil aus, die weitgehend durch *Oithona nana* repräsentiert wurden. Ab August sanken die Anteile der Calanoida ebenso wie die Gesamtabundanz und die Harpacticoida (mit einem großen Anteil *Euterpina acutifrons*) und Cyclopoida stellten den Hauptanteil. 2019 zeigte sich ein etwas anderes Bild mit verstärktem Auftreten von Cyclopoida und Harpacticoida schon im Juli, wo beide Gruppen die größten Anteile der Abundanz hatten. Calanoide Copepoda traten in ähnlichen Dichten auf wie im Vorjahr, außer an der Station Norderney W1, wo sie im Juli 2018 ein auffälliges Maximum gezeigt hatten. Auch im Jahr 2019 sanken die Abundanz der Copepoda insgesamt und die Anteile der Calanoida wurden von den Harpacticoida (zu einem großen Anteil *Euterpina acutifrons*) und Cyclopoida (meist *Oithona* spp.) übernommen.

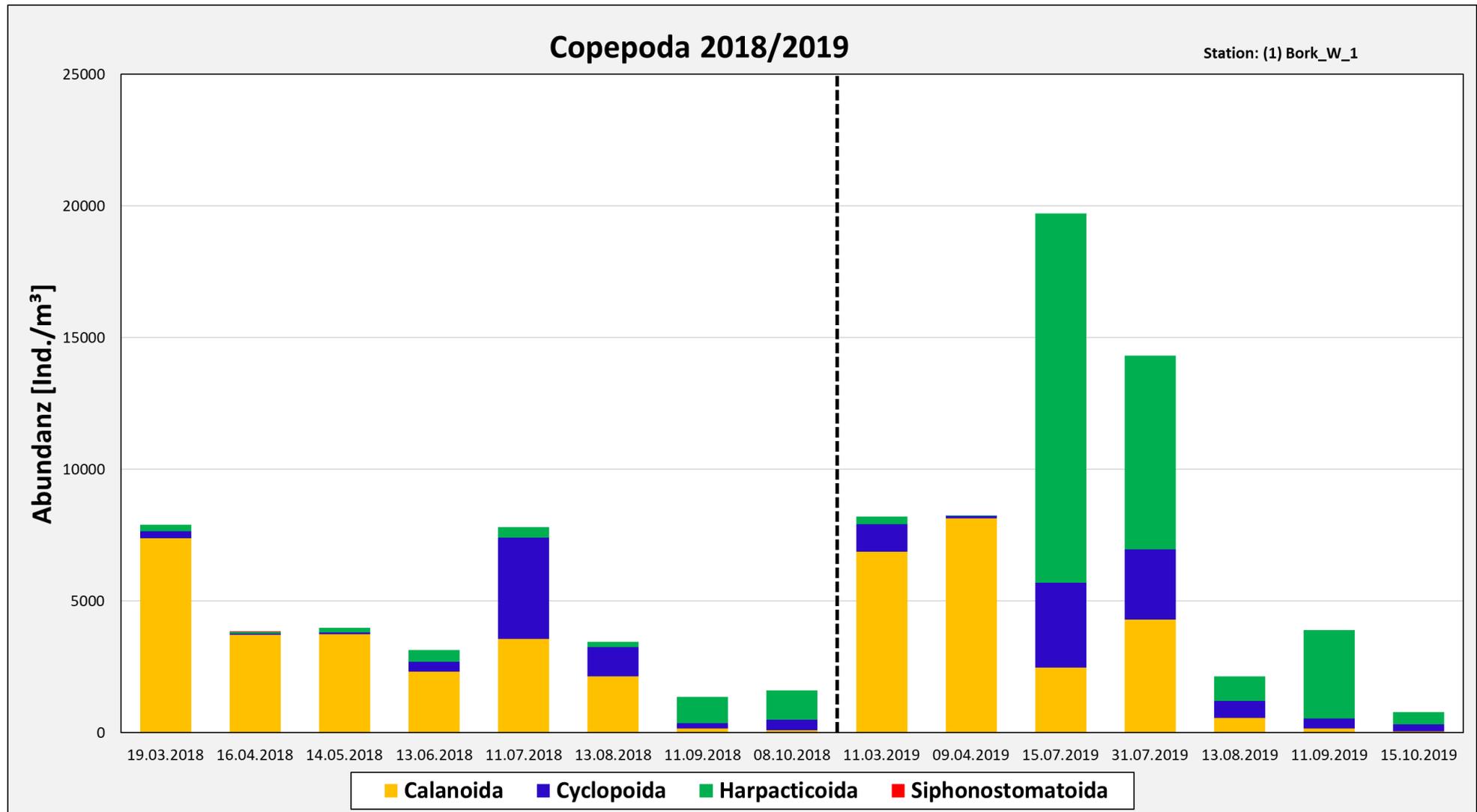


Abbildung 39: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Borkum W1.

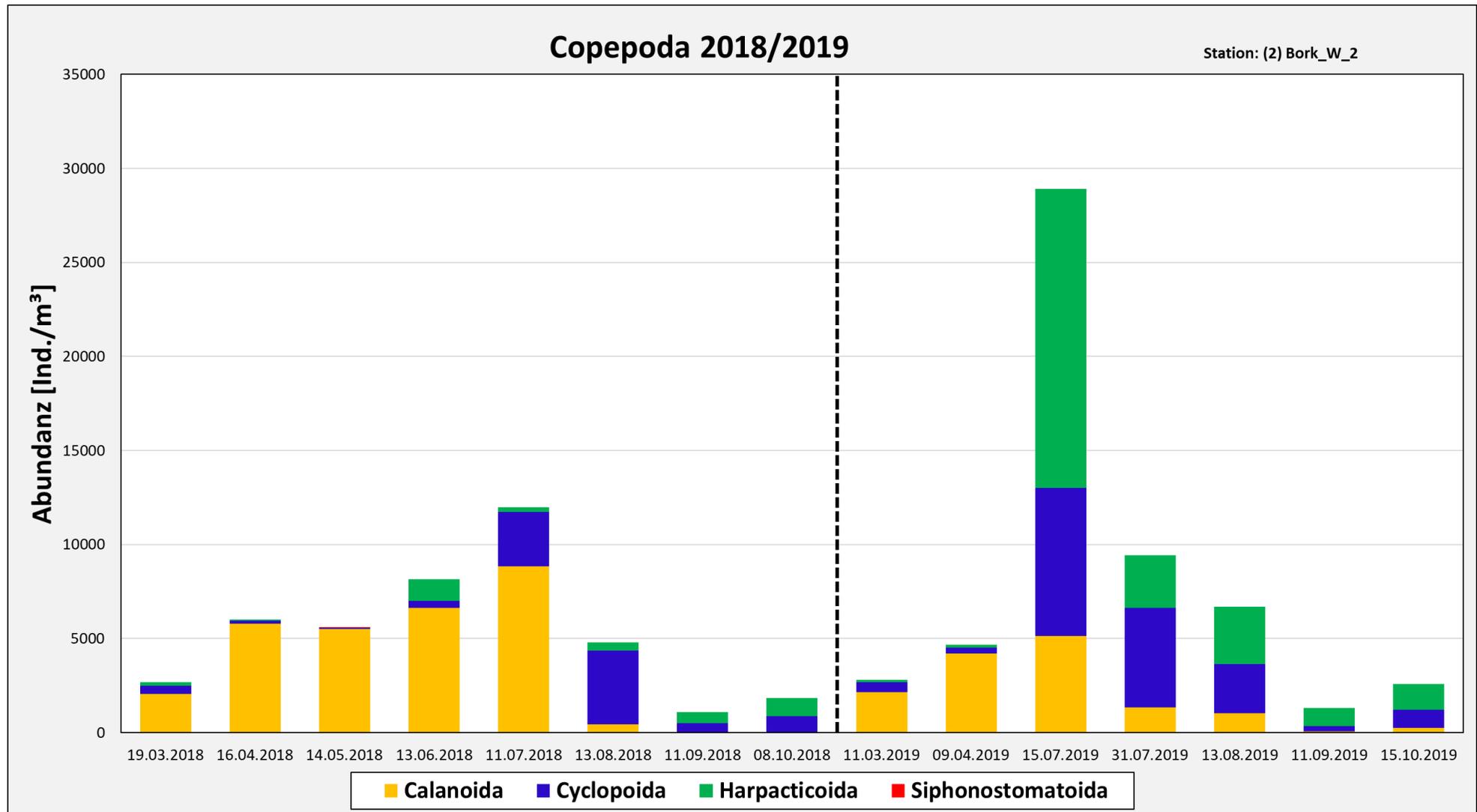


Abbildung 40: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Borkum W2.

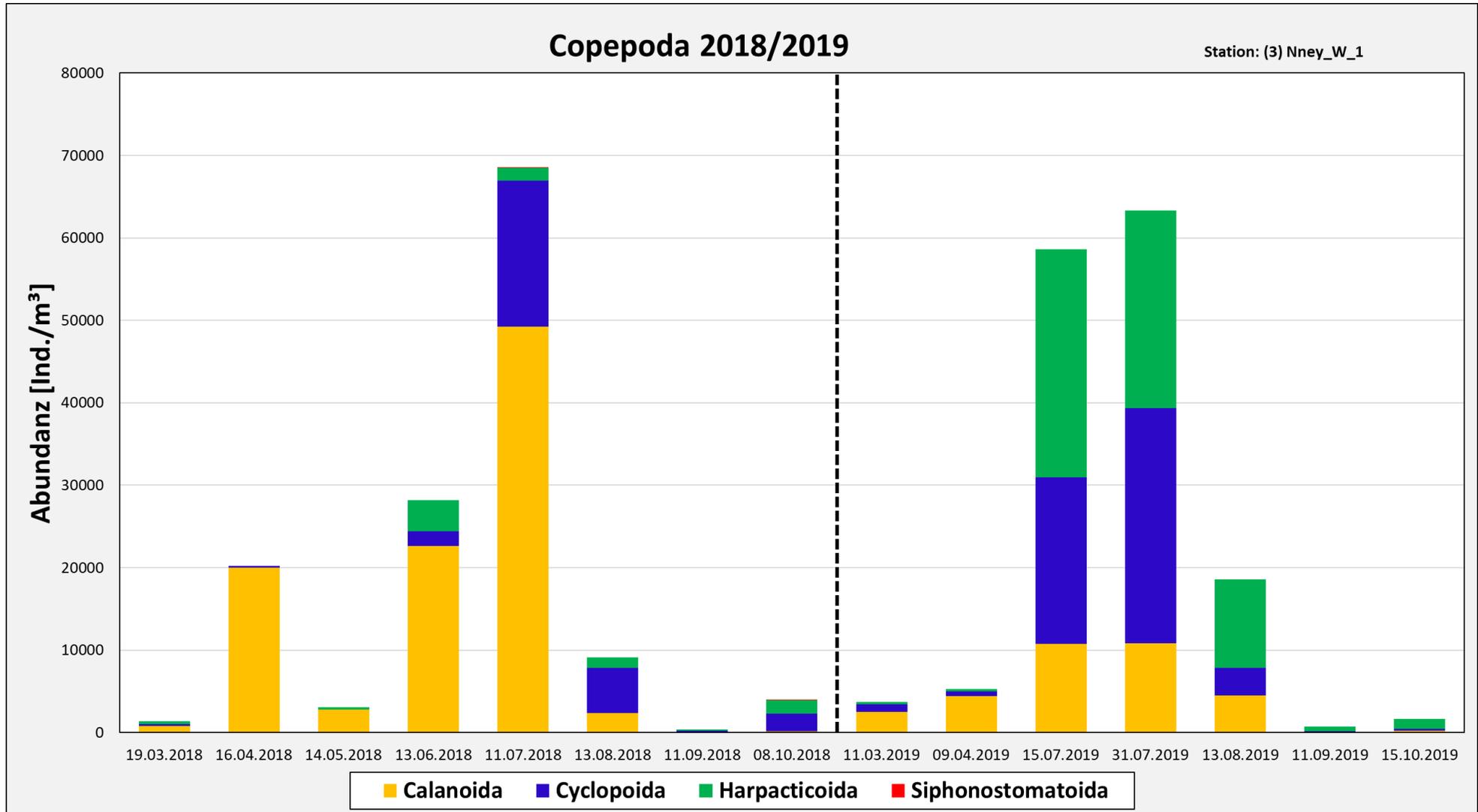


Abbildung 41: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Norderney W1.

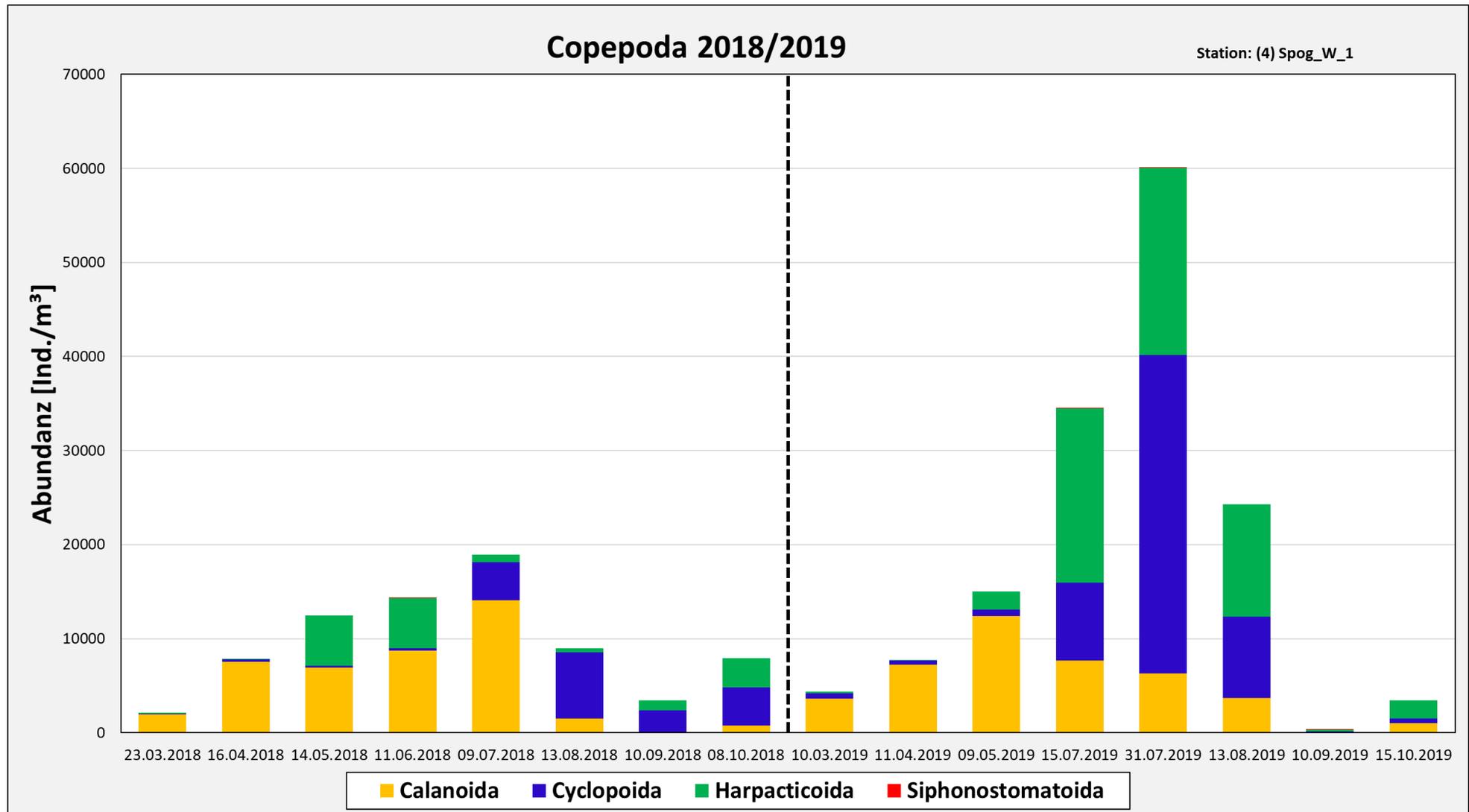


Abbildung 42: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Spiekeroog W1.

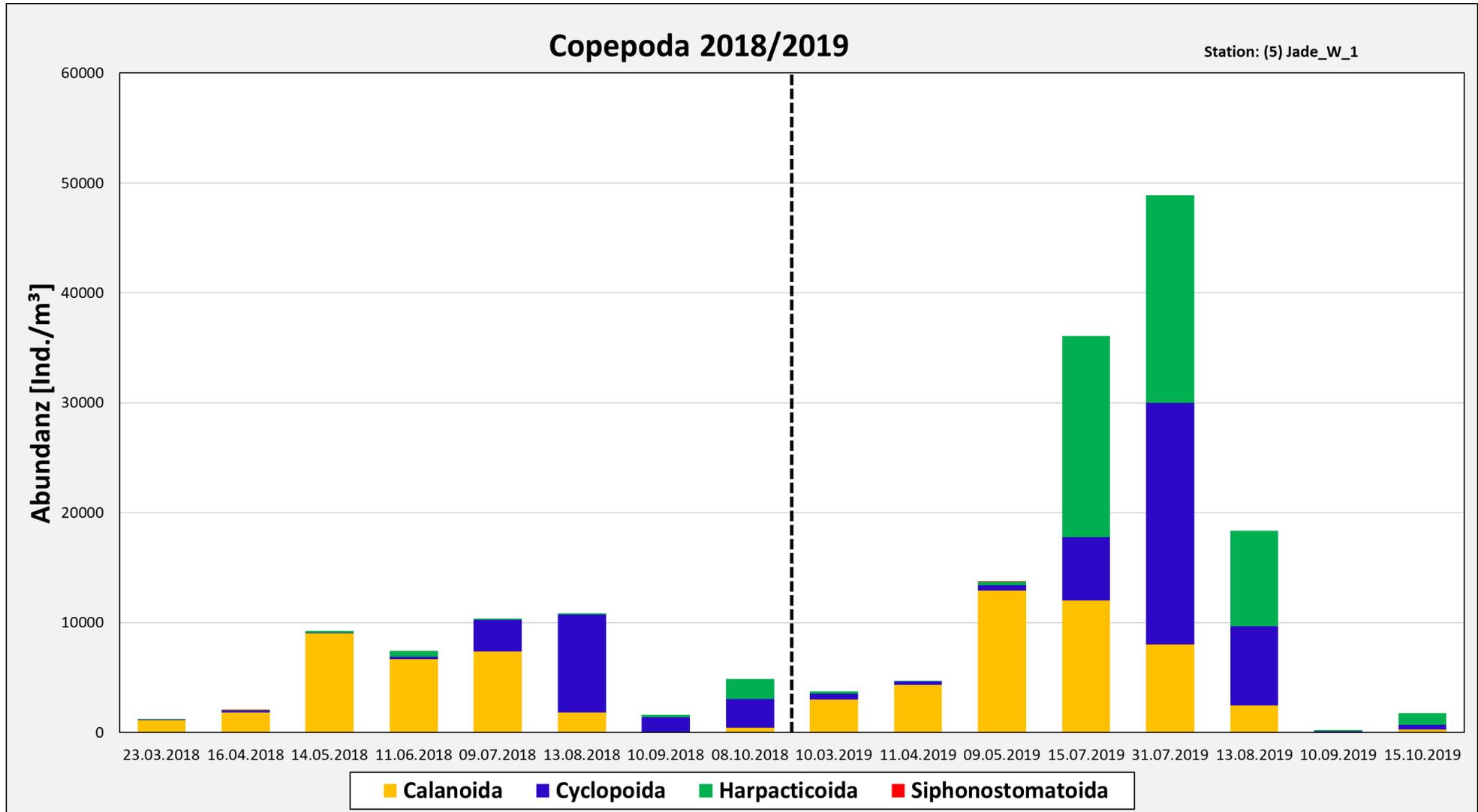


Abbildung 43: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Jade W1.

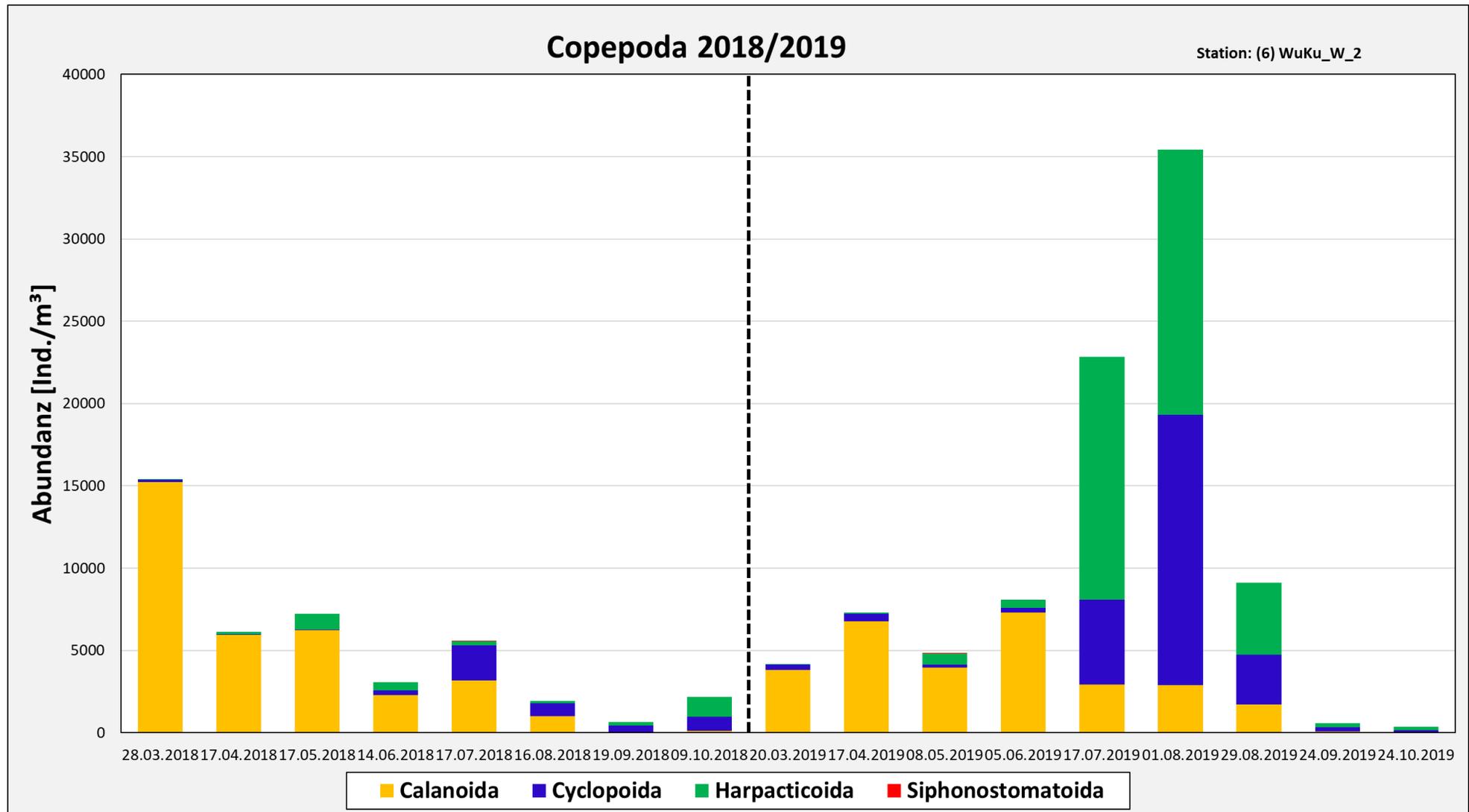


Abbildung 44: Entwicklung der Copepoda 2018 und 2019 für die Station Wurster Watt W2.

3.5.1.2 Copepoda (Calanoida) – räumlicher Gradient

Die räumliche Verteilung der calanoiden Copepoda entlang der Küste ist in Abbildung 45 bis Abbildung 50 dargestellt. Ein deutliches Verteilungsmuster der einzelnen Arten entlang der Küste war nicht zu erkennen. Vielmehr zeigten sich Unterschiede in der Gesamtabundanz und ein zeitlicher Verlauf in der Artenzusammensetzung. Die drei am häufigsten vorkommenden Taxa waren *Acartia* spp., *Centropages hamatus* und *Temora longicornis*, wobei *Acartia* spp. meist die dominierende Gruppe war. Aufgrund der schwierigen Unterscheidbarkeit wurden die Copepodit-Stationen von *Paracalanus parvus* und *Pseudocalanus elongatus* als eine Gruppe gezählt. Ebenso wurden die Nauplius-Larven der Arten *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* gemeinsam erfasst. Abgesehen von den drei häufigsten Arten wurden nur vergleichsweise wenige Exemplare der übrigen hier vorkommenden calanoiden Copepoda gefunden. Ab August war *Acartia* spp. an allen Standorten und in beiden Jahren die dominierende Artengruppe. *Centropages hamatus* und *Temora longicornis* wurden vor allem in den Proben von März bis Juli gefunden, spielten jedoch ab August für die Gesamtabundanz eine untergeordnete Rolle.

Im Jahr 2018 konnte an den meisten Stationen ein Anstieg der Gesamtabundanz bis zum Sommer festgestellt werden mit deutlich niedrigeren Werten ab August, wobei an der Station Jade W1 bereits im Mai der höchste Wert erreicht wurde. Die Stationen Borkum W1 und Wurster Watt W2 wiesen im zeitigen Frühjahr das Maximum der Gesamtabundanz auf. Insgesamt wurden die höchsten Abundanzen an der Messstelle Norderney W1 erreicht, vor allem im April sowie in den Sommermonaten von Juni bis August. Im Sommer war ein deutlicher Gradient in der Individuendichte zu sehen mit einem Anstieg von West nach Ost und kleiner werdenden Werten an den Stationen Spiekeroog W1, Jade W1 und Wurster Watt W2. Die Biodiversität war am Anfang des Jahres 2018 bis Mai etwas höher als im Sommer sowie an den Stationen Spiekeroog W1, Jade W1 und WuKu W2 in den Monaten August bis Oktober.

Bei den Beprobungen im Jahr 2019 wurden die höchsten Gesamtabundanzen ebenfalls meist in den Sommermonaten erreicht, wobei dies an den Stationen Spiekeroog W1 und Jade W1 bereits im Mai der Fall war. An der Station Borkum W1 zeigte sich das Abundanzmaximum im zeitigen Frühjahr. Wie im Jahr zuvor lagen die Werte ab August wieder deutlich niedriger als im Juli. Im Gegensatz zu den Beprobungen im Jahr 2018 nahm die Biodiversität in den Sommermonaten 2019 nicht ab, sondern wies erst ab August eine Verringerung auf, mit Ausnahme der Stationen Jade W1 und WuKu W2. *Acartia* spp. kam das ganze Jahr über sehr häufig vor und war oft die dominierende Gattung, vor allem ab August. *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* wurden bis Juli relativ häufig erfasst, die Abundanzen wurden ab August jedoch deutlich kleiner. Der räumliche Gradient in der Gesamtabundanz war weniger ausgeprägt als im Jahr 2018. Die westlichsten und östlichsten Stationen wiesen die geringste Individuendichte auf, nur war der Unterschied zwischen Frühjahr und den Sommermonaten deutlich kleiner und die Maximalwerte wurden in diesem Jahr an der Station Jade W1 erreicht.

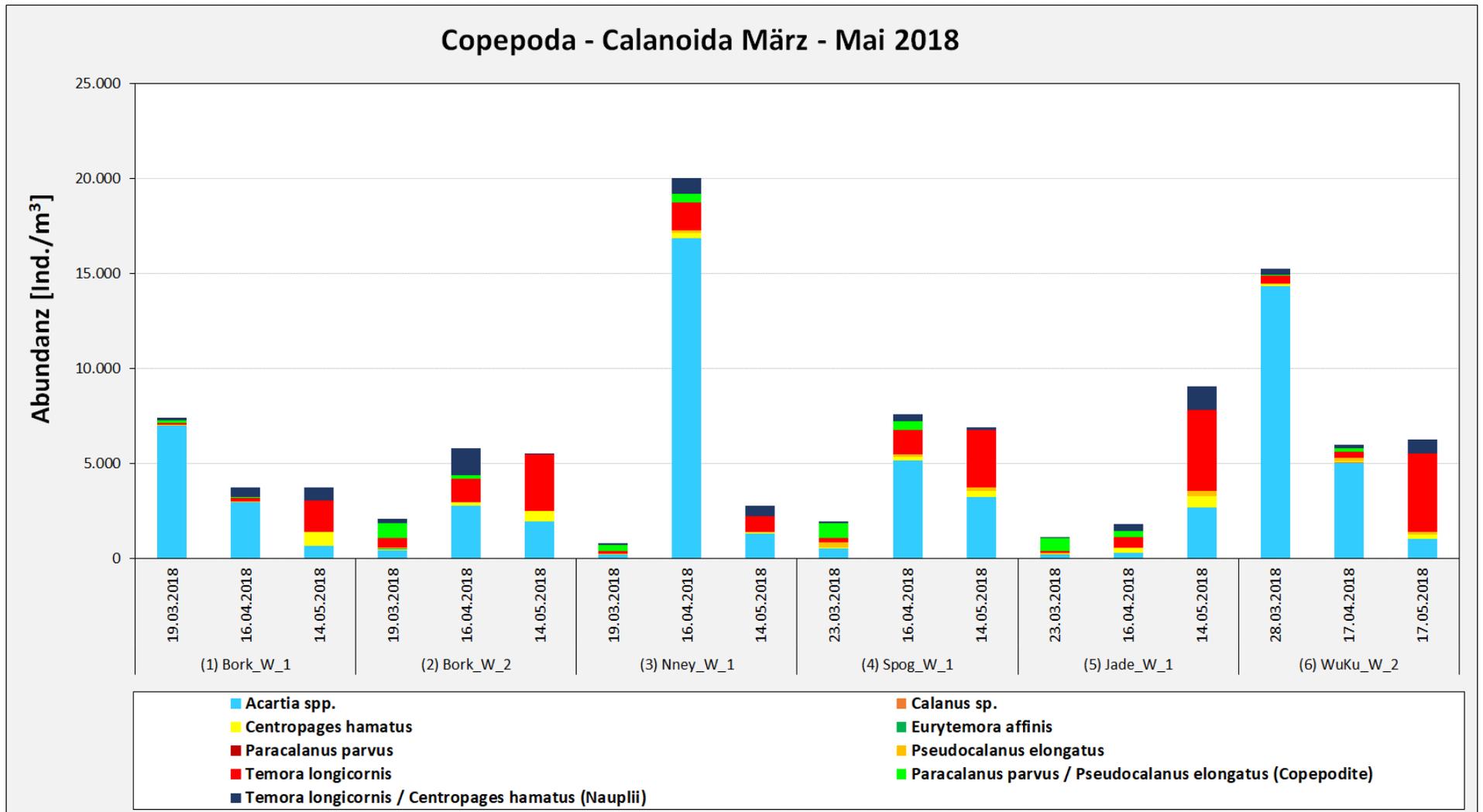


Abbildung 45: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate März bis Mai 2018.

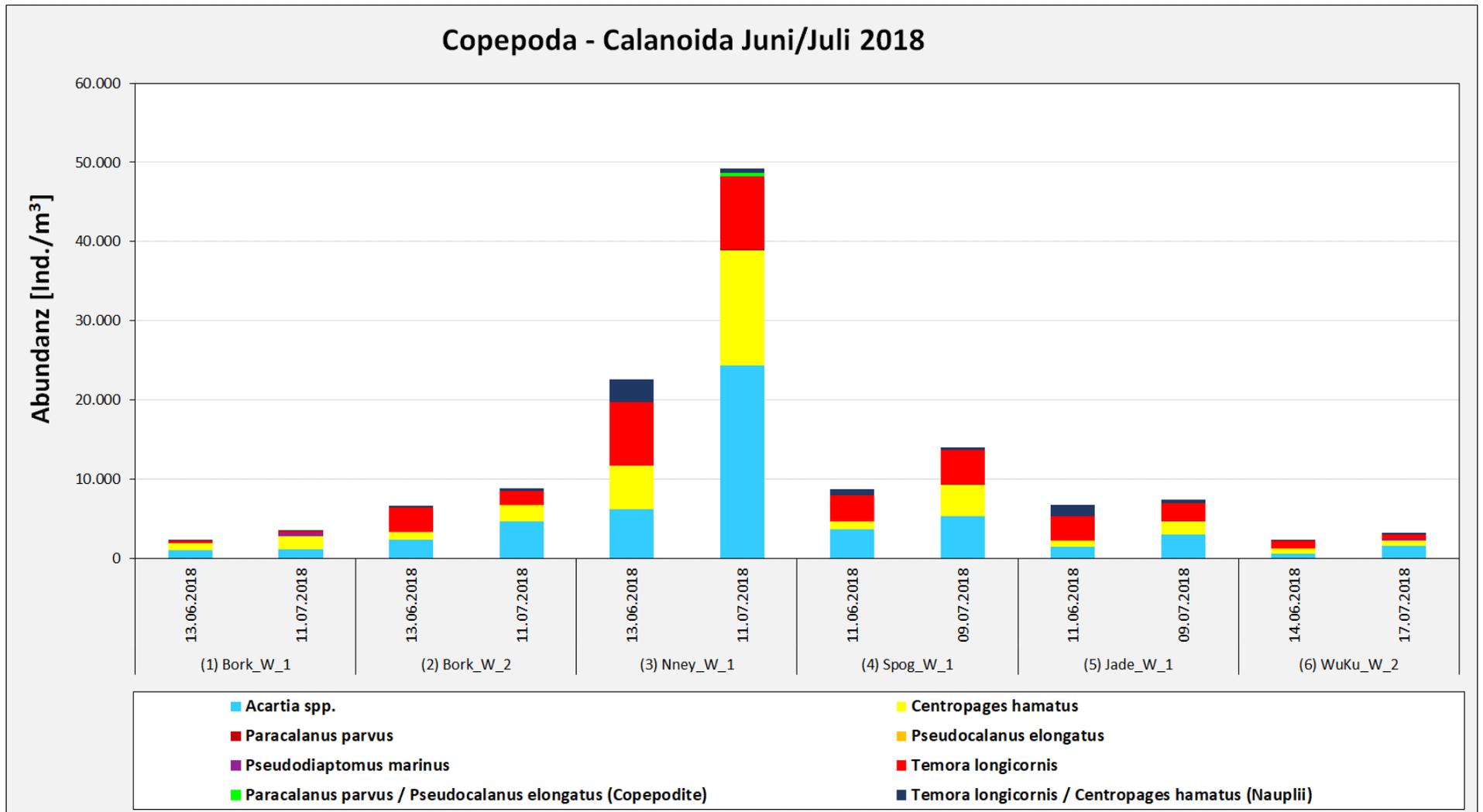


Abbildung 46: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate Juni und Juli 2018.

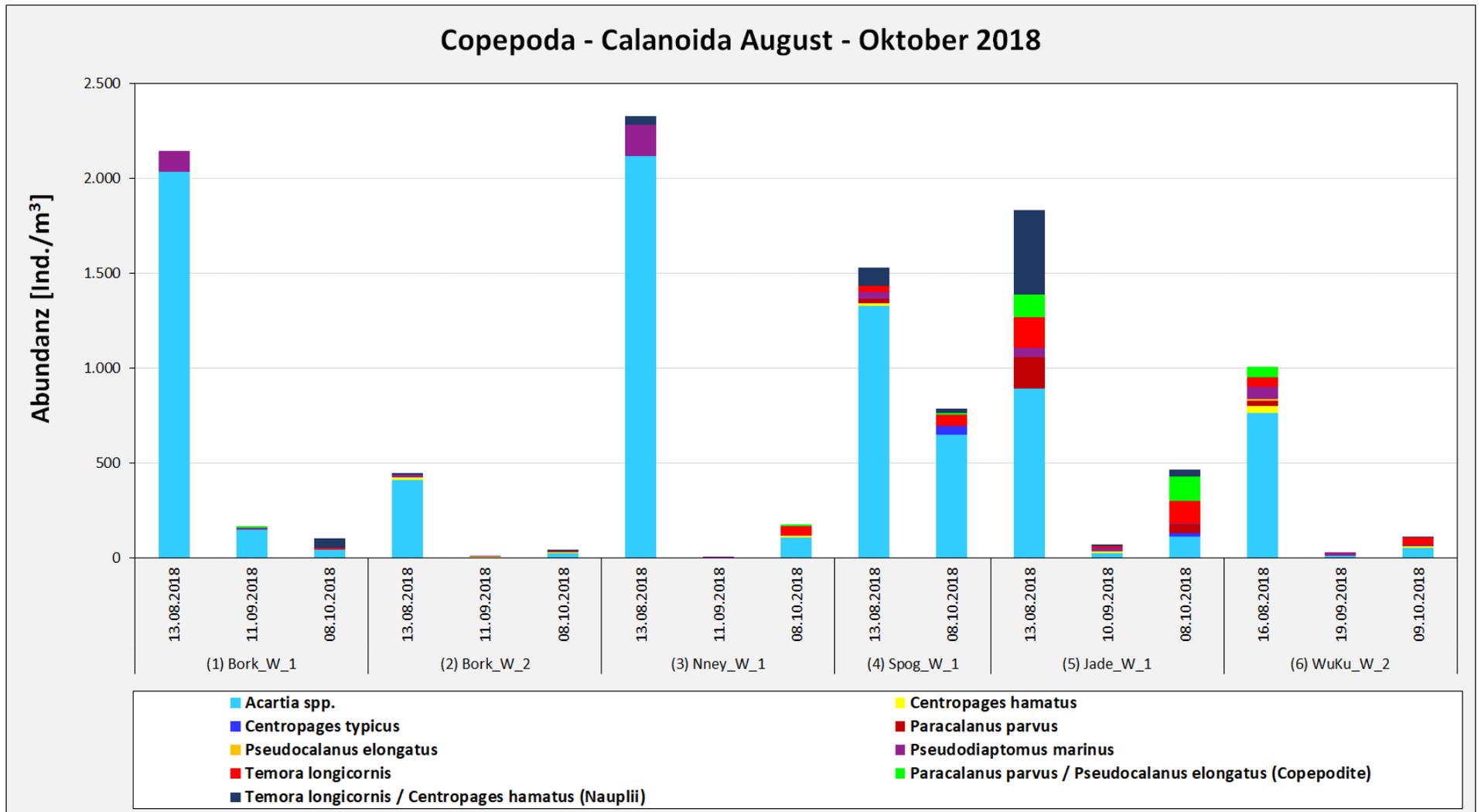


Abbildung 47: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate August bis Oktober 2018.

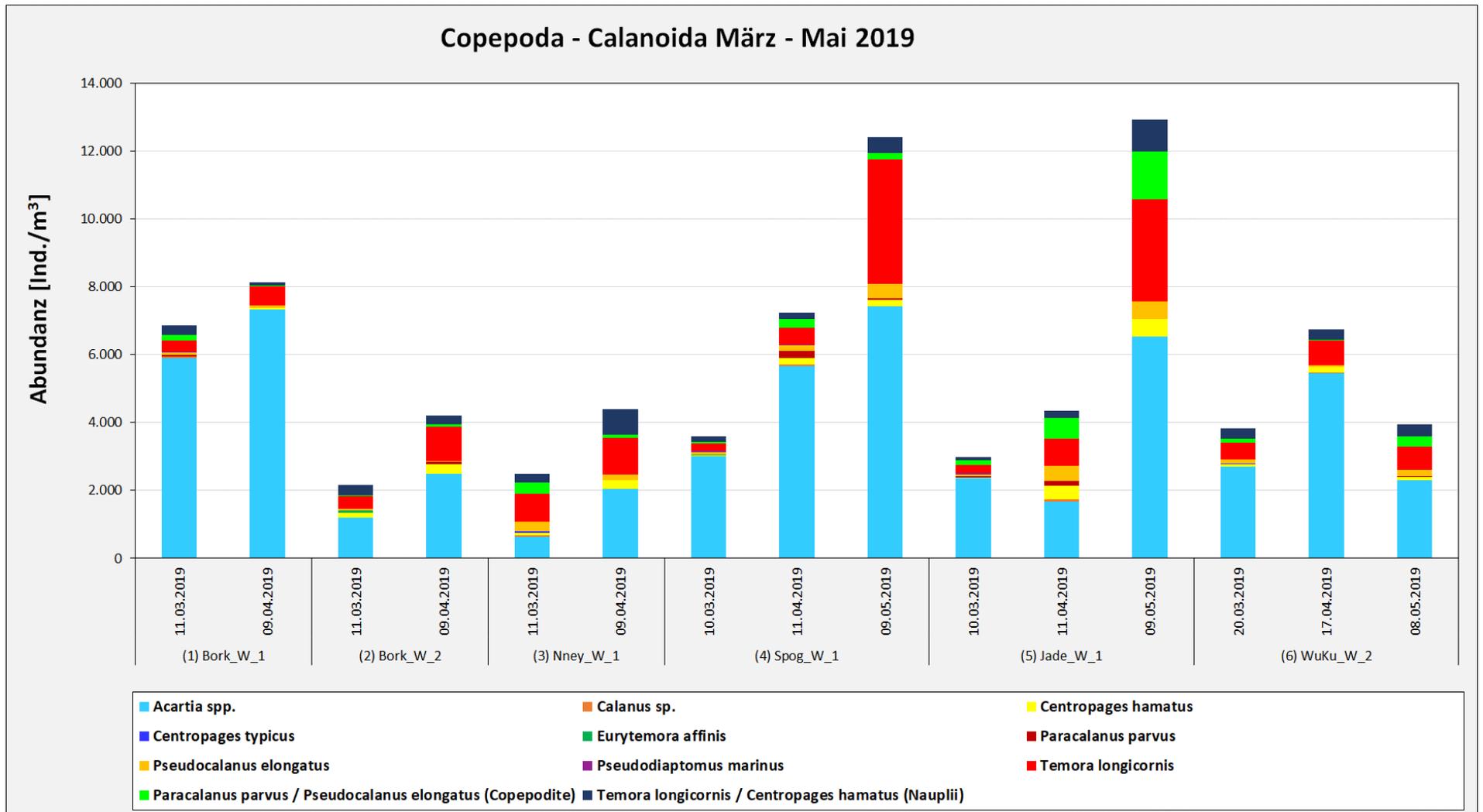


Abbildung 48: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate März bis Mai 2019.

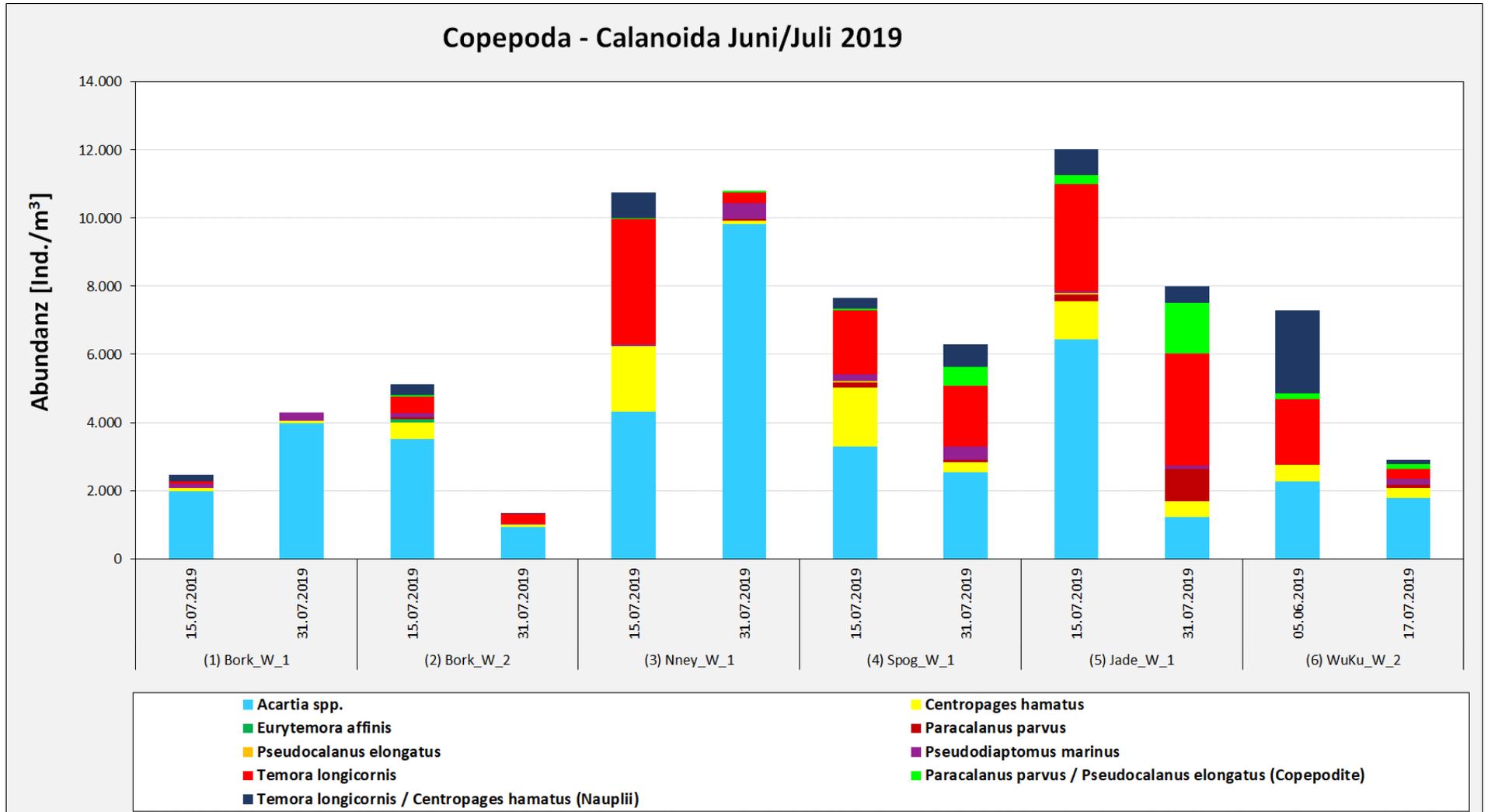


Abbildung 49: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate Juni und Juli 2019.

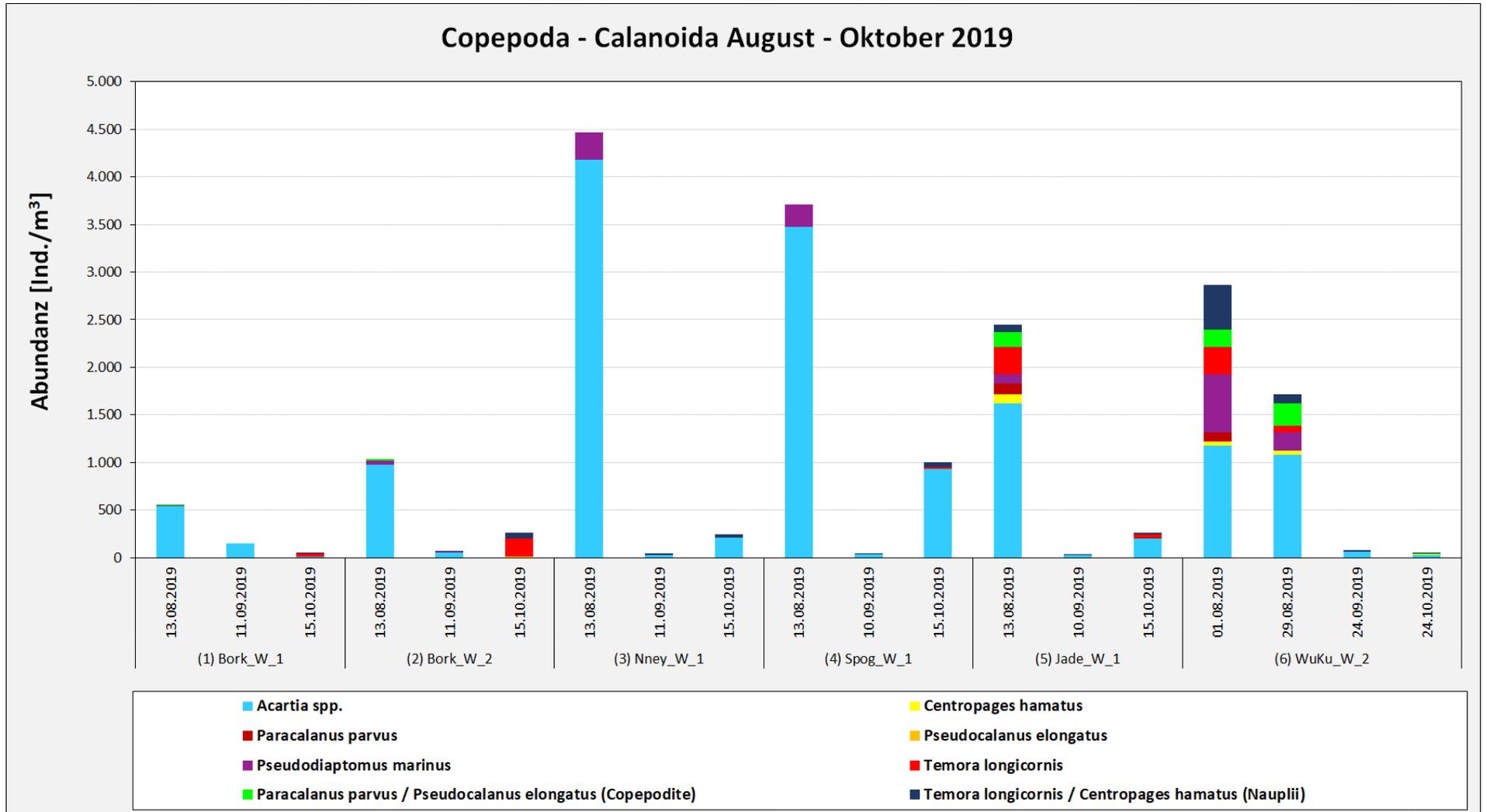


Abbildung 50: Entwicklung der calanoiden Copepoda entlang der Küste von West nach Ost für die Monate August bis Oktober 2019.

3.5.1.3 Calanoida (Entwicklungsstadien) – Borkum W1

Beispielhaft soll in den folgenden Kapiteln die Populationszusammensetzung der häufigsten Taxa *Acartia* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* an den einzelnen Messstationen dargestellt werden. In Abbildung 51 bis Abbildung 53 sind diese Ergebnisse an der Station Borkum W1 gezeigt.

Im Jahr 2018 war die Abundanz der adulten *Acartia* spp. im März am höchsten und überstieg die Abundanz der Copepodit-Stadien, wobei etwas mehr Männchen als Weibchen gefunden wurden und beide Gruppen eine Häufigkeit von jeweils fast $2.500 \text{ Ind.}\cdot\text{m}^{-3}$ erreichten. Im Verlauf der Monate bis Oktober war die Abundanz der adulten Tiere deutlich niedriger. Die Gruppe der Männchen und Weibchen blieb immer unterhalb von jeweils $500 \text{ Ind.}\cdot\text{m}^{-3}$ und die Anzahl der Weibchen war etwas höher als die der Männchen. Die Individuendichte der Copepodit-Stadien war im März und April am höchsten, vor allem die Zahlen der Copepodite I-III war vergleichsweise hoch. Nach einem rapiden Absinken der Individuenzahlen von April auf Mai, war ein erneuter Anstieg bis August erkennbar mit einem Minimum im September und Oktober. Im Jahr 2019 zeigten die unterschiedlichen Populationsgruppen einen ähnlichen Verlauf: Es wurden bereits im März relativ hohe Abundanzen erreicht, die bis April nochmals anstiegen und bis Juli deutlich kleiner wurden. Einen weiteren Anstieg gab es Ende Juli und anschließend sanken die Werte kontinuierlich bis Oktober. Nur bei den Copepodit-Stadien IV-V war die Abundanz im März etwas höher als im April. Zu jedem Zeitpunkt wurden mehr adulte Weibchen als adulte Männchen erfasst.

Die unterschiedlichen Entwicklungsstufen von *Temora longicornis* zeigten im Jahr 2018 jeweils einen Anstieg in der Abundanz bis Mai mit einer anschließenden Verringerung der Individuendichte. Nur die Copepodite IV-V erreichten erst im Juni ihren Höchstwert. Auffallend hoch war die Abundanz der Copepodit-Stadien I-III im Mai. Unter den adulten Tieren wurden, mit Ausnahme der Beprobung im Juni, bei jeder Probenahme mehr Weibchen als Männchen gefunden, wobei adulte Männchen nur in den Monaten März, Mai und Juni gefunden wurden. Im Oktober kamen ausschließlich Individuen der Copepodit-Stadien I-III vor. 2019 wurden im März ausschließlich Copepodite gefunden, deren Abundanz bis April in etwa gleich hoch blieb und sich dann deutlich verringerte. Adulte Tiere kamen nur im April und Juli vor, wobei jeweils mehr Weibchen als Männchen gefunden wurden.

Im Jahr 2018 erreichten die Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus*, bis auf die Gruppe der adulten Männchen, die höchsten Abundanzen im Juli. Im April kamen ausschließlich Copepodite I-III vor und in den übrigen Monaten bis Juli wurden diese jeweils am häufigsten gefunden. Die adulten Männchen erreichten die höchste Abundanz im Juni. Von August bis Oktober konnten keine Individuen der Art *Centropages hamatus* mehr erfasst werden. Die Abundanzen waren ein Jahr später deutlich geringer. Im April kamen ausschließlich adulte Tiere vor, im Juli einige Individuen der Copepodite I-III und adulte Weibchen. Ende Juli wurden einige wenige Copepodite I-III sowie Copepodite IV-V und adulte Männchen gefunden.

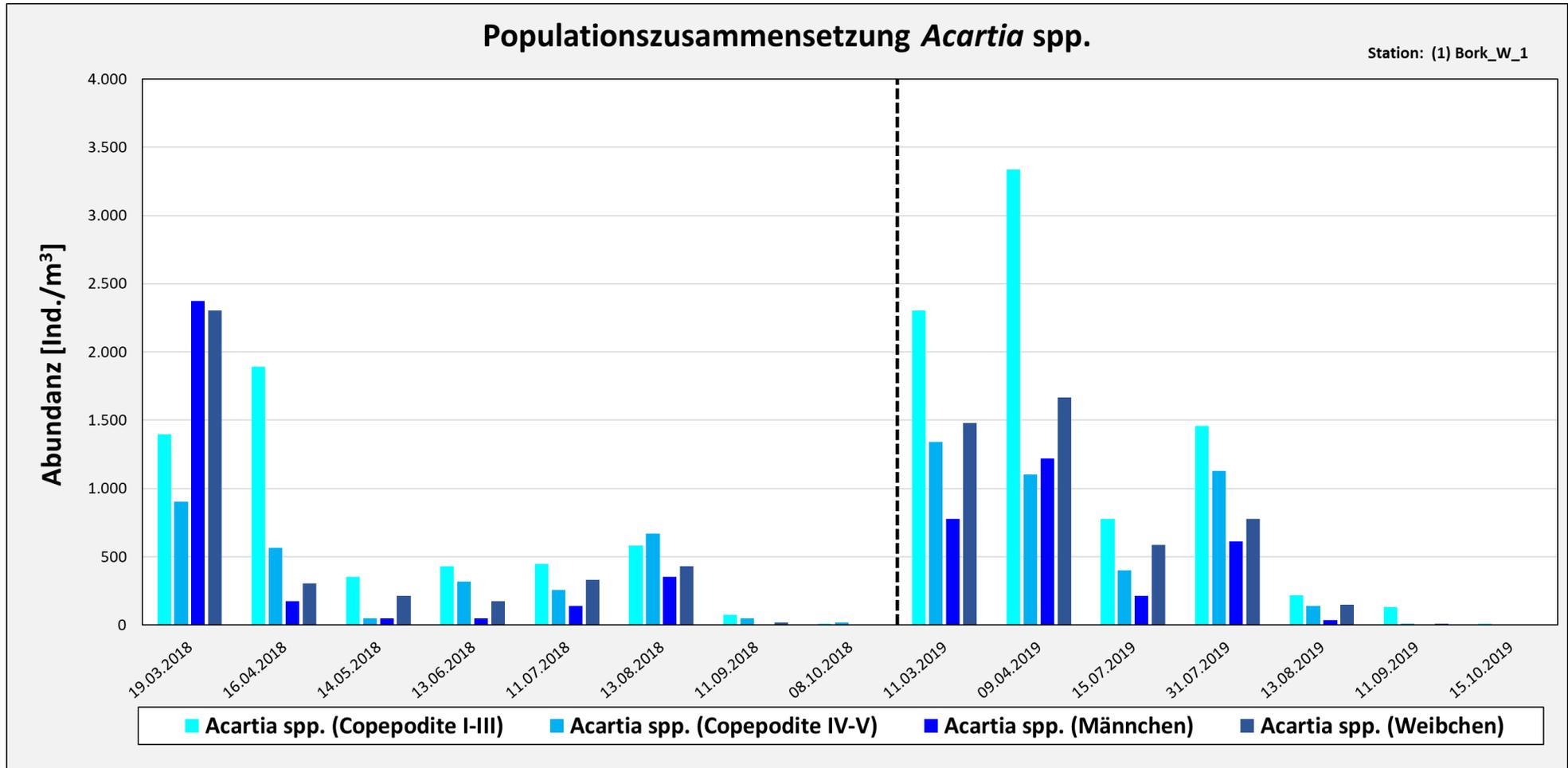


Abbildung 51: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Acartia* spp. für 2018 und 2019 an der Station Borkum W1.

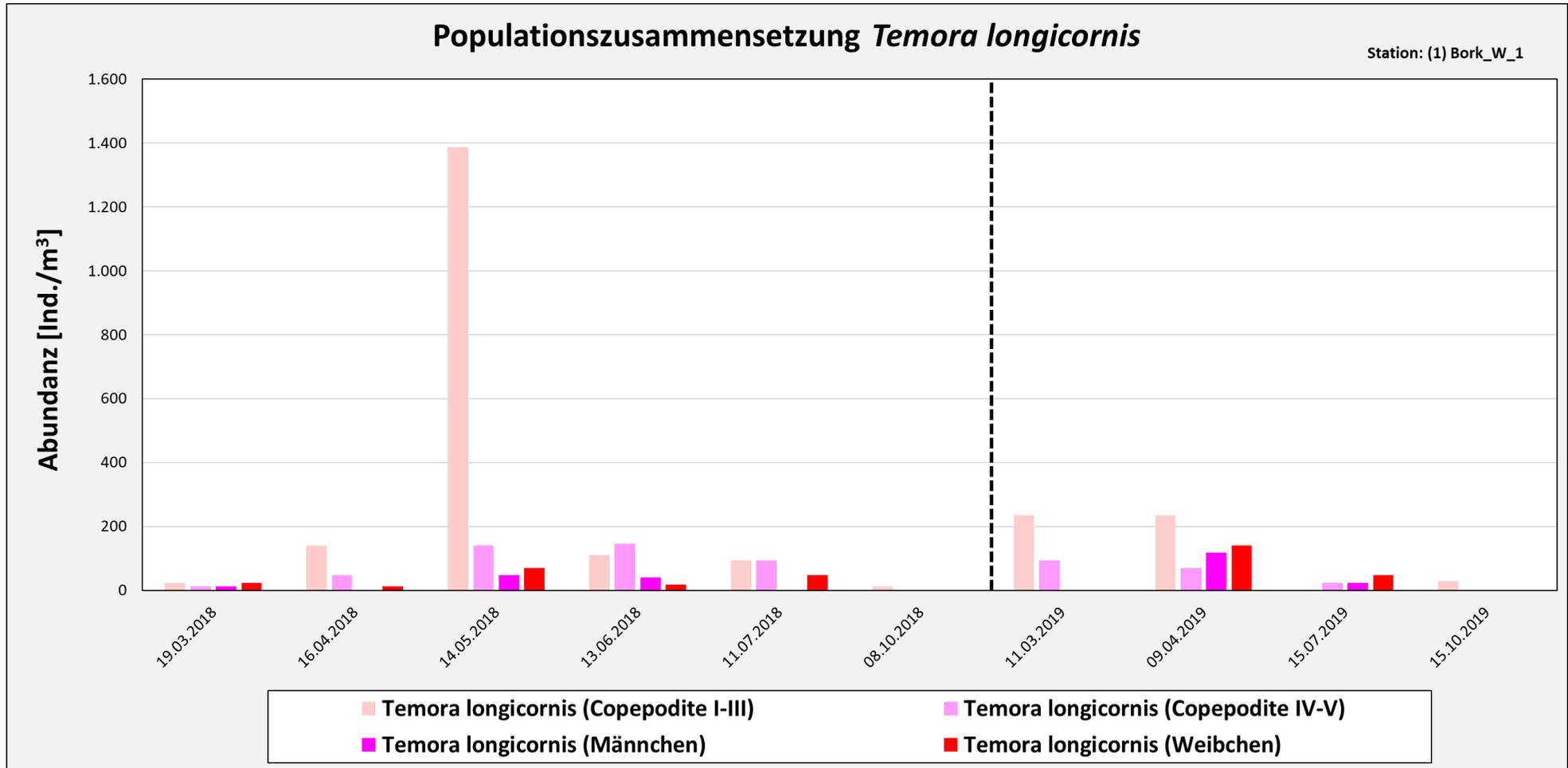


Abbildung 52: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* für 2018 und 2019 an der Station Borkum W1.

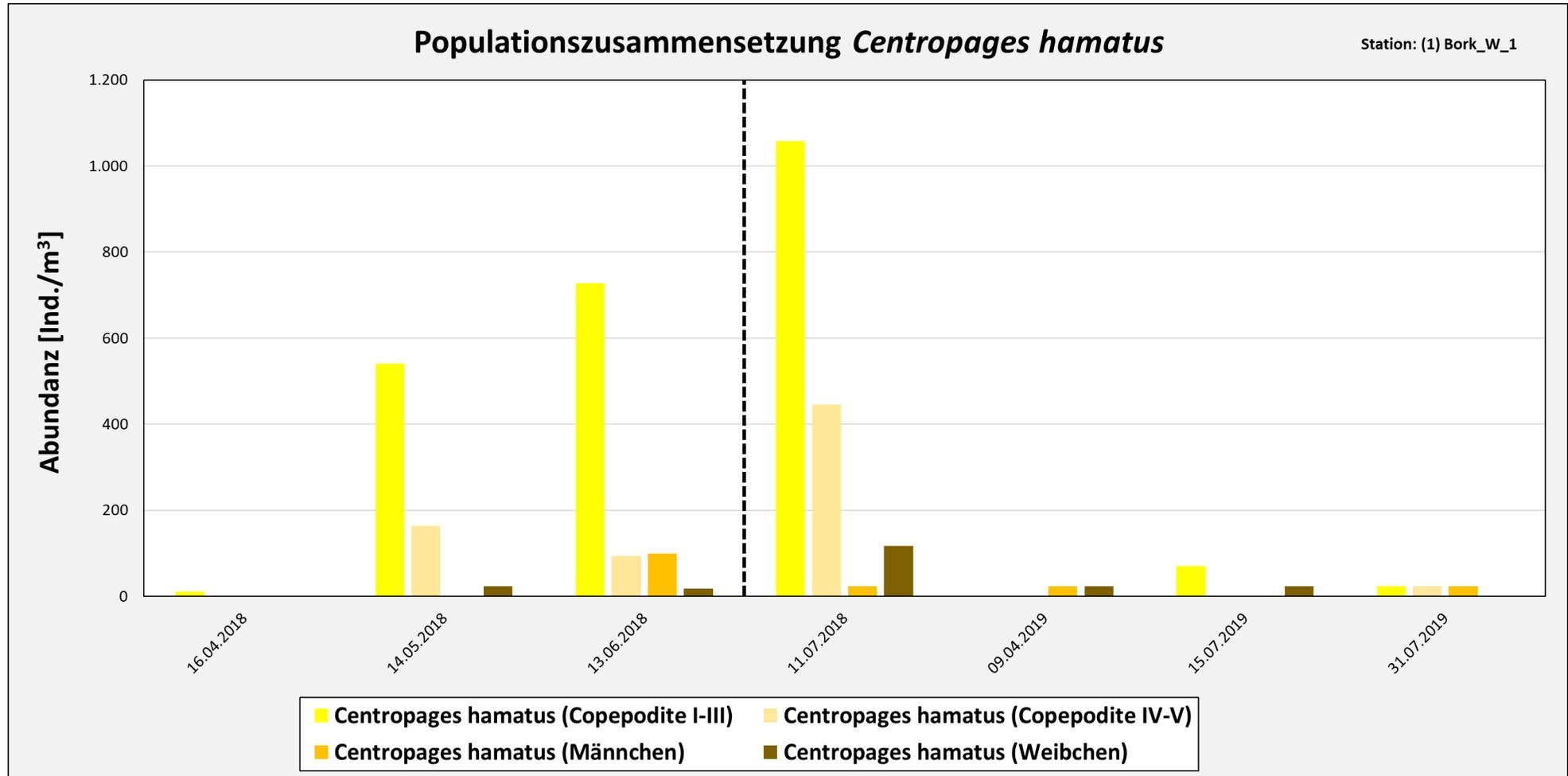


Abbildung 53: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus* für 2018 und 2019 an der Station Borkum W1.

3.5.1.4 Calanoida (Entwicklungsstadien) – Borkum W2

Die Populationszusammensetzung von *Acartia* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* an der Probenahmestelle Borkum W2 ist in Abbildung 54 bis Abbildung 56 dargestellt.

Die Copepodit-Stadien I-III der Gattung *Acartia* waren in beiden Jahren bei jeder Probenahme am häufigsten zu finden. Die Abundanz nahm im Jahr 2018 ab März stark zu, erreichte im Juli ein Maximum und anschließend deutlich kleinere Werte ab August. Die übrigen Entwicklungsstadien zeigten im Mai kleinere Abundanzen als im April, wurden ab Juni wieder häufiger und erreichten im Juli den Höchstwert. Danach nahm die Anzahl wie bei den Copepodit-Stadien I-III ab August stark ab. Im Oktober wurden lediglich einige wenige Individuen der Copepodit-Stadien IV-V gefunden. Ein Jahr später war die Abundanz der Copepodit-Stadien I-III bereits im April am höchsten und sank im Verlauf des Jahres auf einen Wert von nur 44 Ind. \cdot m⁻³ im September. Die übrigen Entwicklungsstadien erreichten im Juli die höchste Abundanz und wurden anschließend weniger häufig gefunden, bis im September keine Individuen mehr gefunden wurden.

Auch bei *Temora longicornis* erreichten die Copepodit-Stadien I-III in beiden Jahren höhere Abundanzen als die übrigen Entwicklungsstadien, vor allem wurde dieser Unterschied im Jahr 2018 deutlich. Am häufigsten waren die Copepodite I-III im Mai zu finden, danach sank die Häufigkeit kontinuierlich. Im Oktober wurden nur noch sehr wenige Individuen der Copepodit-Stadien I-III erfasst, jedoch keine Exemplare der übrigen Entwicklungsstadien. Die Abundanzen der Copepodit-Stadien IV-V zeigten einen ähnlichen Verlauf mit einem Maximum im Juni. Adulte Tiere kamen das ganze Jahr über nur sehr wenige vor. Die Individuendichte der adulten Männchen veränderte sich kaum und die Anzahl der adulten Weibchen zeigte einen etwas höheren Wert im Juli. Die Abundanzen waren im Jahr 2019 insgesamt deutlich niedriger als 2018. Die Copepodit-Stadien erreichten die höchsten Abundanzen im April und wurden anschließend wieder weniger häufig erfasst. Im Oktober waren, wie im Jahr zuvor, ausschließlich Individuen der Copepodit-Stadien I-III zu finden. Es kamen etwas mehr adulte Weibchen als adulte Männchen vor, die Individuendichte blieb jedoch das ganze Jahr über sehr klein.

Bei *Centropages hamatus* machten ebenfalls die Copepodite I-III in beiden Jahren den größten Teil der Individuendichte aus. Die Abundanz stieg im Jahr 2018 bis Juli an und erreichte ein Maximum von fast 1.000 Ind. \cdot m⁻³. Von August bis Oktober wurden nur sehr wenige Individuen der Copepodit-Stadien I-III erfasst, aber keine Exemplare der übrigen Entwicklungsstadien. Die Copepodite IV-V zeigten einen ähnlichen Verlauf. Adulte Männchen wurden nur im Juni und Juli gefunden, adulte Weibchen ausschließlich im Juli. Ein Jahr später waren die ermittelten Abundanzen insgesamt deutlich kleiner. Im Juli wurde die höchste Individuendichte der Copepodit-Stadien I-III und IV-V ermittelt. Adulte Tiere kamen ausschließlich im März vor, wobei genauso viele Weibchen wie Männchen gefunden wurden.

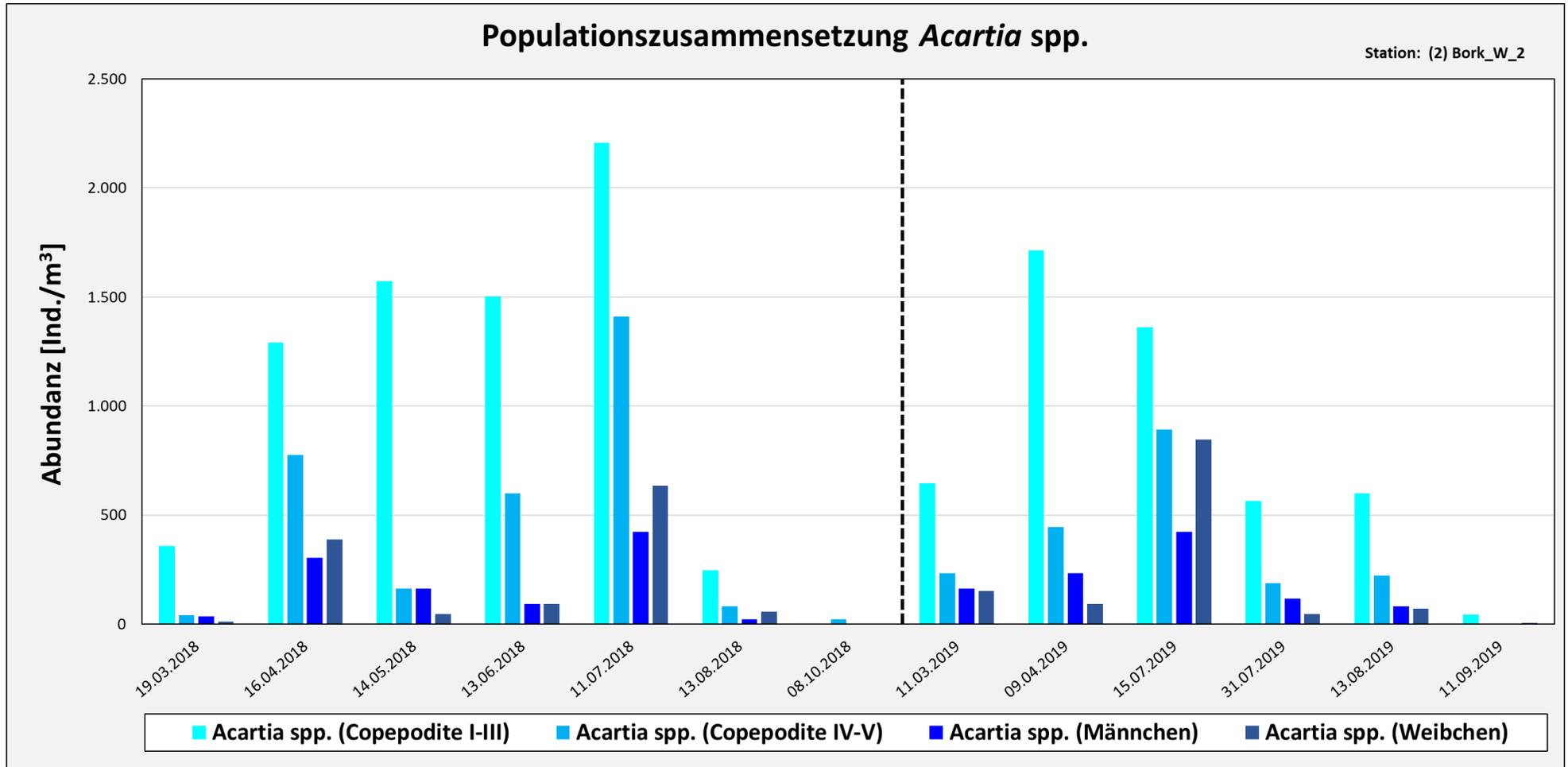


Abbildung 54: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Acartia* spp. für 2018 und 2019 an der Station Borkum W2.

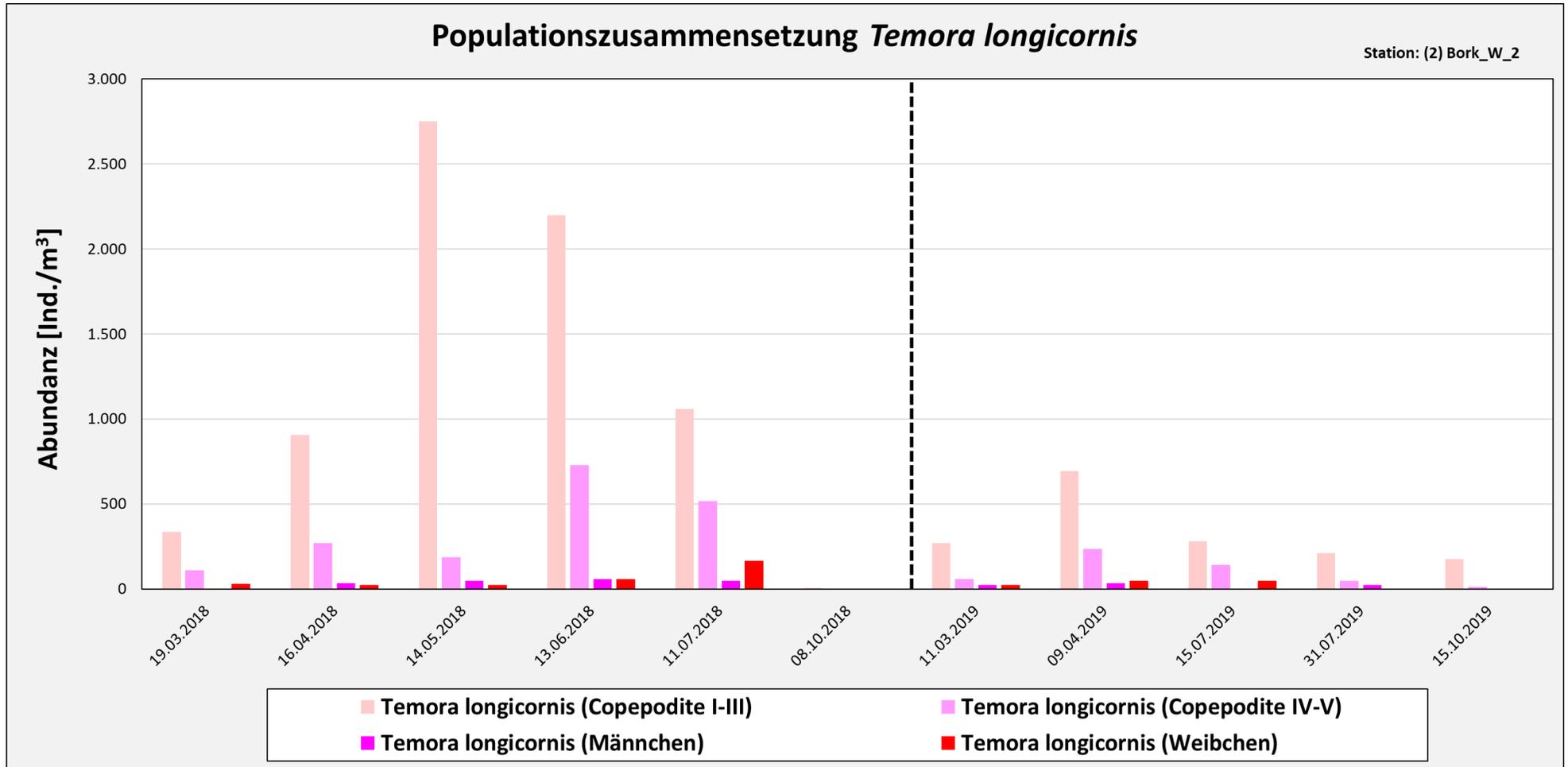


Abbildung 55: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* für 2018 und 2019 an der Station Borkum W2.

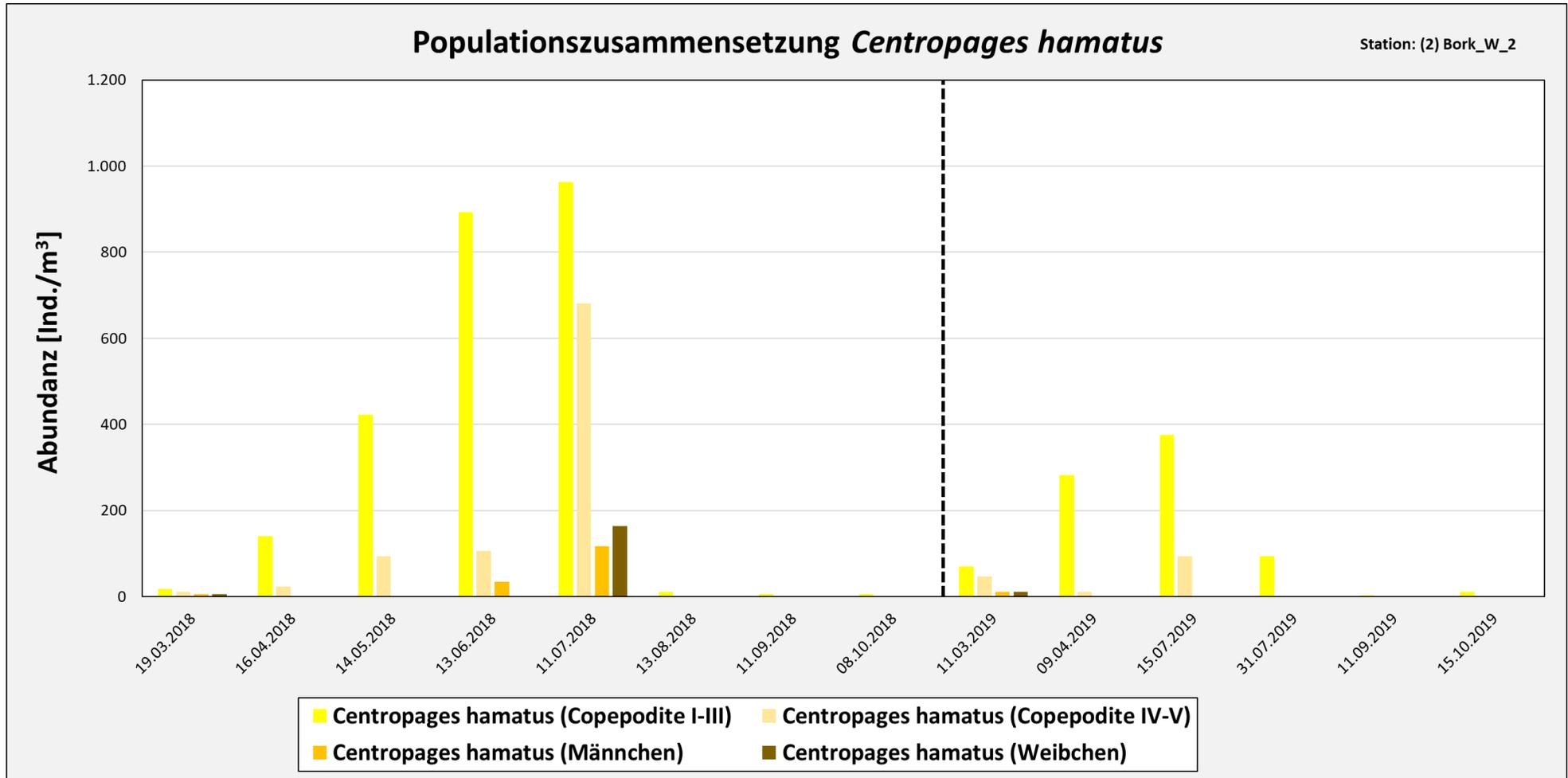


Abbildung 56: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus* für 2018 und 2019 an der Station Borkum W2.

3.5.1.5 Calanoida (Entwicklungsstadien) – Norderney W1

In Abbildung 57 bis Abbildung 59 ist die Populationszusammensetzung von *Acartia* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* an der Messstation Norderney W1 in den Jahren 2018 und 2019 dargestellt.

In beiden Jahren waren von *Acartia* spp. zu allen beprobten Zeitpunkten die Copepodit-Stadien I-III am häufigsten zu finden. Im Jahr 2018 wurden die höchsten Abundanzen im April und Juli erreicht mit Werten von ca. 11.000 Ind. \cdot m⁻³. Die Copepodit-Stadien IV-V kamen weniger häufig vor, erreichten aber die höchsten Werte ebenfalls im April und Juli. Die Individuendichte der adulten Männchen und Weibchen lag das ganze Jahr über unterhalb von 2.000 Ind. \cdot m⁻³, wobei die meisten adulten Tiere im Juli gefunden wurden. Im Jahr 2019 stieg die Abundanz der Copepodite bis Juli an und wurde im Lauf der Folgemonate geringer. Bei jeder Probenahme wurden die Copepodit-Stadien I-III häufiger erfasst als die Copepodit-Stadien IV-V. Die Abundanzen der adulten Tiere zeigten einen sehr ähnlichen Verlauf, wiesen aber insgesamt geringere Individuendichten auf mit Werten kleiner als 2.000 Ind. \cdot m⁻³.

Bei *Temora longicornis* war die Individuendichte der Copepodit-Stadien I-III meist deutlich höher als die der Copepodit-Stadien IV-V. Nur im Juli 2018 waren die Copepodite IV-V mit über 4.000 Ind. \cdot m⁻³ etwas häufiger zu finden und erreichten damit ihren höchsten Wert in diesem Jahr. Das Maximum der Copepodite I-III wurde einen Monat früher im Juni erreicht. Adulte Tiere waren deutlich seltener zu finden. Die höchsten Werte wurden im Juni und Juli ermittelt. Die Zahl der adulten Männchen und Weibchen blieb das ganze Jahr über unterhalb von jeweils 1.000 Ind. \cdot m⁻³. Im Jahr 2019 waren die Abundanzen deutlich niedriger als im Vorjahr. Die Copepodite erreichten die höchste Individuendichte im Juli. Adulte Tiere waren im April am häufigsten zu finden, erreichten aber nur Werte von 235 (Männchen) bzw. 164 (Weibchen) Ind. \cdot m⁻³.

Die Häufigkeit von *Centropages hamatus* war in den meisten Monaten nur sehr gering. Im Juni und Juli 2018 kamen alle Entwicklungsstadien in nennenswerten Anteilen vor. Die Copepodit-Stadien I-III erreichten relativ hohe Abundanzen von über 4.000 Ind. \cdot m⁻³ im Juni bzw. über 8.000 Ind. \cdot m⁻³ im Juli und auch die Copepodit-Stadien IV-V sowie adulte Tiere wurden im Juli häufig gefunden. Insgesamt war die Individuendichte der adulten Tiere deutlich geringer als die der Copepodite und es kamen meist mehr Männchen als Weibchen vor. Ein Jahr darauf waren die Individuendichten um einiges geringer als im Jahr 2018. Die höchsten Werte wurden ebenfalls im Juli erreicht.

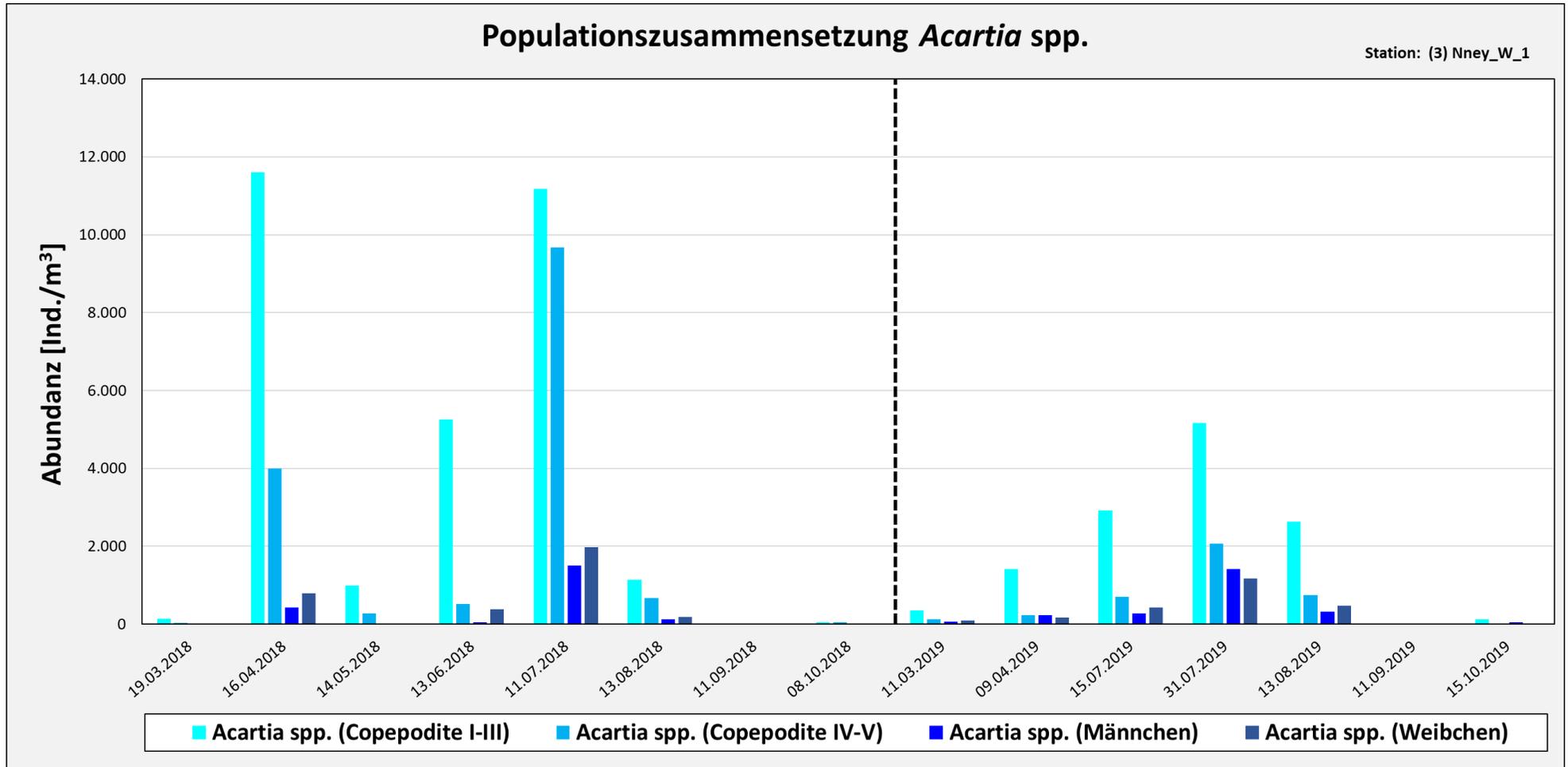


Abbildung 57: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Acartia* spp. für 2018 und 2019 an der Station Norderney W1.

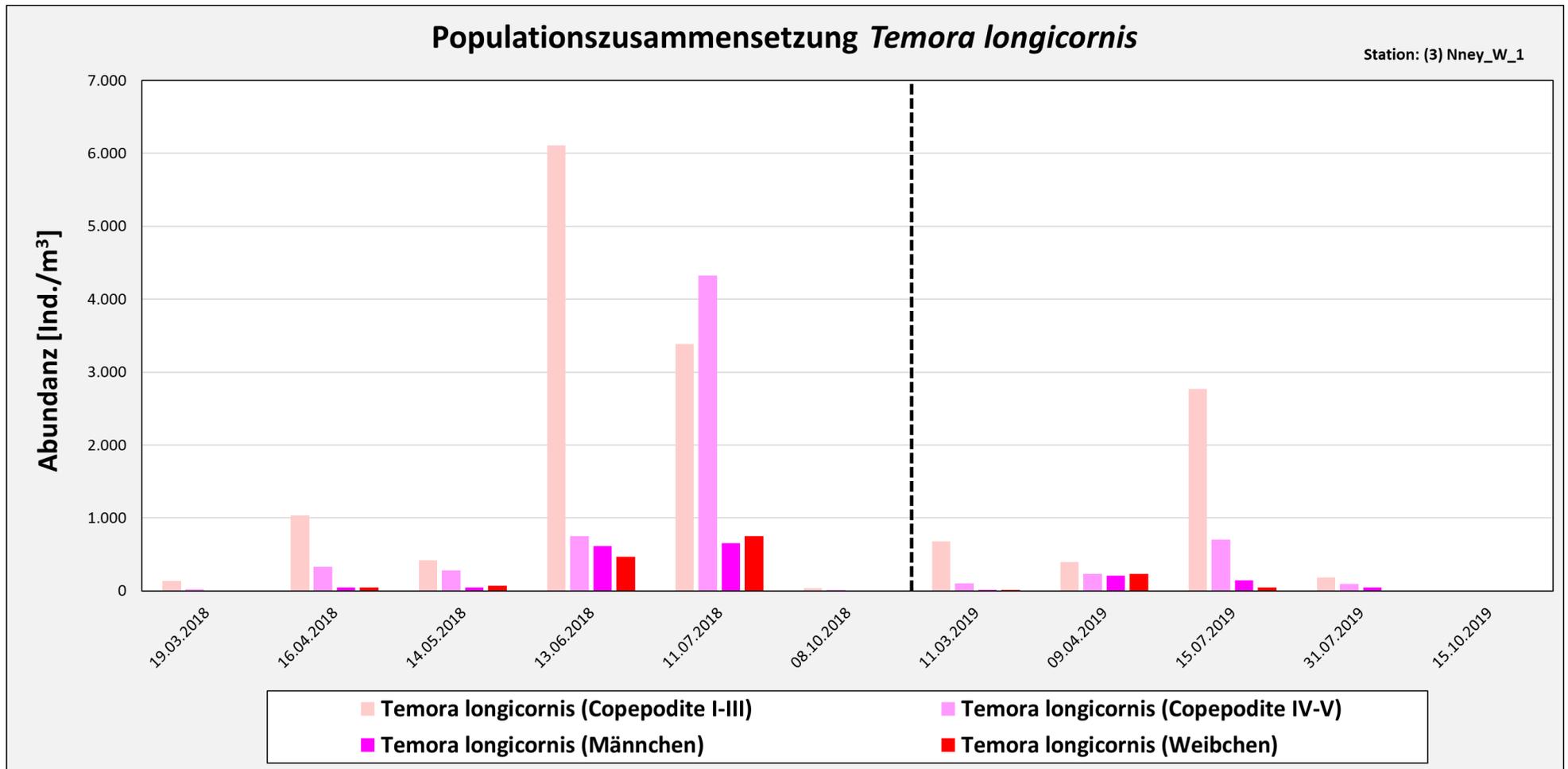


Abbildung 58: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* für 2018 und 2019 an der Station Norderney W1.

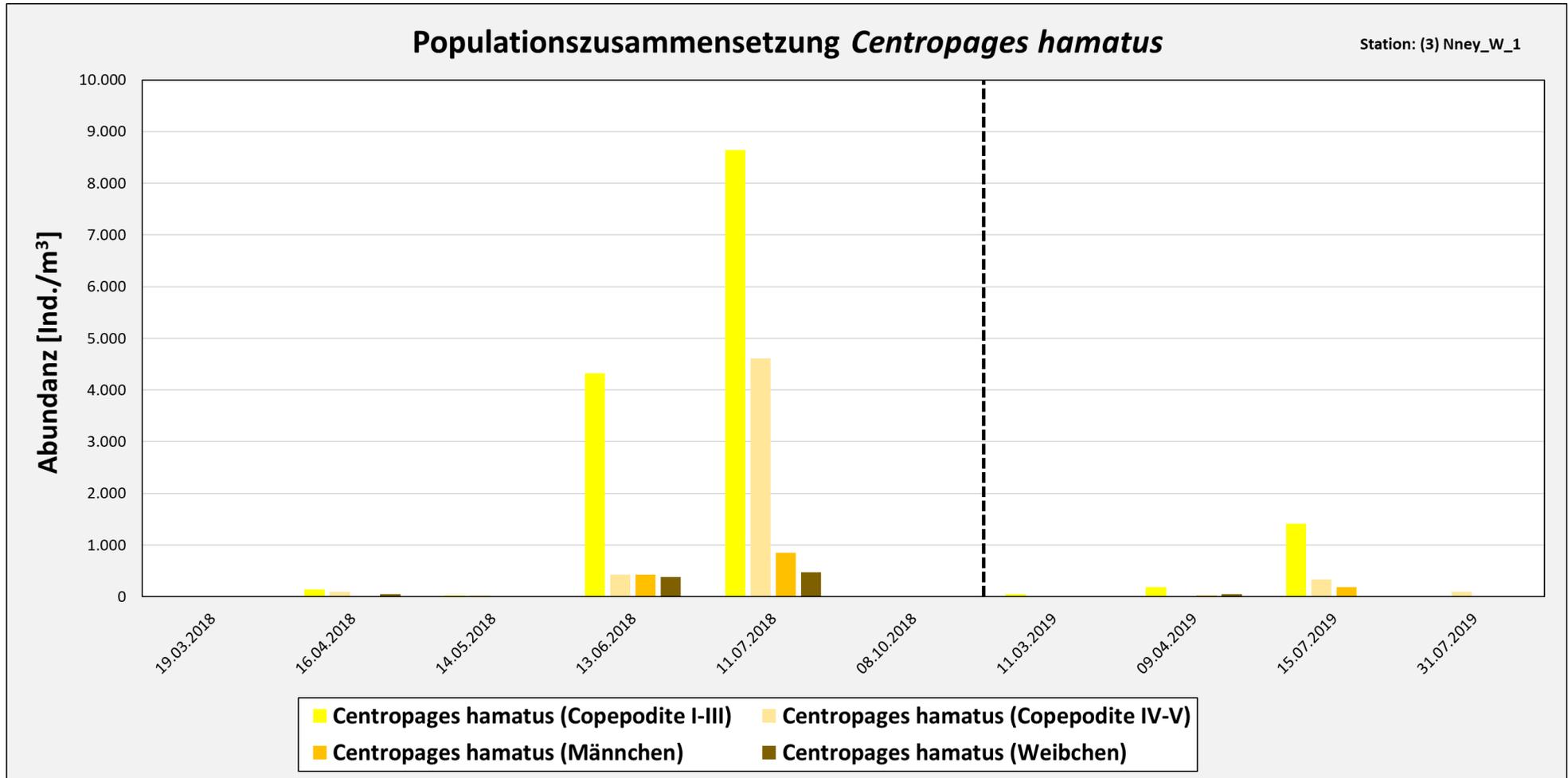


Abbildung 59: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus* für 2018 und 2019 an der Station Norderney W1.

3.5.1.6 Calanoida (Entwicklungsstadien) – Spiekeroog W1

Die zeitliche Entwicklung der unterschiedlichen Stadien der Arten *Acartia* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* an der Station Spiekeroog W1 sind in Abbildung 60 bis Abbildung 62 zu sehen.

Im Jahr 2018 stieg die Abundanz der Copepodit-Stadien I-III der *Acartia*-Arten von März bis April rapide an, blieb bis Juli relativ hoch und erreichte im August und Oktober deutlich kleinere Werte. Die Individuendichte der Copepodit-Stadien IV-V war meist deutlich niedriger. Es wurden zwei relativ hohe Werte im April und Juli erreicht. Die Abundanz der adulten Tiere stieg bis zum Sommer kontinuierlich an und wurde anschließend bis Oktober wieder kleiner. Im Juni 2018 erreichten die adulten Weibchen mit $681 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ die höchste Abundanz, im Juni war dies für die adulten Männchen der Fall mit einer Abundanz von $704 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$. Im darauffolgenden Jahr zeigte sich ein kontinuierlicher Anstieg der Copepodite I-III, bis im Mai eine Individuendichte von $3.524 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ erreicht wurde. Anschließend wurde die Abundanz wieder kleiner, zeigte im September ein Minimum und stieg im Oktober nochmals leicht an. Einen ähnlichen Verlauf nahm die Populationsentwicklung der Copepodit-Stadien IV-V, nur dass diese das Maximum bereits im April erreichten. Auch bei den adulten Tieren zeigte sich ein Anstieg der Individuendichte bis Mai und geringere Abundanzen im Verlauf des restlichen Jahres. Meist konnten mehr adulte Weibchen als Männchen gefunden werden.

2018 stieg die Zahl der Copepodite I-III von *Temora longicornis* bis Juni an und wurde anschließend wieder kleiner. Die Copepodite IV-V wiesen die höchste Abundanz erst im Juli auf. Bei den adulten Tieren kam es zunächst im Mai zu relativ hohen Individuendichten und dann nochmals im Juli. Ein Jahr später stieg die Individuendichte der Copepodite I-III bis Juli an und zeigte deutlich niedrigere Werte im Oktober. Die Copepodite IV-V erreichten ihr Maximum bereits im Mai. Adulte Tiere waren nur im Mai in nennenswerten Abundanzen zu finden. In den übrigen Monaten spielten sie in der Populationszusammensetzung eine untergeordnete Rolle.

Centropages hamatus kam 2018 nur von März bis August und 2019 von März bis Juli vor. Die Abundanz der Copepodit-Stadien von *Centropages hamatus* nahm bis Juli 2018 zu und wies im August deutlich niedrigere Werte auf. Die Stadien I-III waren dabei meist häufiger zu finden als die Stadien IV-V. Adulte Tiere kamen vor allem im Juli in nennenswerter Häufigkeit vor und es waren mehr Männchen als Weibchen zu finden. Im Jahr 2019 waren die Abundanzen um einiges geringer als im Jahr zuvor. Im Juli erreichten die Copepodite I-III relativ hohe Werte. Die übrigen Entwicklungsstadien kamen hauptsächlich im Juli und in deutlich geringerer Anzahl vor.

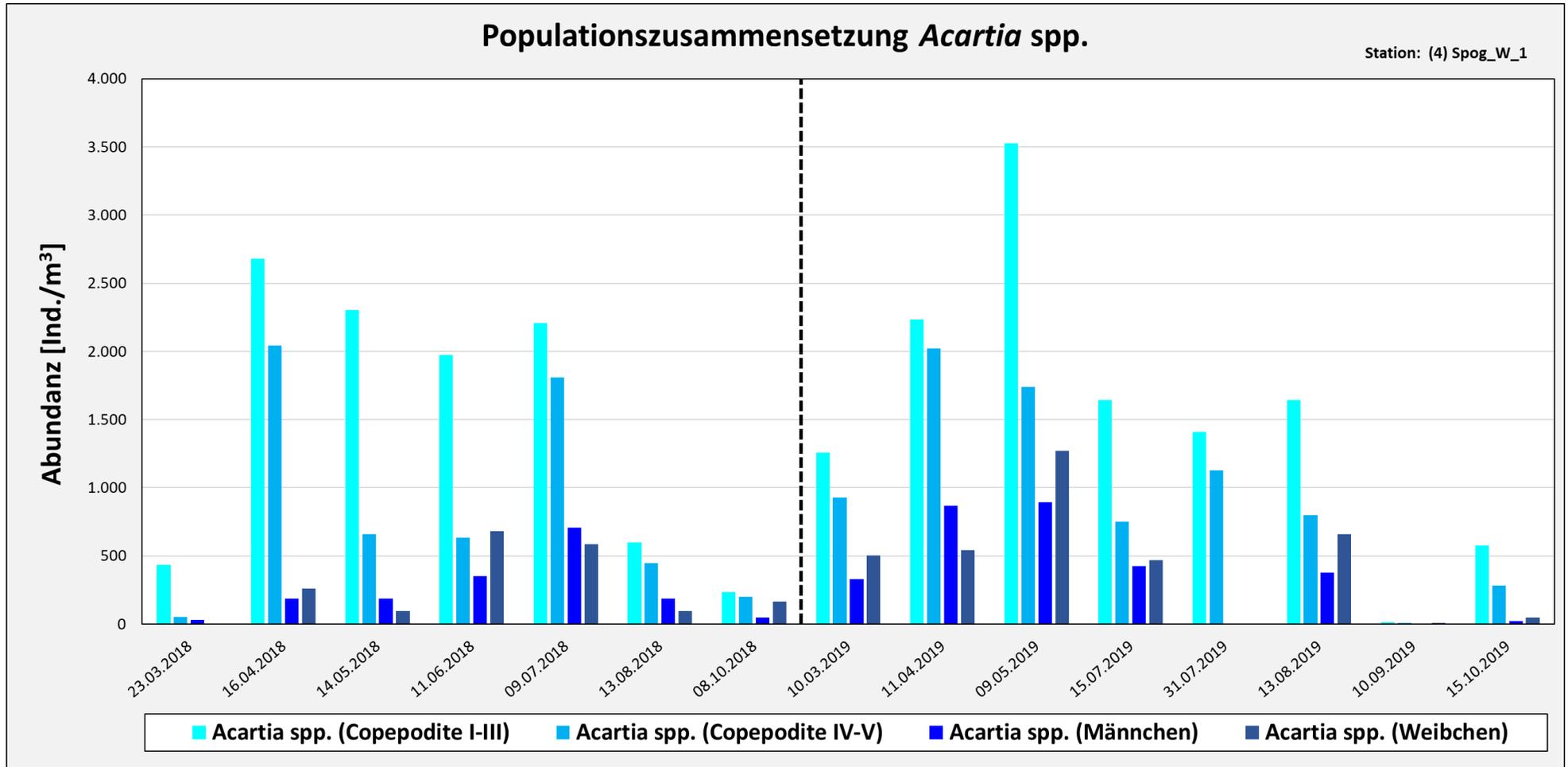


Abbildung 60: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Acartia* spp. für 2018 und 2019 an der Station Spiekeroog W1.

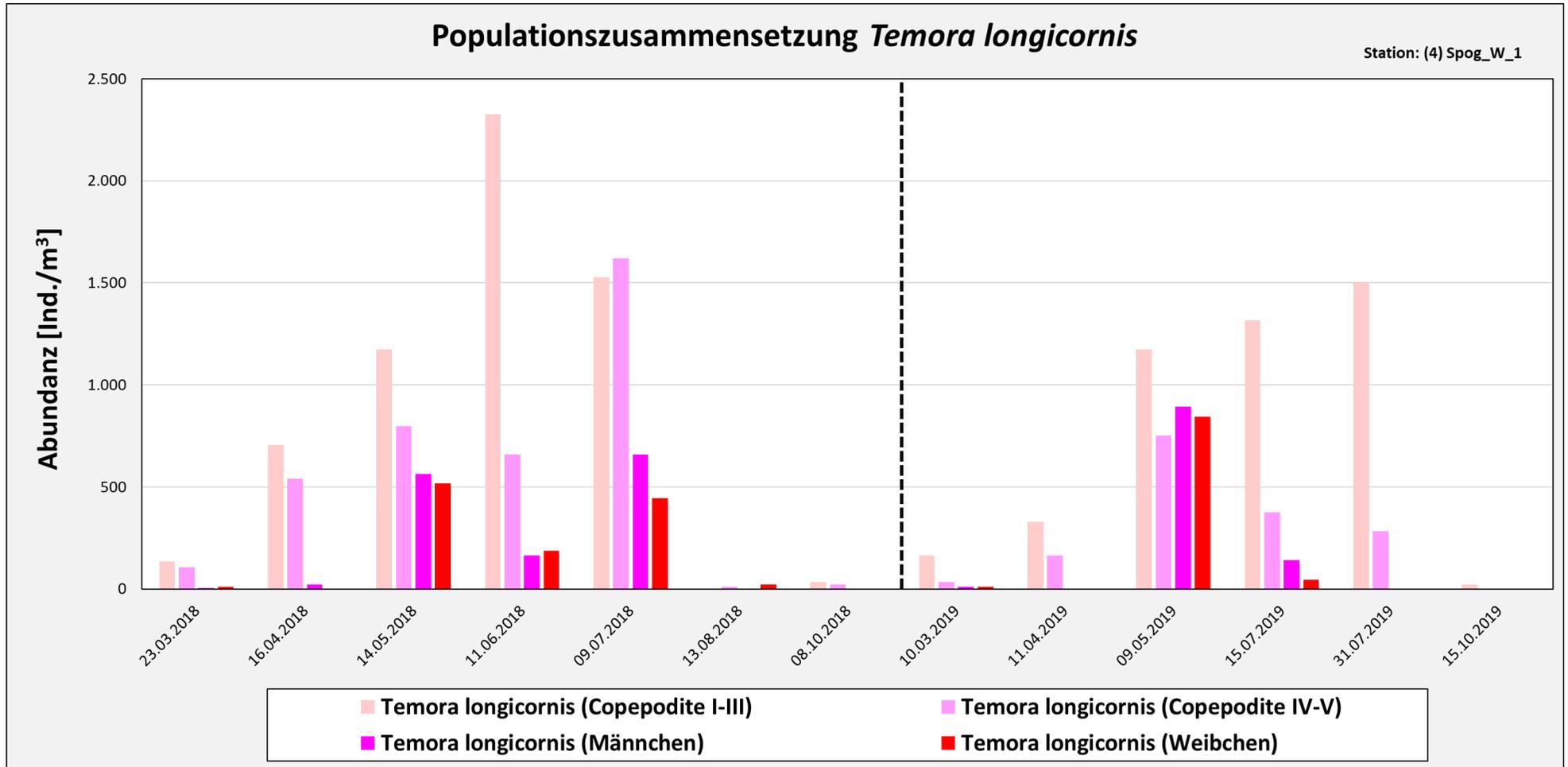


Abbildung 61: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* für 2018 und 2019 an der Station Spiekeroog W1.

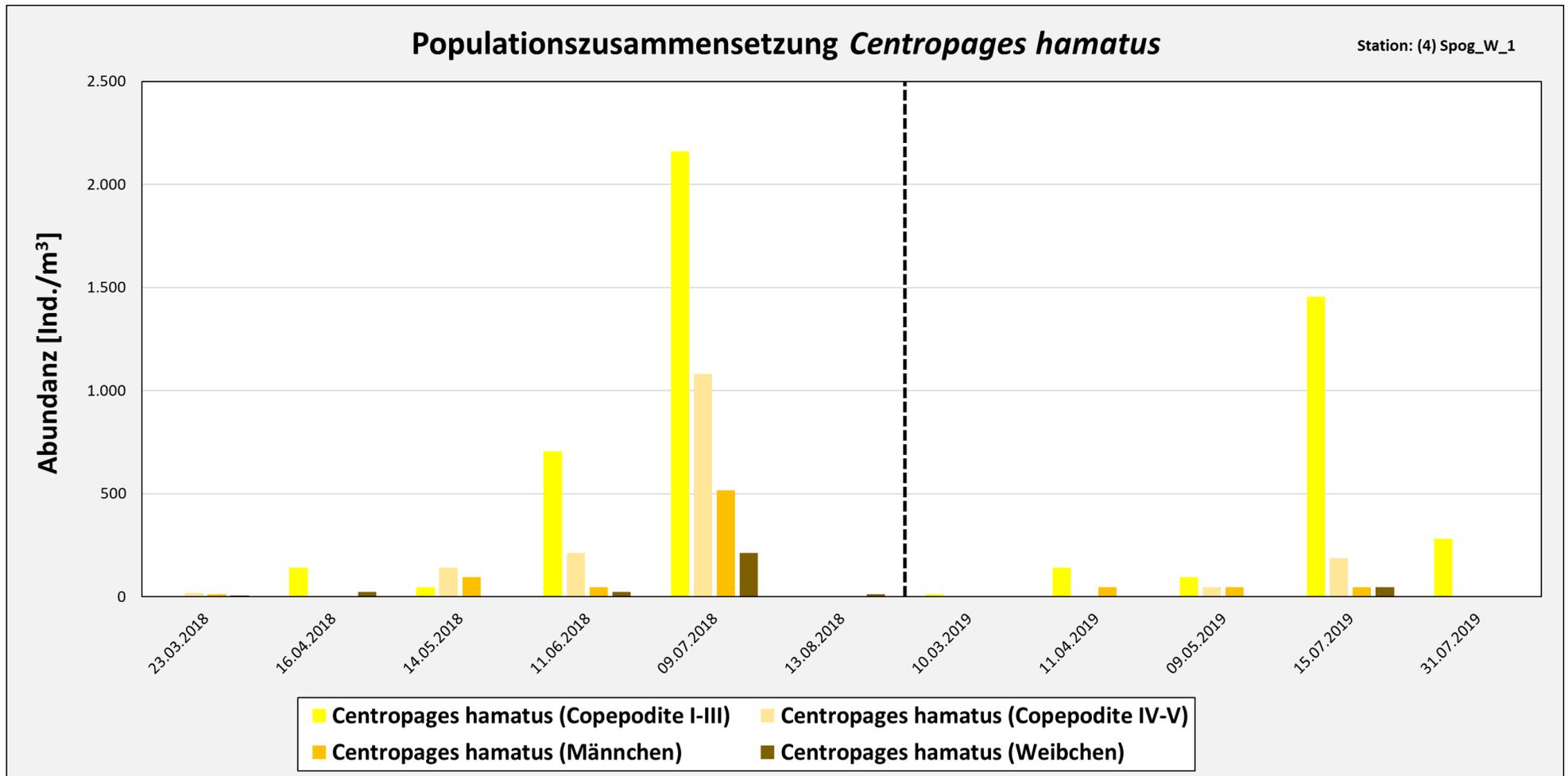


Abbildung 62: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus* für 2018 und 2019 an der Station Spiekeroog W1.

3.5.1.7 Calanoida (Entwicklungsstadien) – Jade W1

Die Populationszusammensetzung von *Acartia* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* ist in Abbildung 63 bis Abbildung 65 zu sehen.

Die Copepodite I-III machten in beiden Jahren den größten Teil der Individuendichte von *Acartia* spp. aus. Nach einem deutlichen Anstieg im Frühjahr waren diese im Jahr 2018 im Juli am häufigsten. Die Copepodite IV-V erreichten im Mai ein Maximum, wiesen einen Monat später nur sehr geringe Abundanzen auf und erreichten im Juli nochmals einen relativ hohen Wert. Die Zahl der adulten Tiere war das ganze Jahr über relativ klein. Nennenswerte Abundanzen wurden im Mai, Juli und August erreicht. Im Jahr 2019 war die Individuendichte der Copepodit-Stadien deutlich höher als 2018. Die Copepodite I-III erreichten vor allem im Mai und Juli sehr hohe Abundanzen, bei den Copepoditen IV-V wurde der Höchstwert Ende Juli erreicht, jedoch mit deutlich geringerer Häufigkeit. Die Zahl der adulten Tiere war vor allem in der ersten Jahreshälfte bis Mai relativ hoch, anschließend während der Monate bis Oktober jedoch sehr klein.

Bei den meisten Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* wurden die höchsten Abundanzen in beiden Jahren im Mai erreicht. Nur die Individuendichte der Copepodite I-III stieg im Juni noch etwas an. Außerdem machte diese Gruppe bei allen Probenahmen den größten Anteil in der Populationszusammensetzung aus. Adulte Tiere kamen zu Beginn des Jahres kaum vor, erreichten im Mai ein Maximum und wiesen dann wieder eher geringe Abundanzen auf. Im Jahr 2019 erreichten die Copepodite I-III im Juli den höchsten Wert und wurden in allen Proben deutlich häufiger erfasst als Individuen der übrigen Entwicklungsstadien. Die Copepodite IV-V sowie die adulten Tiere erreichten die höchste Abundanz im Mai. In beiden Jahren wurden meist mehr adulte Männchen als Weibchen gefunden.

2018 stieg die Individuendichte der Copepodit-Stadien von *Centropages hamatus* kontinuierlich bis Juli an und verringerte sich anschließend sehr abrupt auf ein Minimum im September. Die Copepodite I-III kamen dabei deutlich häufiger vor als die Copepodite IV-V. Es waren nur wenige adulte Tiere zu finden. Nennenswerte Abundanzen wurden im Mai und Juli erreicht, wobei mehr adulte Männchen als Weibchen erfasst wurden. Auch im Jahr 2019 stieg die Abundanz der Copepodite I-III bis zum Juli an und wurde anschließend rasch kleiner, bis im September keine Individuen mehr erfasst wurden. Die Copepodite IV-V blieben in den Monaten April bis Juli auf einem ähnlich niedrigen Niveau und adulte Tiere waren relativ selten zu finden. Im April wiesen die adulten Männchen und Weibchen jeweils eine Abundanz von $12 \text{ Ind.}\cdot\text{m}^{-3}$ auf und im August wurden nur einige wenige adulte Männchen gefunden.

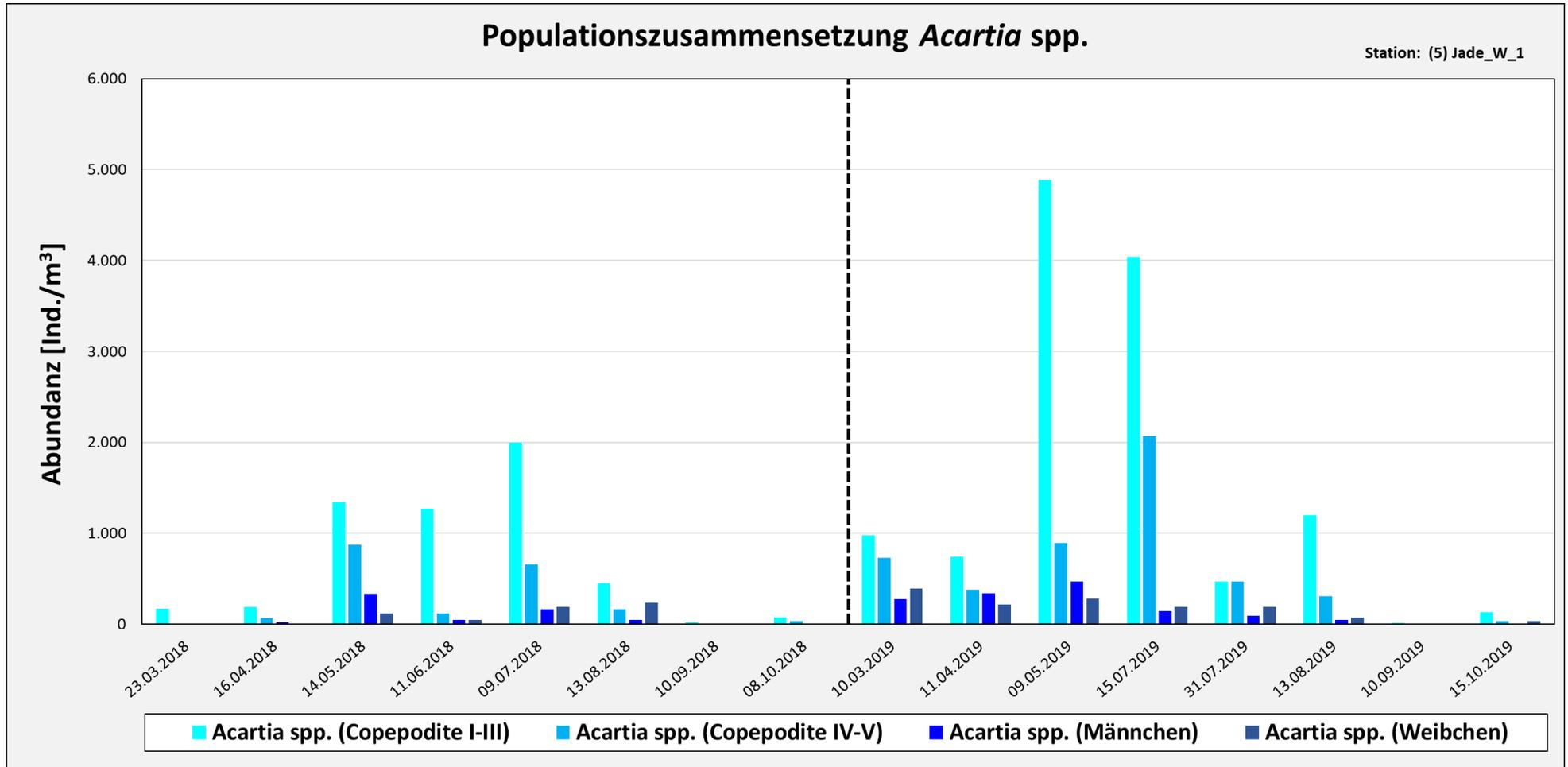


Abbildung 63: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Acartia* spp. für 2018 und 2019 an der Station Jade W1.

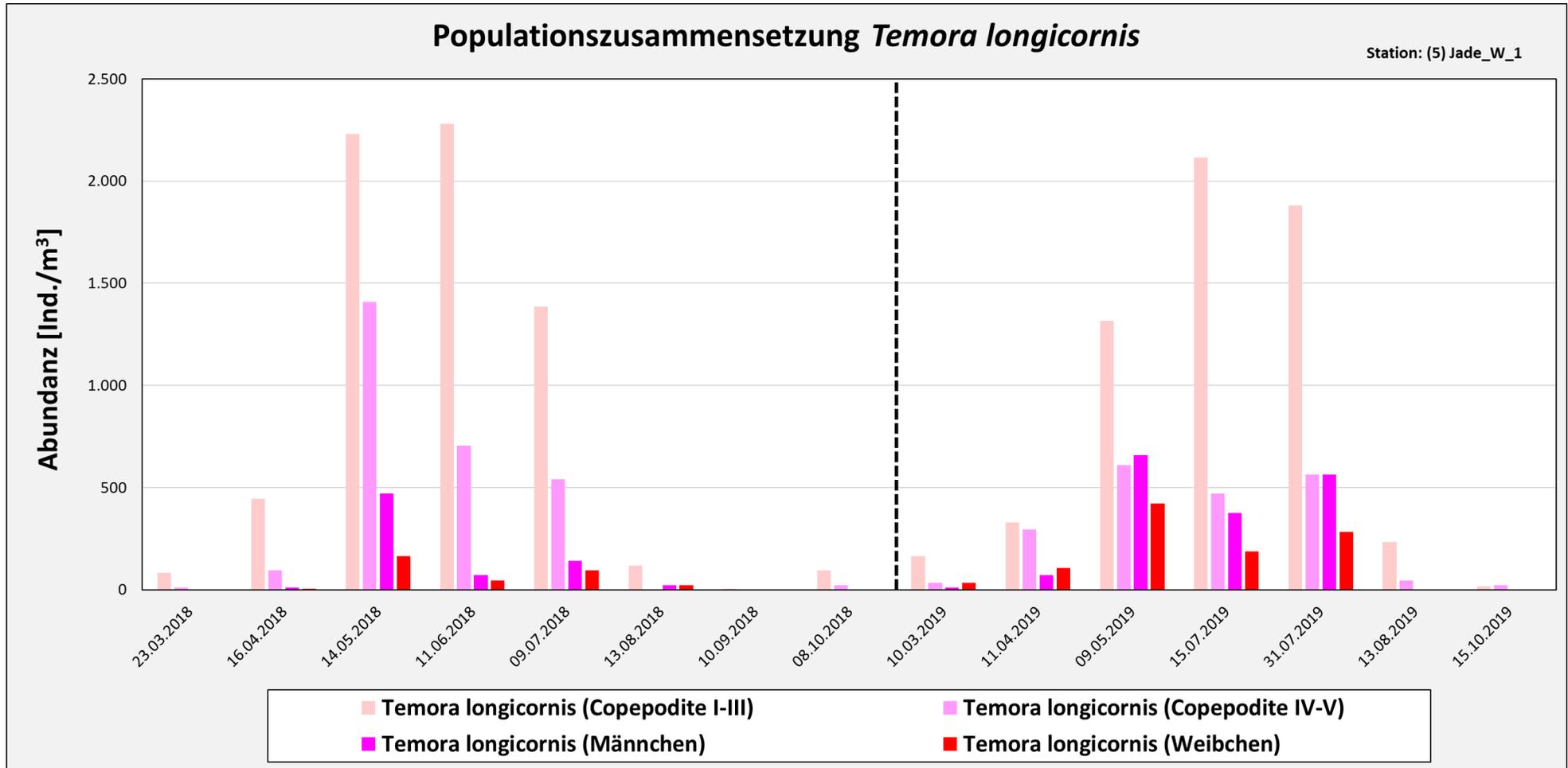


Abbildung 64: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* für 2018 und 2019 an der Station Jade W1.

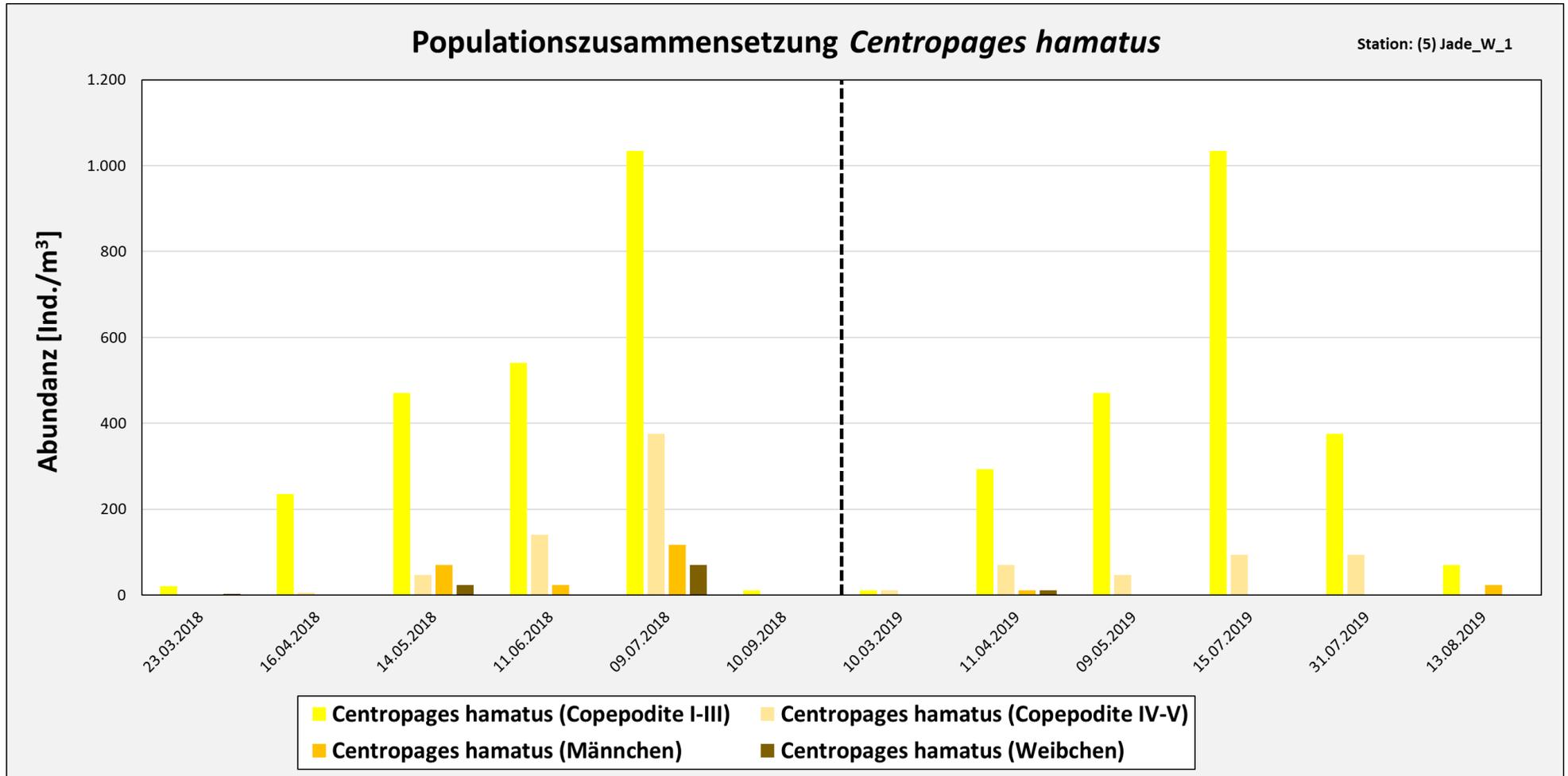


Abbildung 65: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus* für 2018 und 2019 an der Station Jade W1.

3.5.1.8 Calanoida (Entwicklungsstadien) – Wurster Watt W2

Die Populationszusammensetzung der Arten *Acartia* spp., *Temora longicornis* und *Centropages hamatus* an der Station Wurster Watt W2 ist in Abbildung 66 bis Abbildung 68 dargestellt.

Die einzelnen Entwicklungsstadien der *Acartia*-Population zeigten 2018 einen ähnlichen Verlauf in ihrem Vorkommen. Die Abundanzen waren jeweils im März am höchsten und nahmen im Verlauf des Jahres bis Oktober kontinuierlich ab. Vor allem die Individuendichten der Copepodite waren im März sehr hoch und zeigten anschließend eine rasche Verringerung. Unter den adulten Tieren wurden, außer im August, etwas mehr Männchen als Weibchen gefunden. Im Oktober konnten keine Männchen erfasst werden und in der Probe von September waren überhaupt keine adulten Tiere vorhanden. Im Folgejahr nahm die Individuendichte der Copepodit-Stadien I-III bis Juni kontinuierlich zu und schrumpfte anschließend in den Monaten bis Oktober, sodass gegen Ende des Jahres kaum Individuen vorkamen. Die Abundanz der Copepodite IV-V wies im März und April den höchsten Wert auf und verringerte sich im Lauf des Jahres, bis im September und Oktober nur noch sehr wenige Individuen erfasst wurden. Im April waren verhältnismäßig viele adulte Weibchen zu finden, sie machten zu diesem Zeitpunkt den größten Teil der Gesamtabundanz aus. Auch die Häufigkeit der adulten Männchen war im April am höchsten, erreichte aber einen deutlich kleineren Wert als die der adulten Weibchen.

Die Abundanzen der einzelnen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* blieb 2018 das ganze Jahr über meist unterhalb von $500 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$. Die einzige Ausnahme bildeten die Copepodit-Stadien I-III, die im Mai eine Abundanz von $3.407 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ erreichten. Auch die Copepodite IV-V und die adulten Männchen erreichten im Mai die höchste Individuendichte. Unter den adulten Weibchen wurden die meisten im Juli gefunden. Im Jahr 2019 waren die Werte ähnlich niedrig. Die maximale Abundanz der Copepodite I-III wurde im Juni erreicht, zeigte jedoch einen deutlich geringeren Wert als 2018. Im Juni erreichten auch die Copepodit-Stadien IV-V ihren höchsten Wert und kamen gegen Ende des Jahres kaum noch vor. Adulte Weibchen wurden vor allem in der ersten Jahreshälfte erfasst, adulte Männchen jedoch nur in den Monaten April und Mai.

Bei *Centropages hamatus* stieg die Individuendichte der Copepodit-Stadien I-III bis Juni 2018 auf den höchsten Wert von $317 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$. Anschließend verringerte sich die Anzahl kontinuierlich, bis im Oktober keine Copepodite I-III mehr erfasst werden konnten. Die Individuendichte der Copepodite IV-V zeigte einen ähnlichen Verlauf, jedoch mit insgesamt geringeren Werten und es wurden auch im Oktober noch $5 \text{ Ind.} \cdot \text{m}^{-3}$ gefunden. Adulte Tiere waren ausschließlich im Juni und Juli vorhanden, wobei jeweils etwas mehr Männchen als Weibchen vorkamen. Die Entwicklung der Copepodit-Stadien im Jahr 2019 verlief ähnlich wie im Jahr 2018, mit einem Maximum im Juni, wobei die Copepodite I-III deutlich häufiger vorkamen und die Copepodite IV-V im Juni und Juli viel kleinere Abundanzen erreichten. Es wurden 2019 keine adulten Tiere gefunden.

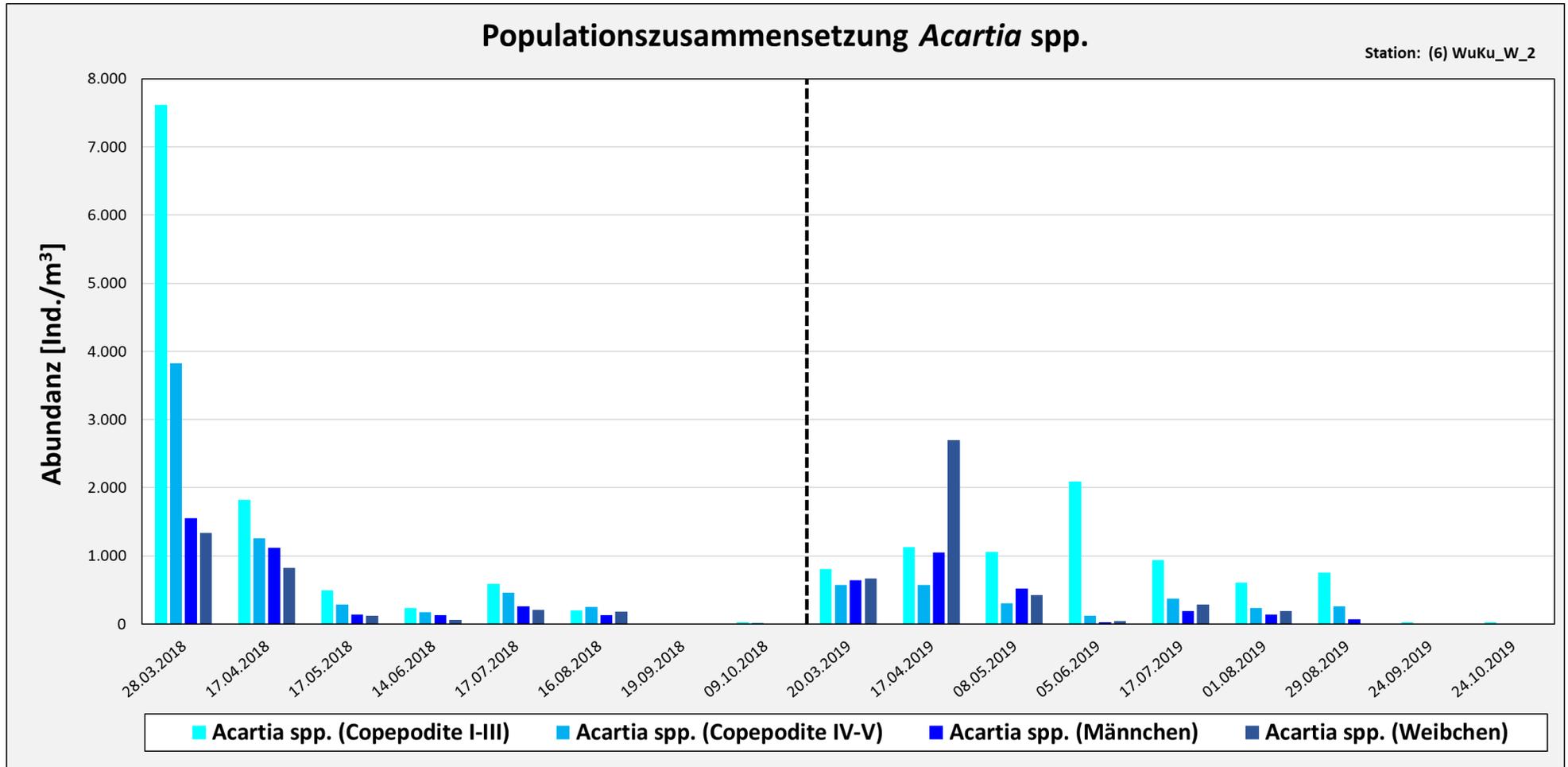


Abbildung 66: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Acartia* spp. für 2018 und 2019 an der Station Wurster Watt W2.

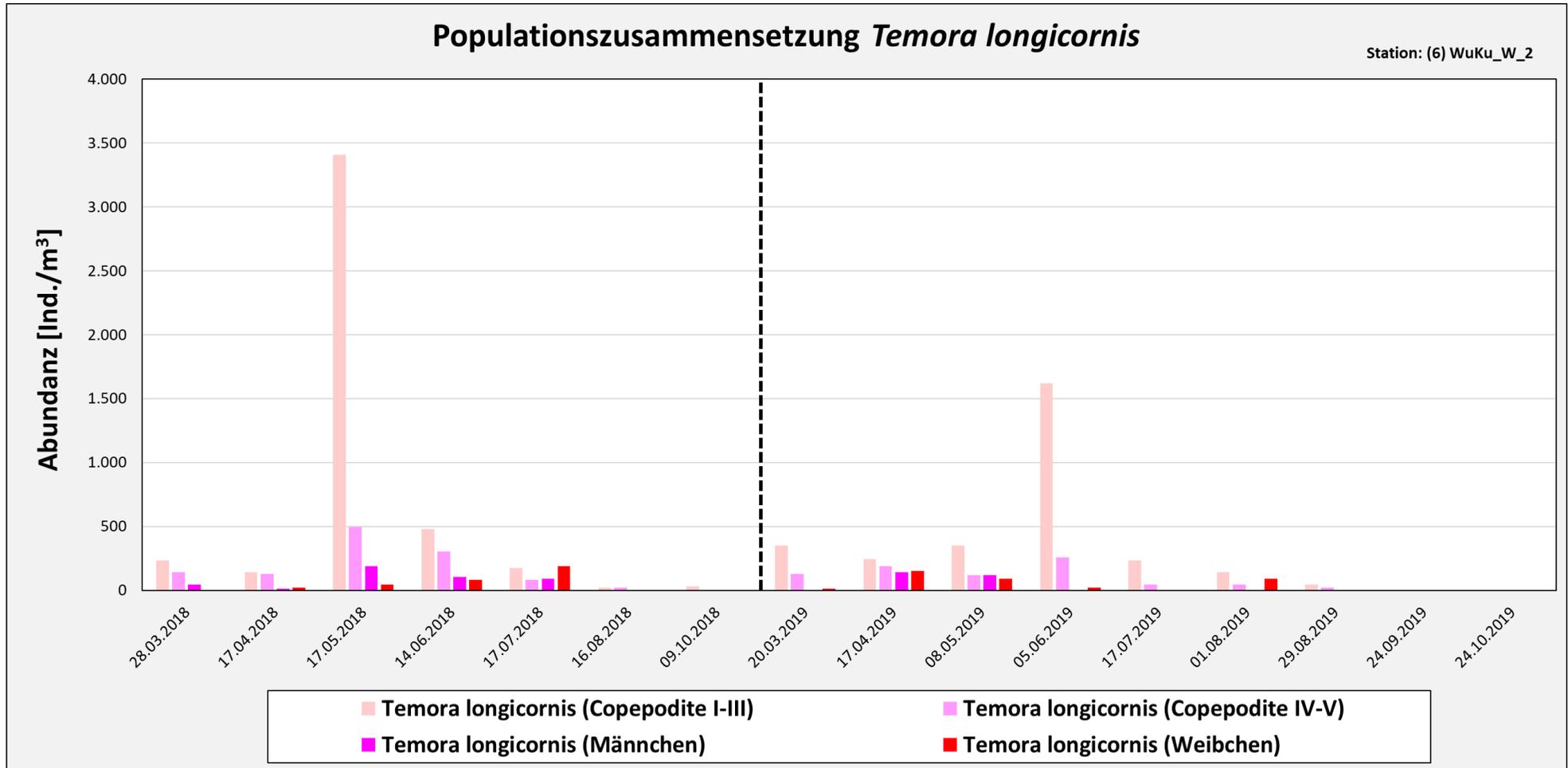


Abbildung 67: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Temora longicornis* für 2018 und 2019 an der Station Wurster Watt W2.

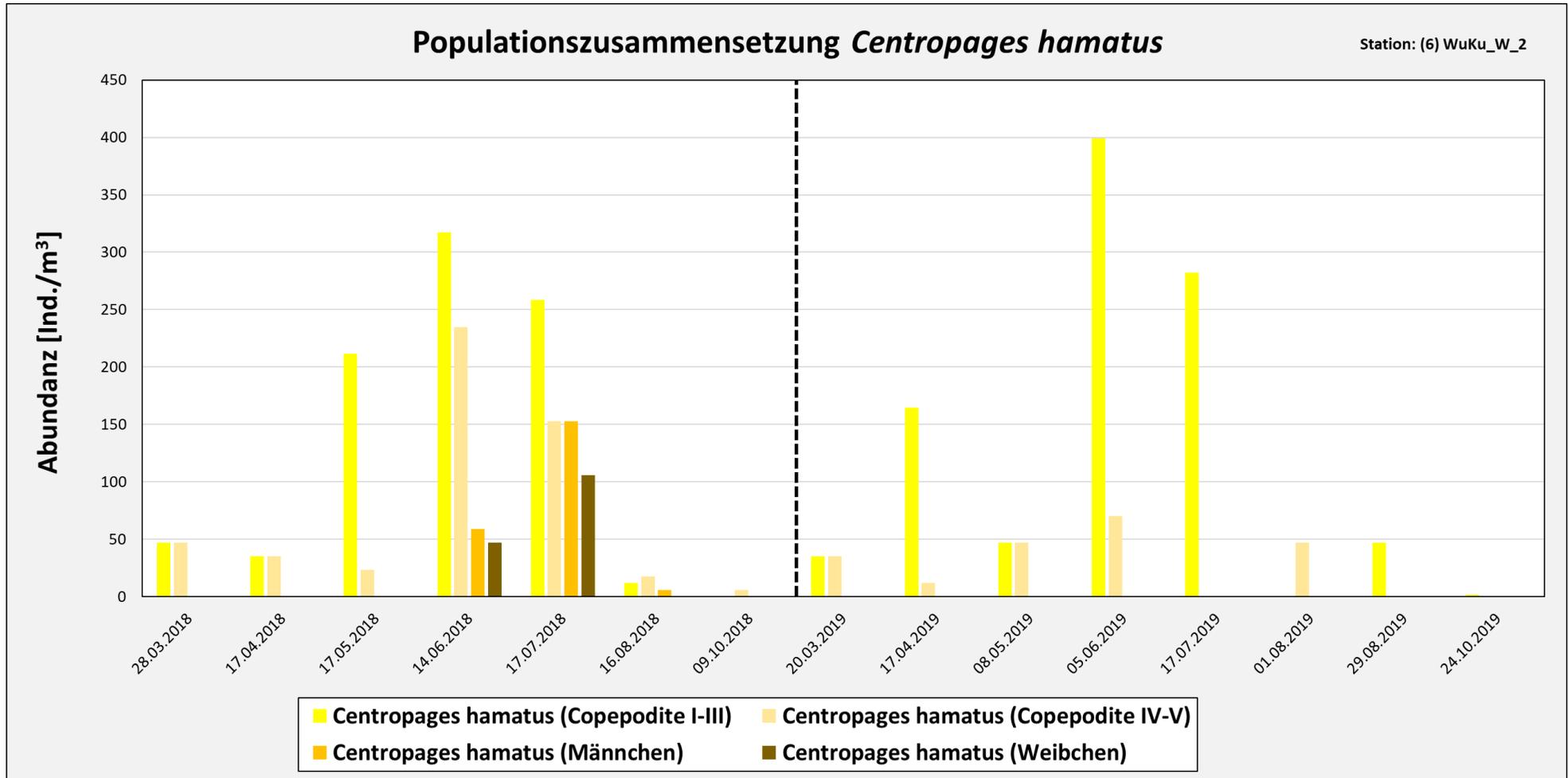


Abbildung 68: Abundanzen der unterschiedlichen Entwicklungsstadien von *Centropages hamatus* für 2018 und 2019 an der Station Wurster Watt W2.

3.5.2 Polychaeta

Die räumliche Verteilung der gefundenen *Polychaeta*-Ordnungen entlang der Küste ist in den Diagrammen in Abbildung 69 bis Abbildung 72 dargestellt. Ein kleiner Teil der Individuen konnte nicht näher bestimmt werden und wurde als *Polychaeta indet.* eingetragen.

Mit Abstand am häufigsten wurden Arten der Ordnung Spionida gefunden. Sie waren in fast allen Proben dominierend. Arten der Ordnung Sabellida wurden am seltensten gefunden, und zwar an den Messstellen Jade W1 und Wurster Watt W2 im Juni 2018, an der Station Spiekeroog W1 im Juli 2018 sowie an der Station Jade W1 im Mai 2019. Abgesehen davon war kein räumliches Verteilungsmuster der Artenzusammensetzung erkennbar.

Im Jahr 2018 erreichte die Gesamtabundanz an den meisten Stationen im Juni den höchsten Wert und war in den darauffolgenden Monaten bis Oktober sehr niedrig. Nur an der Station Borkum W1 und Norderney W1 lagen die Gesamtabundanzen im März bzw. Juli höher als an den übrigen Probenahmezeitpunkten. Die höchste Gesamtabundanz von über 12.000 Ind. \cdot m⁻³ wurde an den Stationen Norderney W1 im Juli und Spiekeroog W1 im Juni ermittelt. Arten der Phyllodocida und Terebellida kamen hauptsächlich in der ersten Jahreshälfte in nennenswerter Häufigkeit vor.

Im Jahr 2019 war die Individuendichte insgesamt etwas niedriger als 2018. Die höchsten Gesamtabundanzen wurden an der Messstelle Borkum W1 im März und an der Station Norderney W1 im April gemessen, wo sie jeweils etwas über 6.000 Ind. \cdot m⁻³ lagen. An den Stationen Borkum W2 und Wurster Watt W2 wurde das Maximum ebenfalls im März erreicht, an den Stationen Spiekeroog W1 und Jade W1 dagegen erst im Mai. In der zweiten Jahreshälfte lagen die Werte fast immer unter 1.000 Ind. \cdot m⁻³, außer an der Station Spiekeroog W1, an der im August nochmals ein Wert von knapp über 1.200 Ind. \cdot m⁻³ ermittelt wurde. Arten der Phyllodocida und Terebellida machten das ganze Jahr über einen nennenswerten Teil der Gesamtabundanz aus. Mit einer etwas höheren Häufigkeit kamen Terebellida am Jahresanfang vor.

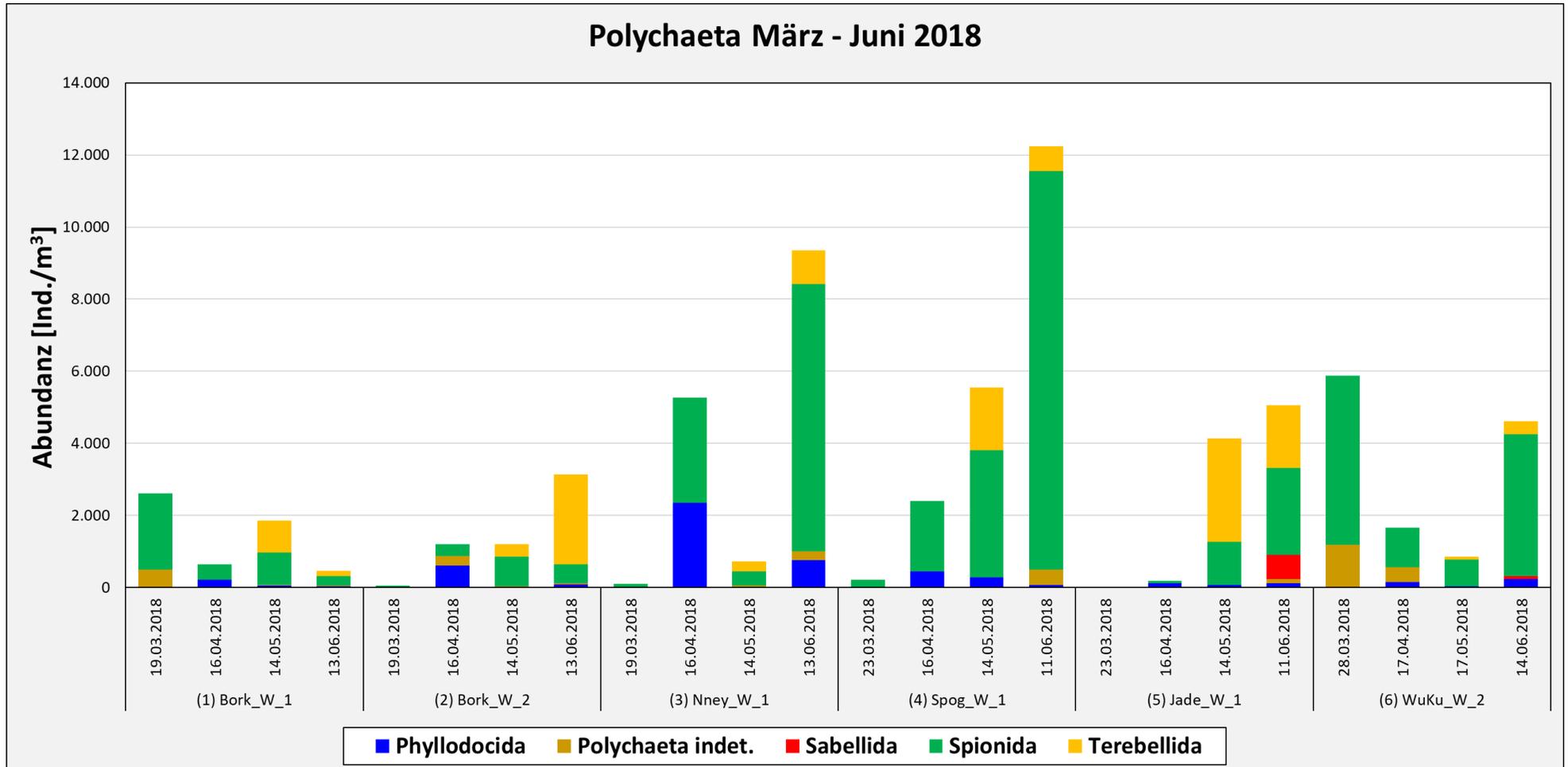


Abbildung 69: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die erste Jahreshälfte 2018 von März bis Juni.

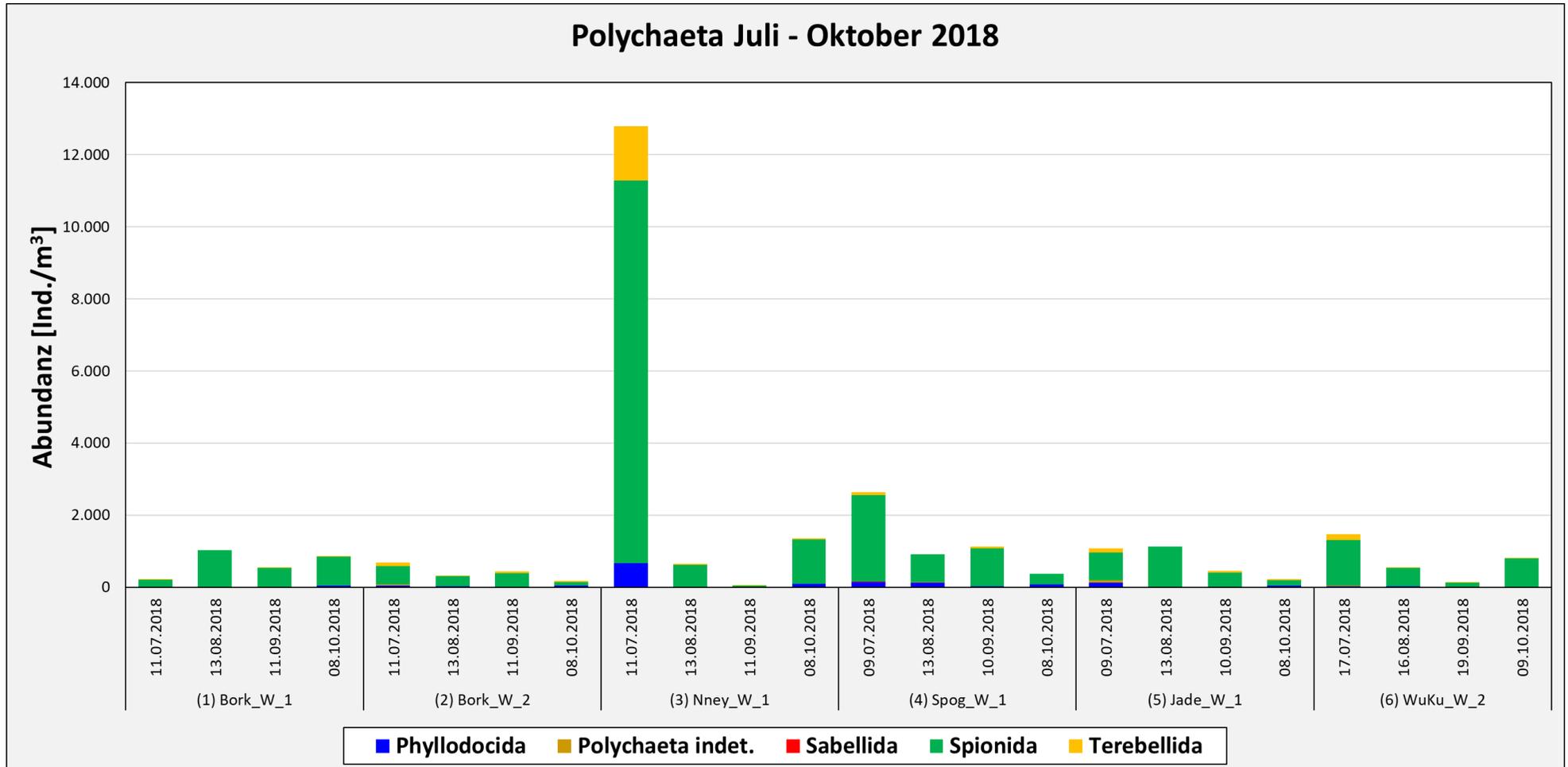


Abbildung 70: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die zweite Jahreshälfte 2018 von Juli bis Oktober.

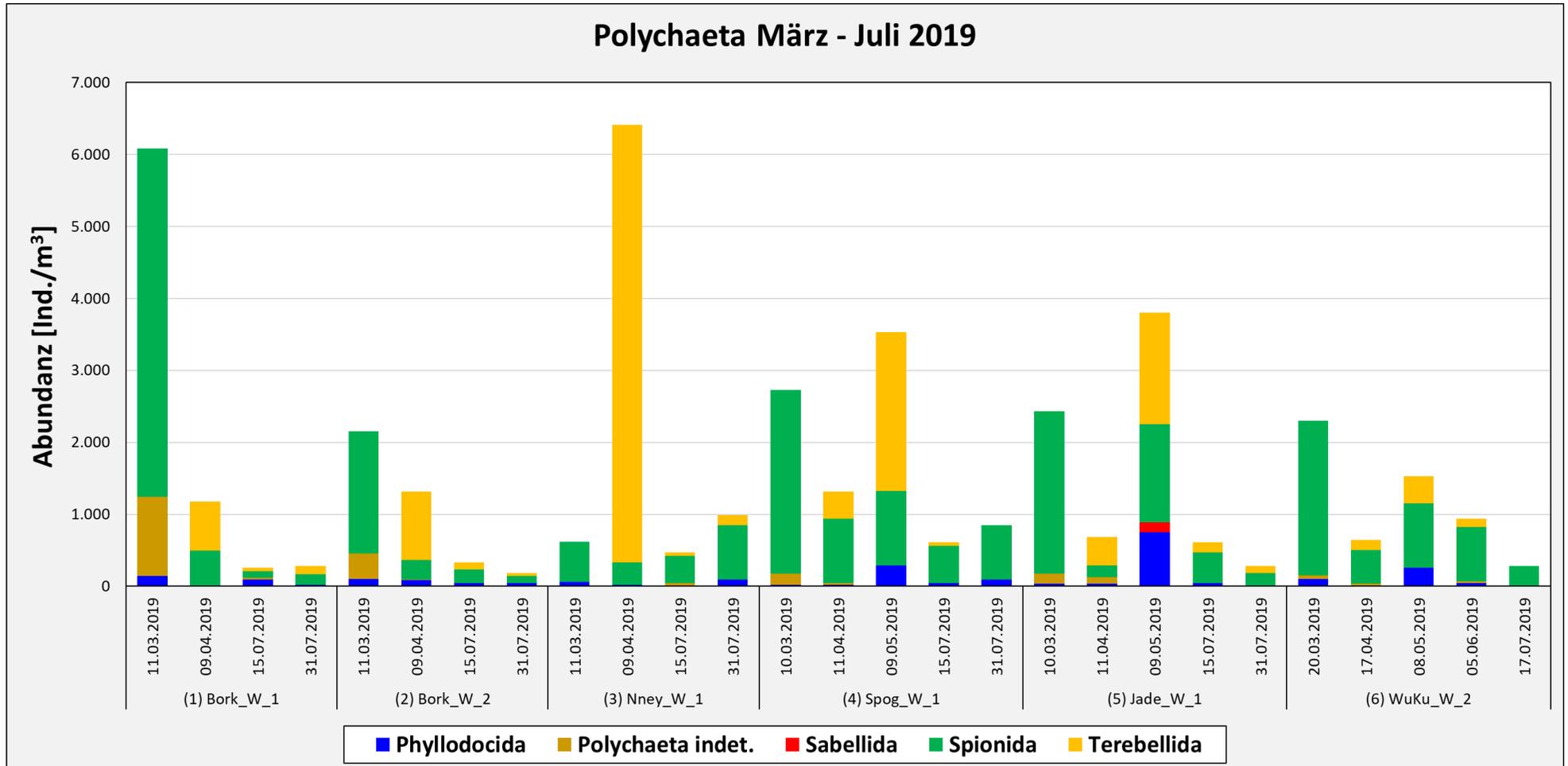


Abbildung 71: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die erste Jahreshälfte 2019 von März bis Juli.

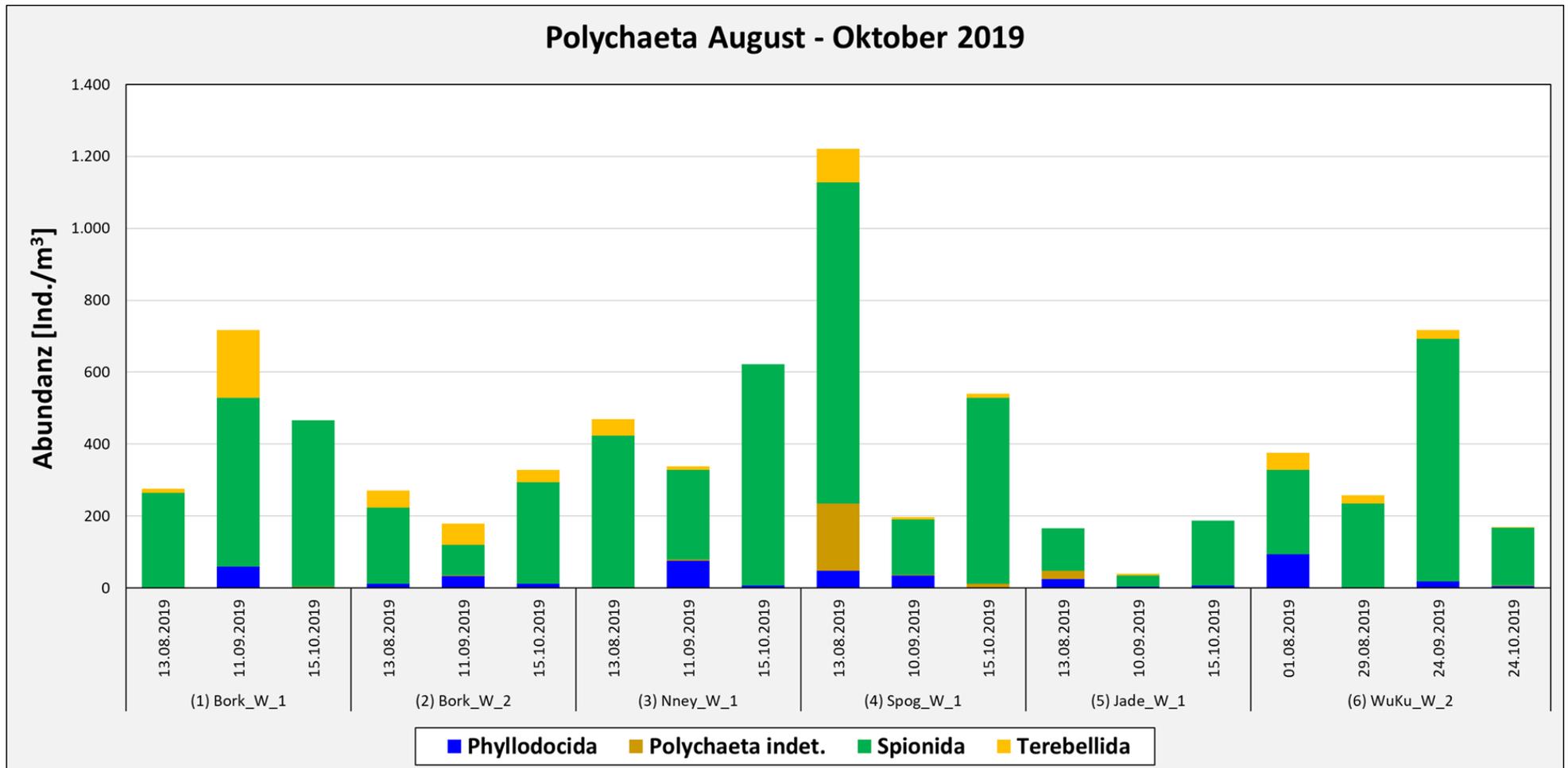


Abbildung 72: Entwicklung der Polychaeta entlang der Küste von West nach Ost für die zweite Jahreshälfte 2019 von August bis Oktober.

3.5.3 Bivalvia

In diesem Kapitel wird die regionale Verbreitung der planktischen Larven verschiedenen Bivalvia-Arten und -Gattungen dargestellt (siehe Abbildung 73 und Abbildung 74). Nicht näher bestimmbare Individuen wurden als „Bivalvia indet.“ bezeichnet. Für eine bessere Übersichtlichkeit der Diagramme wurden die unterschiedlichen Arten der Gattungen *Spisula* und *Ensis* aufaddiert und jeweils als eine Gruppe dargestellt. Detaillierte Ergebnisse der Erhebungen befinden sich in Tabelle 6 und Tabelle 7.

An allen Stationen wurden jeweils im Mai die höchsten Abundanzen festgestellt mit Werten zwischen 1.516 und 3.483 Ind/m³. An der Station Jade W1 war die Abundanz im Juni ebenfalls relativ hoch mit 1.030 Ind/m³. In den übrigen Monaten wurden Abundanzen von wenigen Individuen bis zu 178 Ind/m³ im Juni an der Station Norderney W1 festgestellt. Am häufigsten wurden Individuen der Gattungen *Ensis* und *Mytilus* gefunden. Ebenfalls relativ häufig waren *Limecola balthica* und *Mya arenaria*, vor allem im Mai an allen Stationen außer Jade W1. Ein etwas größerer Anteil an unbestimmten Individuen enthielten die Proben der Stationen Borkum W1 und Borkum W2 im Mai. Die meisten Proben wiesen mehrere vorkommende Arten auf. Lediglich eine Art (*Crassostrea gigas*) wurde im August an der Station Borkum W1 gefunden sowie insgesamt zwei Arten (*Ensis leei* und *Mytilus edulis*) im Juni an der Station Spiekeroog W1.

Im Jahr 2019 waren die Abundanzen insgesamt geringer als im Jahr 2018. An den Stationen Jade W1, Spiekeroog W1 und WuKu W2 waren die Abundanzen im Mai am höchsten mit Werten zwischen 4.145 Ind/m³ und 1.044 Ind/m³. An der Station WuKu W2 war die Abundanz mit 1.251 Ind/m³ im Juni ebenfalls relativ hoch. Die Werte in den übrigen Monaten und an den Stationen Borkum W1, Borkum W2 und Norderney W1 bewegten sich zwischen 1,5 (Borkum W2 im Juli) und 320 Ind/m³ (Borkum W2 im September) mit einem leichten Anstieg der Abundanzen in den Herbstmonaten. Wie im Jahr 2018 machten *Mytilus edulis* und Arten der Gattung *Ensis* den größten Anteil der Artenzusammensetzung aus, obwohl vor allem *Mytilus* insgesamt geringere Abundanzen hatte. Nennenswerte Anteile an *Cerastoderma edule* und *Spisula spp.* wurden im Mai an der Station Jade W1 erfasst. *Cerastoderma edule* war auch im Juni an der Station WuKu W2 relativ häufig sowie *Crassostrea gigas* im August an der Station Jade W1.

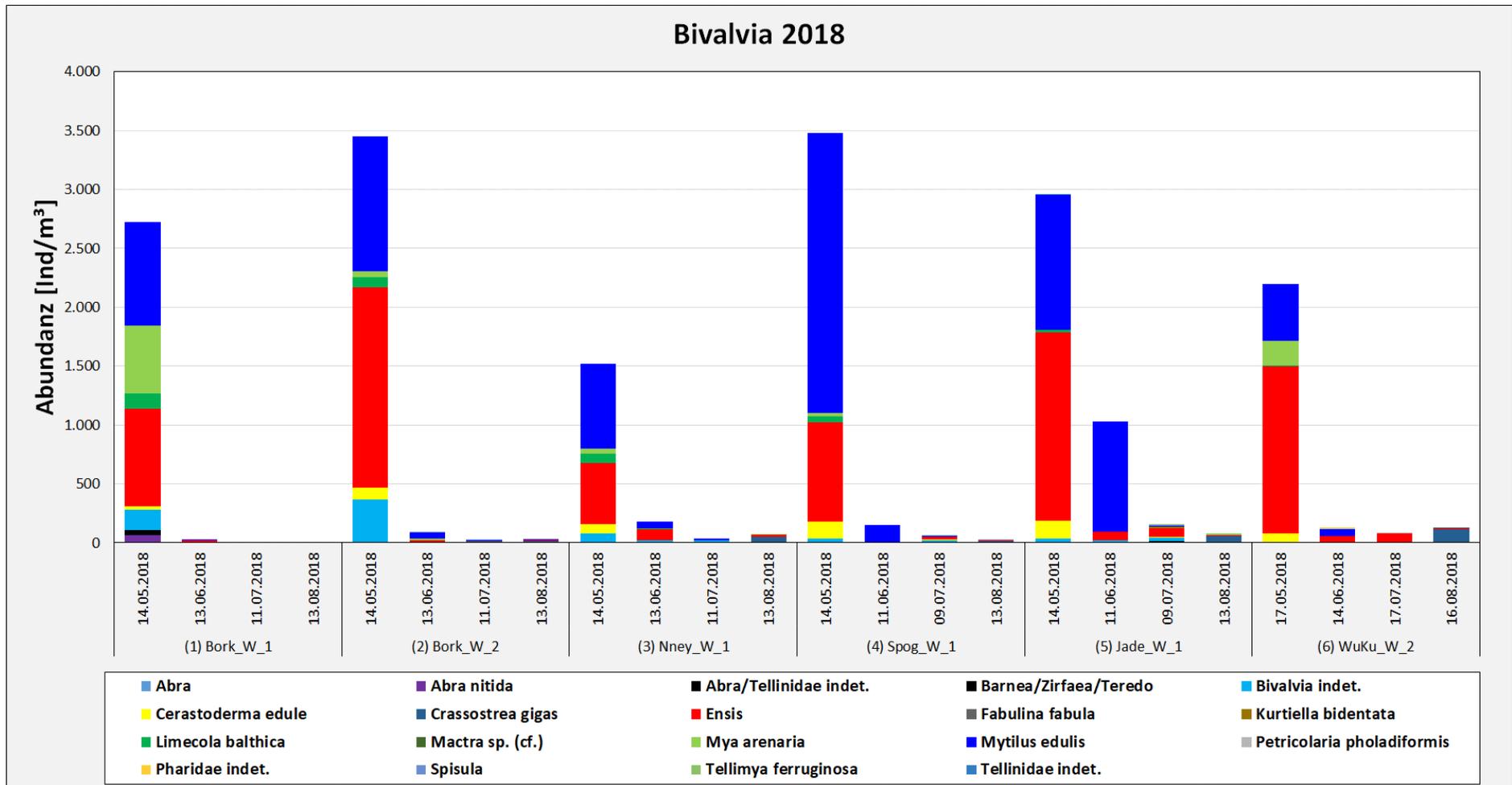


Abbildung 73: Entwicklung der Bivalvia-Larven entlang der Küste von West nach Ost im Jahr 2018.

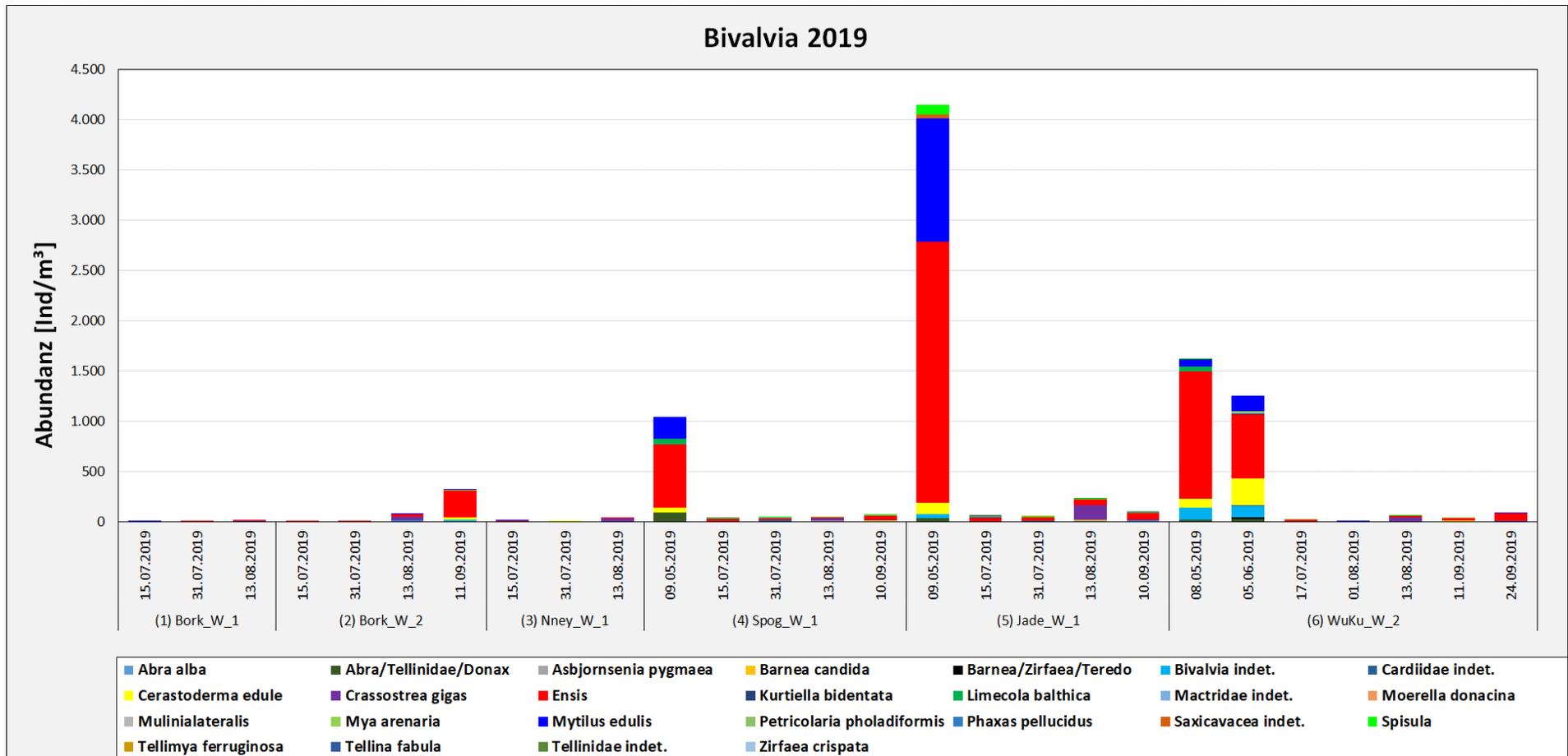


Abbildung 74: Entwicklung der Bivalvia-Larven entlang der Küste von West nach Ost im Jahr 2019.

3.6 Neobiota

3.6.1 *Pseudodiaptomus marinus*

Pseudodiaptomus marinus (Copepoda, Calanoida) ist eine nicht heimische Art, die ursprünglich aus asiatischen Gewässern beschrieben und vermutlich über Aquakulturen in den 1980er Jahren an die amerikanische Westküste verschleppt wurde. Über das Ballastwasser von Schiffen gelangte die Art dann aller Wahrscheinlichkeit nach von Nordamerika nach Europa. Der erste Fund innerhalb europäischer Gewässer war 2007 in der Adria bei Rimini (Olazabal und Tirelli 2011), anschließend im Hafen von Calais und in den Küstengewässern bei Gravelines im Jahr 2010 (Brylinski et al. 2012). Der erste Fund in der deutschen AWZ wurde vor Borkum an der Station „ES1“ im Jahr 2011 gemacht (Jha et al. 2013, Wasmund et al. 2012). *Pseudodiaptomus marinus* wurde bereits beim Zooplankton-Monitoring des NLWKN im Jahr 2015 gefunden. Zu dieser Zeit gab es vereinzelte Funde im August und September an den Stationen Baltrum W1, Spiekeroog W2 und Jade W1. Die höchste Abundanz lag bei 35 Ind.·m⁻³. Ähnliche Größenordnungen lieferte auch das Jahr 2016 in den Monaten Juli und August. Im Jahr 2017 jedoch war *Pseudodiaptomus marinus* deutlich weiter und häufiger verbreitet. Die Art wurde über den gesamten Untersuchungszeitraum von April bis Oktober im Gebiet gefunden. Die höchste Abundanz inkl. aller Entwicklungsstadien sowie der Adulti konnte Ende Juli an der Station Borkum W1 mit über 300 Ind.·m⁻³ ermittelt werden. Auch im Osten erreichten die Abundanzen im August Werte von über 250 Ind.·m⁻³.

Diese Entwicklung setzte sich in den Jahren 2018 und 2019 fort. 2018 wurde die Art ab Juni bis in den Oktober gefunden, im August an allen Stationen, und sie erreichte relativ hohe Abundanzen im Juli an der Station Norderney W1 mit mehr als 160 Ind.·m⁻³ und im August an der Robinsbalje WuKu W2 mit über 200 Ind.·m⁻³. Im Jahr 2019 konnten Individuen zwischen März und September nachgewiesen werden, die Abundanzen waren insgesamt höher und vor allem im Juli und August war *Pseudodiaptomus marinus* an allen Stationen vertreten mit teilweise hohen Abundanzen. Die höchste Dichte wurde Anfang August im Wurster Watt mit über 600 Ind.·m⁻³ nachgewiesen, zur gleichen Zeit waren sie aber auch häufig im gesamten Gebiet vertreten. So wurden für Borkum W1 über 250 Ind.·m⁻³ ermittelt, für Norderney W1 470 Ind.·m⁻³ und für Spog W1 375 Ind.·m⁻³. Insgesamt war vor allem im Jahr 2019 auch eine hohe Anzahl junger Copepoditstadien (I-III) zu beobachten, so dass davon ausgegangen werden kann, dass sich die Art im Gebiet gut fortpflanzt und sich weiter bzw. stärker ausbreiten wird.

3.6.2 *Palaemon macrodactylus*

Die Zoëa-Larven von *Palaemon macrodactylus* wurden sowohl im Zeitraum 2018 und 2019 als auch in den beiden Jahren 2016 und 2017 gefunden, wenn auch selten. Da es sich durch die verwendete Methodik der Probennahme allerdings bei den Funden um Beifang handelt und Zoëa-Larven generell unterrepräsentiert werden, ist dieses regelmäßige Auftreten sicher dennoch ein Hinweis, dass sich auch diese Art gut in der Region etabliert hat und reproduzieren kann.

3.6.3 *Crassostrea gigas*

Crassostrea gigas (Bivalvia, Ostreidae) ist eine invasive Art aus dem pazifischen Ozean, welche ursprünglich zwischen Sachalin und Japan beheimatet war (Troost 2010). Durch Aquakulturen gelangte sie nach Europa und wurden 1964 erstmals in den Niederlanden ausgesetzt. Von dort verbreitete sie sich weiter Richtung Nordwesten und wurde 1980 erstmals in Texel gefunden. In der deutschen AWZ wurde sie zum ersten Mal im Jahr 1986 in der Nähe von Norddeich nachgewiesen (Diederich et al. 2004). Die höchsten Abundanzen der Larven wurden jeweils im August gefunden 72 Ind.·m⁻³ im Jahr 2018 und 101 Ind.·m⁻³ im Jahr 2019. Die Art hat sich mittlerweile etabliert und unterliegt den üblichen Schwankungen einer Population.

4 Diskussion

In den beiden betrachteten Jahren entwickelte sich die Gesamtabundanz des Zooplanktons grundsätzlich wie zu erwarten war mit den höchsten Abundanzen im Sommer und niedrigeren Abundanzen im Winter. Die Maxima zeigten sich im Jahr 2018 zwischen Mitte Juni und Mitte Juli, dies war aber nicht immer stark ausgeprägt, und im Wurster Watt waren die Abundanzen im März und Mai sogar höher. Auch bei der westlichsten Station Bork W1 waren die Werte im März in beiden Jahren schon vergleichsweise hoch. Im Jahr 2018 wurden dort im Juni sogar die geringsten Abundanzen des erfassten Zeitraumes gemessen, die den Rest des Jahres auf niedrigem Niveau blieben. Im Gegensatz dazu gab es an der Station Norderney W1 im Juli einen starken Peak mit dem höchsten Wert der erfassten Zwei-Jahres-Periode von über 109.000 Ind.·m⁻³. Generell waren 2019 aber höhere Gesamtabundanzen zu finden als im Jahr 2018, die Maxima lagen Ende Juli/Anfang August. Die beiden Stationen bei Borkum unterschieden sich von diesem Muster, da ihre Werte nicht höher lagen als im Vorjahr und bei Bork W2 die höchsten Abundanzen Mitte Juli auftraten. Allerdings ist hier zu beachten, dass für diese und weitere Stationen in diesem Jahr keine Proben für Mai und /oder Juni genommen werden konnten. Boysen-Ennen (1997) beschreibt für die Otzumer Balje zwischen Spiekeroog und Langeoog in den 1980er Jahren ebenso wie Heiber (1988) für die Robinsbalje im Wurster Watt in den frühen 1990er Jahren eine ausgeprägte Saisonalität. Betrachtet man die Jahre 2016-2019 der bisher aktuell vorliegenden Serien (siehe auch AquaEcology 2018) scheint diese Saisonalität sich abgeschwächt zu haben und nicht mehr an allen Stationen und in allen Jahren deutlich vorhanden zu sein. Das Jahr 2015 eignet sich nur begrenzt zum Vergleich, da hier nur die Sommermonate betrachtet wurden. Einen großen Anteil an dieser Saisonalität scheint in beiden Studien das Meroplankton zu haben. Heiber (1988) fand im Sommer im Schnitt 57 % Meroplankton mit einem Maximum von bis zu 90 %, Boysen-Ennen (1997) beschreibt im Frühjahr und Sommer einen Anteil von über 50 %, mit einem Maximum von 78 % Dominanz. Aufgrund der Unterrepräsentation der Crustacea-Larven durch die jeweiligen Fangmethoden waren die Zahlen vermutlich noch höher. Dies wurde in den Jahren 20(15)16-2019 nicht mehr deutlich gezeigt. Dennoch treten hohe Abundanzen verschiedener Gruppen meroplanktischer Larven saisonal auf.

Einen nennenswerten Anteil an der Abundanz im Meroplankton aber auch der Gesamtdichten hatten die Larven der Polychaeta. Innerhalb dieser taxonomischen Gruppe traten vor allem drei Ordnungen auf (siehe Kapitel 3.5.2). Sehr häufig waren die Spionida mit Trochophora-Larven und Nectochaeta-Stadien von *Mage-lona* sp., *Dipolydora* sp., *Pygospio elegans* und vor allem *Polydora cornuta*. Auch die Phyllodocida hatten nennenswerte Anteile vor allem mit Nectochaeta-Larven von *Nerëis* sp.. Es kamen in dieser Gruppe auch Trochophora- und Nectochaeta-Larven von *Harmothoe* sp., und adulte, zum Teil eiertragende Tiere von *Myrianida* sp. sowie ein paar Exemplare von *Tomopteris helgolandica* vor. Die dritte Gruppe, die Terebellidae, wurde von *Lanice* sp. (Nectochaeta-Larven) dominiert. In sehr geringer Abundanz kamen auch Trochophora-Larven der Pectinariidae vor, die

auch zu den Terebellidae gehören. Als vierte Gruppe wurden in beiden Jahren vereinzelte Vorkommen von Mitraria-Larven der zu den Sabellida gehörenden *Owenia* sp. gefunden. Deutliche räumliche Muster lassen sich in den vorliegenden Daten nicht erkennen. Die Untersuchung durch Boysen-Ennen (1997) an der Otzumer Balje zwischen Spiekeroog und Langeoog zeigte ein Dichtemaximum der Polychaeta über mehrere Jahre hinweg zwischen April bis Mai (*Magelona papillicornis*, *Lanice conchilega*) bzw. Juni bis Juli (*Spionidae* indet., *Pygospio elegans*, *Polydora cornuta*). Heiber (1988) beschrieb ähnliche Muster für das Gebiet der Robinsbalje. Dies wurde im Wesentlichen im vorliegenden gesamten Untersuchungsgebiet auch für die Jahre 2016 und 2017 gefunden. Im Jahr 2018 waren Maxima in April, Juni und Juli an der Station Norderney W1 und Mai und Juni bei Spiekeroog vorhanden. Geringere Maxima fanden sich auch im Mai und Juni bei Jade W1 und im Juni bei Bork W2 und WuKu W2. Allerdings waren sowohl bei der westlichsten als auch der östlichsten Station schon im März hohe Abundanzen an Polychaeta-Larven zu finden. Im Jahr 2019 fanden sich an fast allen Stationen Peaks im März, nur bei Norderney im April. Diese wurden auch von weiteren Maxima im Mai nur an den Stationen Spog W1 und Jade W1 übertroffen. Hier wurden diese Maxima zu einem großen Teil von *Lanice conchilega* gebildet, die auch den Großteil des Larvenpeaks an der Station Norderney W1 im April ausmachten. Das passt zu den Beschreibungen aus den 1980er und 1990er Jahren. Die früher im Jahr liegenden großen Dichten wurden hauptsächlich durch Trochophora der Spionidae gebildet, die noch nicht bestimmbar waren, aber auch *Pygospio elegans* und *Polydora cornuta* waren am häufigsten zu dieser Zeit zu finden. *Polydora cornuta* machte außerdem noch wesentliche Anteile am Vorkommen im August und Oktober aus. Insgesamt zeigte *Polydora cornuta* eine hohe numerische Dominanz, gefolgt von *Pygospio elegans*. Sowohl Heiber (1988) als auch Boysen-Ennen (1997) beschreiben das in umgekehrter Proportion. Beide Arten sind kleine opportunistische Arten, die auf hohe Nachkommenszahlen setzen und beschrieben wurden als besonders erfolgreich unter eutrophierten Bedingungen (Beukema & Cadée, 1986; Pearson & Rosenberg, 1978). Vom Vorkommen dieser Larven und deren Verhältnis kann allerdings nicht auf das Vorkommen der adulten Tiere geschlossen werden. Verglichen mit Heiber (1988) und Boysen-Ennen (1997) sind die Dichten im vorliegenden Zeitraum und den vorhergehenden Jahren nicht mehr so hoch gewesen. Heiber (1988) fand bis zu 15.000 Ind. \cdot m⁻³ der Larven von *Polydora* sp., 25.000 Ind. \cdot m⁻³ der Larven von *Pygospio elegans* und fast 10.000 Ind. \cdot m⁻³ der jungen unbestimmten Spionidae Larven. Auch Boysen-Ennen (1997) beschreibt maximale Dichten von 30.000 Ind. \cdot m⁻³ für die unbestimmten Spionidae Larven, 25.000 Ind. \cdot m⁻³ für *Pygospio elegans* und bis zu 10.000 Ind. \cdot m⁻³ für *Polydora cornuta*. In den Jahren von 2016-2019 erreichten diese Gruppen zusammengerechnet nur an einigen Stationen und eher als Ausnahme mehr als 10.000 Ind. \cdot m⁻³. Die vor allem im Jahr 2019 schon im März auftretenden Dichtemaxima sind möglicherweise auf milde Winter zurück zu führen.

Larven des Polychaeta *Sabellaria* (Sandkoralle) wurden in den beiden hier untersuchten Jahren 2018 und 2019 nicht gefunden (siehe dazu auch Kapitel 3.5.2).

Heiber (1988) hatte 1982 und 1983 noch Larven nachgewiesen, die aber wahrscheinlich ausschließlich aus dem vorgelagerten Sublitoral stammten. Die Art wird in der Roten Liste der gefährdeten Arten mittlerweile in der Kategorie 2 (stark gefährdet) geführt. Laut einer Pressemitteilung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN 2014) muss *Sabellaria* möglicherweise als noch stärker gefährdet eingestuft werden, da keine rezenten Vorkommen an der deutschen Nordseeküste mehr bekannt sind. Obwohl sich die pelagische Phase der *Sabellaria*-Larven über 5-6 Monate erstreckt und in der vorliegenden Untersuchung keine Vorkommen nachgewiesen werden konnten, ist dies noch kein endgültiger Hinweis auf ein völliges Verschwinden dieser Art aus dem Untersuchungsgebiet. Sowohl Boysen-Ennen (1997) als auch Heiber (1988) haben die Abhängigkeit der Abundanzen pelagischer Organismen von der Tidephase gezeigt, sowie räumliche Unterschiede und das mögliche Fehlen einer Art in einzelnen Jahren. Bei möglicherweise nur noch sehr vereinzelt Vorkommen ist die Wahrscheinlichkeit eines Nachweises im Plankton bei der derzeit gewählten räumlichen und zeitlichen Monitoringstrategie eher gering.

Teilweise hohe Abundanzen erreichten die Cirripedia-Larven, eine weitere meroplanktische Gruppe. Sie erlangten allerdings in der Probenperiode 2016 bis 2019 nur in seltenen Fällen eine Dominanz innerhalb der Crustacea und damit auch des gesamten Zooplanktons. Ähnlich wie bei den Larven der Polychaeta scheinen die Dichten seit den 1980er und 1990er Jahren im Großen und Ganzen abgenommen zu haben (Boysen-Ennen 1997, Heiber 1988), hier können aber die Probenahmeperioden und die hydrologischen Bedingungen auch eine Rolle spielen. Neben diesen Gruppen trugen vor allem jeweils in der ersten Jahreshälfte die Veliger-Larven diverser Bivalvia und Gastropoda (Mollusca) in signifikantem Maße zu den Individuendichten des Meroplanktons bei. Dies entspricht im Wesentlichen dem zeitlichen Auftreten der Mollusca Larven bei Boysen-Ennen (1997) und Heiber (1988). Die Zahlen waren in den Jahren 2016 bis 2019 allerdings auch in dieser meroplanktischen Gruppe geringer als für die späten 1980er und 1990er Jahre mit bis zu 15.000 Ind.·m⁻³ beschrieben. Möglicherweise wird das Dichtemaximum wegen kurzer planktischer Perioden aber im Beprobungsintervall nicht erfasst, vor allem durch den Ausfall von Proben im entscheidenden Zeitraum. Zusätzlich konnten vor allem im Mai die diversen Larven der Echinodermata größere Dichten erreichen, dies war in den vorliegenden Jahren aber recht variabel.

Die Anteile des Meroplanktons in Frühjahr und Sommer könnten im Zusammenhang mit der Eutrophierung der Küsten durch die Nährstofffracht der Flüsse, hier vor allem des Rheins, aber auch der Weser und der Elbe stehen (Boysen-Ennen 1997 und Heiber 1988). Im Vergleich mit anderen Gebieten wurde vor allem an der west- und ostfriesischen Küste eine numerische Dominanz des Meroplanktons gefunden, die zu einem großen Teil durch den hohen Anteil der Polychaeta- und Cirripedia-Larven charakterisiert wurde. Im Nordfriesischen Wattenmeer hingegen dominierten in vergleichbaren Jahren Copepoda (Hickel 1975) und in der deutschen Bucht war die Meroplanktondichte mit im Schnitt 18 % geringer (Gerdes 1985). Obwohl sich die Fangmethoden nur bedingt vergleichen lassen, könnte in diesen Gebieten der geringere Einfluss der Eutrophierung eine Erklärung für diese

Unterschiede sein (Heiber 1988 und Boysen-Ennen 1997). Die geringeren Abundanzen und Dominanzen der hier vorliegenden Daten im aktuellen Untersuchungszeitraum lassen sich also möglicherweise vergleichbar mit dem Rückgang der Eutrophierung im südlichen Wattenmeer seit den 1980er Jahren erklären (Desmit et al. 2020, van Beusekom et al. 2019).

In beiden untersuchten Jahren konnte eine hohe Dominanz der Crustacea in der Gemeinschaft an allen Stationen und, mit wenigen Ausnahmen, zu allen Zeitpunkten festgestellt werden. Lediglich selten stellten die Crustacea nicht den Hauptanteil an der Gemeinschaft. So dominierten an der Station Bork W1 im September 2018 die Foraminifera, die, auch in weiteren Proben häufig, als hauptsächlich benthische Bewohner allerdings stark mit hydrologischen Bedingungen und dem Anteil von aufgewirbeltem Sand in den Proben korrelierten. Im Juni 2018 hatten die Chordata den höchsten Anteil an der Station Jade W1.

Die im Plankton vorherrschende Gruppe der Crustacea, setzte sich wiederum weitgehend aus Copepoda zusammen. Es gab in beiden Jahren einen räumlichen Gradienten dieser Gruppe mit einem Anstieg der Abundanzen von Westen bis zur Station Norderney W1, von wo dann die Zahlen nach Osten wieder sanken. Neben den dominierenden calanoiden Formen mit *Acartia* spp., *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus* kam auch der harpacticoiden Vertreter *Euterpina acutifrons* und der cyclopoide *Oithona nana* häufig vor. *Centropages hamatus* und *Temora longicornis* wurden vor allem in den Proben von März bis Juli gefunden, *Acartia* spp. kam in beiden Jahren fast immer häufig und dominant vor, diese Dominanz verstärkte sich noch ab August. Dies entspricht den Ergebnissen von Boysen-Ennen (1997) für die Otzumer Balje zwischen Spiekeroog und Langeoog und von Heiber (1988) für die Robinsbalje im Wurster Watt aus den 1980er und 1990er Jahren. *Centropages hamatus* wurde von beiden Autoren als typische Sommerart bezeichnet, mit Abundanz-Maxima im Juni bzw. Juli und dies wurde auch hier in beiden Jahren gefunden. Die Entwicklung war auch in den Jahren 2016 und 2017 vergleichbar. Die Cyclopoida und Harpacticoida entwickeln hohe Abundanzen in dominanten Dichten ab Juli bis in den Herbst. Dies wurde auch bei Boysen-Ennen (1997) und Heiber (1988) beschrieben. Wasmund beschrieb sogar eine eindeutige sukzessive Abfolge der Maxima der Calanoida im Juni, Cyclopoida im August und Harpacticoida im Spätherbst, (Wasmund et al. 2012), dies ließ sich so konkret aber in keiner Studie erkennen. Der eingewanderte *Pseudodiaptomus marinus* zeigte nennenswerte Anteile vor allem im August in beiden Jahren. Tendenziell nahmen die Individuenanzahlen seit 2015 zu und erreichten im Jahr 2019 ihren bisherigen Höhepunkt. Außerdem konnten auch steigende Anteile von Copepoditen gefunden werden, die auf eine erfolgreiche Reproduktion hinweisen. Die Ergebnisse der bisher analysierten 5 Jahre weisen also stark darauf hin, dass sich diese Art im Gebiet etabliert und ausbreitet.

Auch *Oikopleura dioica* (Chordata) wurde häufig gefunden. Boysen-Ennen (1997) beschrieb Maxima für Mai/Juni bzw. Juni/Juli für diese Art. Diese saisonale Verbreitung stimmte grundsätzlich mit den hier dargestellten Daten überein, wobei teilweise bis in den August hinein nennenswerte Dichten vorkamen und die Maxima

meist im Juli erreicht wurden. Daneben traten vor allem im April, teils aber auch im Mai und manchmal sogar im Juli (Jade W1, 2017) relativ hohe Dichten der als Kaltwasserart beschriebenen *Fritillaria borealis* auf.

Foraminifera (Protozoa) wurden ebenfalls häufig in größeren Dichten erfasst, allerdings ist deren Auftreten abhängig von der Menge aufgewirbelten sandigen Sedimentes. Es gibt nur wenig rein planktisch vorkommende Foraminifera, die meisten leben benthisch und gelangen durch bestimmte Ereignisse ins Freiwasser.

Insgesamt wurde auch die Ctenophora *Beroë* sp. häufiger gefunden, es handelte sich dabei jedoch eher um Beifang, der bei dieser Methodik der Probenahme nicht statistisch ausreichend erfasst werden kann, ähnlich wie die diversen Medusen (Cnidaria), größeren Krebslarven oder Mysida (Crustacea). Diese größeren Formen dominierten deshalb das Biovolumen. Die Biovolumina zeigten deutlich einen Anstieg der Cnidaria und Ctenophora im Sommer. Juvenile *Pleurobrachia pileus*, eine im Gebiet häufig vorkommende Art der Ctenophora (Heiber 1988, Boysen-Ennen 1997), wurden in einigen Proben von 2018 gefunden. Größere Exemplare konnten nicht gezählt werden, obwohl diese Art in der Nordsee häufig ist und in den Untersuchungen von Boysen-Ennen (1997) an der Otzumer Balje und von Heiber (1988) an der Robinsbalje beschrieben wurden, wo sie regelmäßig im Sommerplankton erschien. Möglicherweise sind die in einer ganzen Reihe von Proben und in allen Jahren gefundenen Bruchstücke von Ctenophora dieser Art zuzuordnen.

Auf eine separate graphische Darstellung der Größenklassenverteilung wurde im vorliegenden Bericht verzichtet. In den zugehörigen Datentabellen sind die Zuordnungen der Größenklassen jedoch enthalten. Zu nahezu allen Probenahmezeitpunkten und an allen Stationen kamen jeweils die untersten (kleinsten) drei bis maximal vier Klassen am häufigsten vor. Im Jahr 2018 war neben Klasse eins (< 5 Mio. μm^3 pro Individuum) und zwei (5-10 Mio. μm^3 pro Individuum) auch Klasse drei (10-25 Mio. μm^3 pro Individuum) vor allem im Juni und Juli sehr häufig, davor und danach waren eher die beiden kleinsten Klassen dominant. Im Jahr 2019 waren letztere im Juli und August dominant, davor und danach konnten auch die Größenklassen drei und vier (25-50 Mio. μm^3 pro Individuum) in ähnlicher Größenordnung auftreten, wobei Größenklasse eins auch im März schon Peaks erreichte. In der kleinsten Größenklasse (1) befanden sich hauptsächlich kleine Copepoda (Cyclopoida, Harpacticoida, Copepodit-Stadien I-III der Calanoida) und deren Nauplius-Larven, Larven von Mollusca und Polychaeta und Protozoa. Die nächste Größenklasse (2) war ähnlich aufgebaut, mit den etwas größeren Larven und Copepodit-Stadien, adulten *Euterpina acutifrons*, und Cirripedia-Nauplien. In der dritten Gruppe vertreten waren hauptsächlich größere Copepodit-Stadien (IV-V), auch schon die adulten Männchen von *Acartia* spp., größere Polychaeta-Larven und *Oikopleura dioica*. Die vierte Größenklasse bestand hauptsächlich aus adulten calanoiden Copepoda, Chordata, Appendicularia und großen Polychaeta-Larven. Alle weiteren größeren Organismen kamen nur in geringen Dichten vor. Klasse fünf (50-100 Mio. μm^3 pro Individuum) enthielt große Copepoda, Crustacea-Larven (Zoëa) und kleinere Medusen, Klasse sechs (100-1.000 Mio. μm^3 pro Individuum) Crustacea-Larven und Mollusca (Ei-Kapseln von *Littorina* sp.). Klasse sieben

(>1.000 Mio. μm^3 pro Individuum) schließlich vereinte dann die größeren Crustacea-Larven (Megalopa) und Mysida, vor allem aber *Beroë* sp. und Medusen diverser Cnidaria.

Die interannuelle Variabilität in Bestand und Artenzusammensetzung des Phytoplanktons kann in den Küstenbereichen der Deutschen Bucht abhängig von meteorologischen, hydrographischen und chemischen (Nährstoffe) Bedingungen sehr hoch sein. Das Zooplankton als nachfolgende trophische Ebene ist davon direkt abhängig. Die hier grundsätzlich gefundenen Muster mit hohen Individuenzahlen im Frühjahr und Sommer sowie der Rückgang im Spätsommer und Herbst entsprechen den Erwartungen, dass die Zooplanktonorganismen von der Menge des zur Verfügung stehenden Futters der untergeordneten Trophiestufe, des Phytoplanktons, abhängig sind. Die teilweise durchaus starken Schwankungen zeigen aber auch, dass die bereits angesprochenen Wirkungen der abiotischen Faktoren auf die Planktongesellschaften sowie die Interaktionen und Abhängigkeiten innerhalb der Nahrungsnetze insbesondere in der Deutschen Bucht sehr komplex sind und zu hoher Variabilität führen können. Auch der Vergleich mit den Daten aus 2015 und der Untersuchung zu den Jahren 2016 und 2017 macht eine große interannuelle und regionale Variabilität deutlich. Zunehmend milde Winter und die Abnahme der Eutrophierung sind weitere Faktoren, die einen komplexen Einfluss auf das zeitliche Auftreten und die Zusammensetzung des Zooplanktons haben. Es bleibt abzuwarten, welche Veränderungen sich weiterhin in Zukunft ergeben werden.

5 Schlussfolgerung und Monitoringkonzept

Mit einer systematischen Beprobung der Zooplanktongesellschaften entlang der niedersächsischen Küste wurde im Jahr 2015 Mitte Juli an sieben Stationen begonnen. Diese Anzahl wurde für die folgenden Jahre 2016 und 2017 auf fünf reduziert. Die Standorte gehören zum bereits lange etablierten Überwachungsnetz für Phytoplankton. Eine weitere Station im Wurster Watt (Robinsbalje) wurde zusätzlich gewählt, weil es aus diesem Bereich einige Untersuchungen aus den 1980er Jahren gibt und früher dort Vorkommen der mittlerweile stark gefährdeten Sandkoralle (*Sabellaria*) bekannt waren. Diese Stationen wurden auch für den hier beschriebenen Zeitraum der Jahre 2018 und 2019 beibehalten. Der Beobachtungszeitraum wurde von Juli bis September im Jahr 2015 auf April bis Oktober in den Jahren 2016 und 2017 ausgeweitet. Für die Jahre 2018 und 2019 wurde schon im März mit der Probenahme begonnen.

Die im vorliegenden Bericht dargestellten Daten zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Gesellschaften und die Häufigkeiten der Taxa grundsätzlich in die bekannten Muster dieser Trophiestufe aus den Küstenbereichen in der Deutschen Bucht einfügen. Es gab an fast allen Stationen überwiegend eine Dominanz von Crustacea, insbesondere der calanoiden Copepoda. Außerdem kamen je nach Zeitpunkt und Station die meroplanktischen Larven unterschiedlichster benthisch lebender Tiere (z.B. Polychaeta, Mollusca, Cirripedia) in größeren Dichten vor. Während des Untersuchungszeitraumes waren die Abundanzen meist im späten Frühjahr bzw. im Frühsommer am höchsten. Im Herbst nahmen sie deutlich ab.

Aufgrund des komplexen Zusammenwirkens innerhalb der Verflechtungen der Biota sowie der hohen Variabilität und Heterogenität der von außen wirkenden Faktoren wie Hydrologie, Meteorologie und Chemie können erst längerfristige und regelmäßige Untersuchungen des Zooplanktons Hinweise auf bestimmte Strukturen liefern. Daher ist eine Beurteilung des relativ kurzen Zeitraumes von 5 Jahren, die in diesem Rahmen bisher analysiert wurden, noch als vorläufig und mit gewissen Unsicherheiten zu betrachten. Die Variabilität des Phytoplanktons hat sich in den vergangenen 30-40 Jahren als enorm variabel erwiesen. Bei den planktischen Primärproduzenten ist in diesem Zeitraum durchaus auch ein längerfristiger Trend hin zu kleineren Vertretern und einer etwas diverseren Gesellschaft zu verzeichnen. Es ist also erwartbar, dass die nachfolgende Trophiestufe des herbivoren Zooplanktons, gefolgt von den karnivoren Vertretern, ebenso variabel darauf reagiert. Langfristig ließ sich im Vergleich mit Daten aus den 1980er und 1990er Jahren auch ein Trend erkennen, mit einer weit geringeren Dominanz der meroplanktischen Larven. Dies lässt sich möglicherweise auch mit der abnehmenden Eutrophierung aufgrund der bisher umgesetzten Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge durch die Flüsse erklären.

Da seit Inkrafttreten der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) das Zooplankton erstmals als biologische Komponente für die Bewertung des Umweltzustandes Berücksichtigung finden muss, sollte ein regelmäßiges Monitoring sowohl in den Küstenbereichen als auch in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) unbedingt

etabliert werden. Das Zooplankton ist in den Nahrungsnetzen ein wichtiges Bindeglied zwischen der untersten Stufe der Primärproduzenten (Phytoplankton) und den (auch kommerziell genutzten) Fisch- und Schalentierbeständen. Innerhalb der Umsetzung der MSRL spielt diese Komponente eine wichtige Rolle zur Bewertung der Deskriptoren (D1) „Biologische Vielfalt“, (D2) „Nicht-einheimische Arten“, (D4) „Nahrungsnetz“ und indirekt über die große Vielfalt der meroplanktischen Larven für (D6) „Meeresgrund“ sowie der Bedeutung als Nahrungsquelle für (D3) „Zustand kommerzieller Fisch- und Schalentierbestände“.

International wird das Zooplankton bereits verstärkt in Bewertungssysteme zur Umsetzung der MSRL berücksichtigt. So werden in Großbritannien verschiedene Teilkompartimente in Kombination mit Aspekten des Phytoplanktonbestandes zur Bewertung der Deskriptoren D1, D4 und D6 herangezogen (Scherer et al. 2014). Zusätzlich werden derzeit weitere pelagische Habitat-Indikatoren sowohl für das OSPAR- und HELCOM-Gebiet entwickelt und getestet, u.a. auch für die deutschen Nord- und Ostseegewässer.

Die Auswertungen aus den beiden letzten Jahren haben gezeigt, dass bereits im März hohe Abundanzen der Zooplanktongemeinschaften auch bereits mit signifikanten Biomassen an meroplanktischen Larven vorkommen können. Durch die immer häufiger auftretenden sehr milden Winter beginnt die Vegetationsperiode des Phytoplanktons teils schon im Februar. Die nachfolgende Trophiestufe des Zooplanktons reagiert darauf mit einem kurzen zeitlichen Versatz. Aus diesem Grund sollte die im Jahr 2018 aufgenommene März-Beprobung im zukünftigen Monitoring-Programm beibehalten werden.

In nahezu allen Fällen gab es bei der vorliegenden Untersuchung für die Jahre 2018 und 2019 an den Stationen bei der Oktober-Beprobung wieder einen Anstieg in der Abundanz im Verhältnis zum September. Verglichen mit dem Vormonat traten im Oktober aber keine zusätzlichen taxonomischen Gruppen mit größerer Dominanz hervor. Im Gegenteil, die meisten wurden deutlich reduziert und es kam fast ausschließlich zu einer Steigerung der Dominanz von Crustacea, vor allem bedingt durch die calanoiden Copepoda. Es ist deshalb zu überlegen, ob die Oktober-Beprobung zukünftig wegfallen kann. In diesem Fall könnte die Probenahme im September in die zweite Monatshälfte verschoben werden, um den im Herbst zu erwartenden erneuten Biomasseanstieg eventuell zu erfassen. Eine detailliertere Betrachtung und Auswertung dieses Aspektes sollen im kommenden Jahr (2021) erfolgen.

Die Untersuchung der Gesellschaften des Zooplanktons ist für die Umsetzung der MSRL relevant (siehe oben). Im Zuge der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wird diese Trophiestufe jedoch nicht betrachtet. Aus diesem Grund ist zu überlegen, ob die Station Borkum W1 im hier betrachteten Zusammenhang weiterhin beprobt werden muss. Sie liegt relativ weit südlich an der Grenze zum Übergangswasserkörper des Ems-Mündungsbereiches. Auch wenn durch die Probenahme bei Hochwasser tidebedingt diese „Grenze“ weiter nach Süden verschoben wird, so sind in

den Ergebnissen der Proben von dieser Station doch die Einflüsse des Übergangsbereiches erkennbar. Die Ergebnisse der weiter nördlich gelegenen Station Borkum W2 lassen sich von denen der Station Borkum W1 unterscheiden, repräsentieren aber eher die Gesellschaften für die Küstenwasserkörper der westlichen Deutschen Bucht. Deshalb reicht aus unserer Sicht die Beprobung des Zooplanktons an dieser Stelle zusammen mit den Erhebungen an Norderney W1 aus, um den Westteil der Küstengewässer in der Deutschen Bucht abzudecken.

Ähnlich in der taxonomischen Zusammensetzung und zeitlichen Entwicklung sind die beiden Stationen Spiekeroog W1 und Jade W1. Deshalb wäre aus unserer Sicht zu überlegen, ob eine Beprobung des Zooplanktons bei Jade W1 überhaupt notwendig ist, weil dadurch keine signifikanten Mehrinformationen zu gewinnen sind. Anders verhält es sich mit der Station Wurster Watt W2. Die Ergebnisse der Auswertungen dort lassen Unterschiede zu den beiden vorher erwähnten Station erkennen. Deshalb wäre aus unserer Sicht diese Station, auch wenn sie logistisch etwas ungünstig liegt, eher beizubehalten. Auch dieser Aspekt des Monitoringprogramms soll im nächsten Jahr (2021) detaillierter analysiert werden.

Wenn man der dargelegten Argumentation folgt, würden die vier Stationen Borkum W2, Norderney W1, Spiekeroog W1 und Wurster Watt W2 die Zooplanktongesellschaften in den Küstengewässern Niedersachsens von West nach Ost repräsentativ erfassen. Dadurch würde die derzeitige Probenanzahl von insgesamt 48 auf 32 sinken. Sollte möglicherweise, wie oben erwähnt, die Oktober-Beprobung wegfallen können, so fallen dann nach bisheriger Beprobungsfrequenz von einmal monatlich 28 Proben an. Dieses Intervall kann selbstverständlich die zeitliche Dynamik der Entwicklung des Zooplanktons nicht optimal erfassen. Möglicherweise auftretende Maxima oder Minima werden mit großer Wahrscheinlichkeit nicht erfasst. Deshalb ist zu überlegen, ob aufgrund der räumlichen Reduzierung dann nicht die zeitliche Frequenz etwas erhöht werden kann. Dies könnte gleichmäßig verteilt über den Zeitraum mit zwei oder drei zusätzlichen Beprobungen geschehen. Alternativ wäre mit den zusätzlichen Terminen eine zweiwöchige Beprobung von Mai bis Juli möglich, dem Zeitraum während bzw. nach der Frühjahrsblüte der Primärproduzenten und des hauptsächlichen Larvenfalls der meroplanktischen Vertreter möglich. In die Abwägungen einzubeziehen sind hier selbstverständlich auch die logistischen Möglichkeiten und Kosten.

Das vorgeschlagene räumliche und zeitliche Schema reicht aus unserer Sicht aus, um für die Küstenbereiche den Deskriptor (D4) „Nahrungsnetz“ für das Zooplankton mit den ermittelten Abundanzen und Biomassen abzudecken. Die herkömmliche mikroskopische Auswertung der Proben stößt bezüglich der taxonomischen Einordnung an gewisse Grenzen. Für einige Organismen ist es nur unter sehr großem zusätzlichen (meist präparativem) Aufwand möglich auf Artniveau zu bestimmen. Für sehr junge Larvenstadien, insbesondere der meroplanktischen Vertreter, kann die exakte Zuordnung auch nahezu unmöglich sein. Mittlerweile gibt es mit dem DNA-Metabarcoding jedoch eine Methode, die als Ergänzung zur klassischen Analyse sehr hilfreich ist. Dabei wird in einer homogenisierten Mischprobe ein spezielles Marker-Gen aller Individuen vervielfältigt, sequenziert und anschließend mit

Referenzdatenbanken abgeglichen, um Arten zuordnen zu können. Diese Ergebnisse müssen anschließend mit den herkömmlichen Resultaten taxonomisch und ökologisch verglichen, interpretiert und plausibilisiert werden. Für die Bedienung der Deskriptoren (D1) „Biologische Vielfalt“ und (D2) „Nicht-einheimische Arten“ kann diese Methode zusätzlich zu einer feineren Auflösung beitragen. Unserer Meinung nach muss dazu aber nicht jede einzelne Probe entsprechend analysiert werden. Wir würden vorschlagen, dass dazu jeweils zwei aufeinanderfolgende Beprobungen der beiden westlichen bzw. östlichen Stationen gepoolt werden, so dass über den Jahresverlauf insgesamt 10 Proben für das DNA-Metabarcoding entstehen würden.

6 Literatur

- AquaEcology (2016): Zooplankton in niedersächsischen Küstengewässern - Pilotstudie - Monitoring 2015. Bericht für Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), 61 pp.
- AquaEcology (2018): Zooplankton in niedersächsischen Küstengewässern – Monitoring 2016/2017. Bericht für Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN).
- Beukema, J.J. & G.C. Cadée (1986) Zoobenthos responses to eutrophication of the Dutch Wadden Sea, *Ophelia*, 26:1, 55-64
- BfN (2014): BfN stellt Rote Liste der Meeresorganismen vor. Rote Liste, Band 2 - Meeresorganismen (Fische, Wirbellose, Großalgen). Pressemitteilung 9. Mai 2014.
- Boysen-Ennen, E. (1997): Das Mesozooplankton der Otzumer Balje. Abschlussbericht Untersuchungen 1994 - 1996. Ökosystemforschung Niedersächsisches Wattenmeer ELAWAT.
- Brylinski, J.-M., Antajan, E., Raud, T. & Vincent, D. (2012): First record of the Asian copepod *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 (Copepoda: Calanoida: Pseudodiaptomidae) in the southern bight of the North Sea along the coast of France. *Aquatic Invasions* 7: 577-584.
- Desmit, X., Nohe, A., Borges, A.V., Prins, T., De Cauwer, K., Lagring, R., Van der Zande, D. and Sabbe, K. (2020), Changes in chlorophyll concentration and phenology in the North Sea in relation to de-eutrophication and sea surface warming. *Limnol Oceanogr*, 65: 828-847.
- Diederich, S., Nehls, G., van Beusekom, J.E.E., Reise, K. (2004): Introduced pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? *Helgoland Marine Research* 59, 97-106 (2005).
- DIN (2020): DIN EN 17204:2020-09, Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Analyse von Zooplankton aus marinen und brackigen Gewässern. Beuth Verlag.
- Gerdes, D. (1985): Zusammensetzung und Verteilung von Zooplankton sowie Chlorophyll und Sestonergehalte in verschiedenen Wassermassen der Deutschen Bucht in den Jahren 1982/83. Veröff.Inst. Meeresf. Bremerhaven 20: 119-139
- Heiber, W. (1988): Die Faunengemeinschaft einer großen Stromrinne des Wurster Wattengebietes (Deutsche Bucht). Diss. Univ. Bonn.
- Hickel, W. (1975): The mesoplankton in the Wadden Sea of Sylt (North Sea). *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 27: 254-262

- Jha, U., Jetter, A., Lindley, J.A., Postel, L., Walter, C., Wootton, M. A. (2013): Extension of distribution of an introduced copepod, *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913, in the North Sea. - Marine Biodiversity records.
- Meixner, R. (1984): Erster Wildfund einer Pazifischen Auster *Crassostrea gigas*. Informationen für die Fischwirtschaft 31, 140. MSRL (2008): Richtlinie 2008/56/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Union, L 164/19.
- NLWKN (2013): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen - Gütemessnetz Übergangs- und Küstengewässer 2013. Küstengewässer und Ästuar Band 6. 50 S.
- Olazabal, A. de & Tirelli, V. (2011): First record of the egg carrying calanoid copepod *Pseudodiaptomus marinus* in the Adriatic Sea. Mar. Biodivers. Rec. 4, 85:1-4.
- Omori, M. (1969): Weight and chemical composition of some important oceanic zooplankton in the North Pacific Ocean. Marine Biology 3, 4-10.
- Pearson, Th. & Rosenberg, R. (1978): Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 16:229-311
- Postel, L., Simon, H., Guiard, V. (2007): Vervollständigung der individuen-spezifischen Längen-Biomasse-Beziehungen für 18 regelmäßig in der Ostsee vorkommende Zooplanktontaxa zur Überarbeitung des HELCOM-Combine-Manual (Annex C-7, Kapitel 6.2) im Rahmen der biologischen Qualitätssicherung des BLMP Nord- und Ostsee. Abschlussbericht. IOW, Warnemünde. 125 pp.
- Rumohr, H. (1980): Der „Benthosgarten“ in der Kieler Bucht - Experimente zur Bodentierökologie. Reports SFB 95, Univ. Kiel 55:179pp
- Scherer, C., Gowen, R.J., Tett, P., Atkinson, A., Baptie, M., Best, M., Bresnan, E., Cook, K., Forster, R., Keeble, S., McQuatters-Gollop, A. (2014): Development of a UK Integrated Plankton Monitoring Programme - A final report of the Lifeform and State Space project. The Department of Environment, Food and Rural Affairs. Nobel House. 17 Smith Square. London SW1 P 3JR, 450 pp.
- Troost, K. (2010): Causes and effects of a highly successful marine invasion: case study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries. Journal of Sea Research Volume 64, Issue 3.
- Uye, S. (1982): Length-weight relationship of important zooplankton from the Inland Sea of Japan. Journal of the Oceanographic Society of Japan 38, 149-158.

Van Beusekom Justus E. E., Carstensen Jacob, Dolch Tobias, Grage Annika, Hofmeister Richard, Lenhart Hermann, Kerimoglu Onur, Kolbe Kerstin, Pätsch Johannes, Rick Johannes, Rönn Lena, Rüter Hans (2019): Wadden Sea Eutrophication: Long-Term Trends and Regional Differences. *Frontiers in Marine Science* Volume 6, 370 Wasmund, N., L. Postel & M. L. Zettler (2012): Biologische Bedingungen in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee im Jahre 2011. *Meereswiss. Ber.*, Warnemünde, 90 (2012).

WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften*, L 327/1.

7 Anhang

7.1 Stationsdaten

Tabelle 2: Auszug aus den Protokollen für die hinsichtlich Zooplankton beprobten Stationen des NLWKN-Messnetzes im Jahr 2018. Angegeben sind neben den Beprobungsterminen die geographische Position, Wassertemperatur, pH-Wert und die über Titration bestimmte Salinität.

Station	Datum	Uhrzeit	geogr. Breite	geogr. Länge	Wassertemperatur °C	pH-Wert	Salinität (Titration)
Bork_W_1	19.03.2018	12:45	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	0,5	8,11	27,48
Bork_W_1	16.04.2018	12:38	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	10,1	8,39	27,20
Bork_W_1	14.05.2018	11:37	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	16,4	8,71	27,30
Bork_W_1	13.06.2018	09:27	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	18,4	8,00	28,25
Bork_W_1	11.07.2018	10:45	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	17,9	7,94	30,18
Bork_W_1	13.08.2018	12:50	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	20,6	7,96	31,00
Bork_W_1	11.09.2018	09:58	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	17,6	7,82	34,05
Bork_W_1	08.10.2018	11:55	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	12,9	7,92	34,61
Bork_W_2	19.03.2018	11:20	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	0,4	8,102	31,65
Bork_W_2	16.04.2018	11:21	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	8,8	8,403	31,38
Bork_W_2	14.05.2018	10:17	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	14,8	8,67	30,22
Bork_W_2	13.06.2018	10:45	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	16,3	8,204	31,96
Bork_W_2	11.07.2018	09:30	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	17,3	8,09	32,48
Bork_W_2	13.08.2018	11:50	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	20,3	8,07	32,36
Bork_W_2	11.09.2018	13:05	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	17,5	8,05	35,91
Bork_W_2	08.10.2018	10:25	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	13,3	8,03	35,96
Jade_W_1	23.03.2018	17:05	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	3,5	7,65	32,58
Jade_W_1	16.04.2018	14:15	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	7,5	7,795	32,6
Jade_W_1	14.05.2018	12:10	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	13,3	8,123	31,19
Jade_W_1	11.06.2018	10:30	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	16,1	7,86	32,995
Jade_W_1	09.07.2018	09:20	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	17,6	7,855	32,63
Jade_W_1	13.08.2018	15:00	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	19,6	7,85	33,54
Jade_W_1	10.09.2018	13:16	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	18,2	7,85	35,39
Jade_W_1	08.10.2018	11:40	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	13,6	7,83	
Nney_W_1	19.03.2018	09:30	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	0,5	8,152	31,485
Nney_W_1	16.04.2018	09:44	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	9,0	8,385	31,2
Nney_W_1	14.05.2018	08:30	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	14,7	8,632	30,23
Nney_W_1	13.06.2018	11:57	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	17,1	8,08	32,15
Nney_W_1	11.07.2018	07:55	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	17,3	8,07	32,44
Nney_W_1	13.08.2018	10:26	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	19,0	8,04	31,99
Nney_W_1	11.09.2018	14:25	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	17,5	8,06	35,70
Nney_W_1	08.10.2018	08:50	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	12,6	8,03	35,90
Spog_W_1	23.03.2018	13:15	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	4,0	7,76	32,01
Spog_W_1	16.04.2018	11:20	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	7,8	7,88	33,33
Spog_W_1	14.05.2018	09:50	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	14,4	8,097	31,46
Spog_W_1	11.06.2018	08:00	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	18,5	7,712	32,99

Station	Datum	Uhrzeit	geogr. Breite	geogr. Länge	Wassertemperatur °C	pH-Wert	Salinität (Titration)
Spog_W_1	09.07.2018	06:55	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	18,1	7,837	32,63
Spog_W_1	13.08.2018	12:45	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	19,7	7,83	33,35
Spog_W_1	10.09.2018	11:28	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	17,8	7,94	34,75
Spog_W_1	08.10.2018	09:15	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	12,2	7,98	
WuKu_W_2	28.03.2018	12:15	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	3,6	8,2	26,2
WuKu_W_2	17.04.2018	11:55	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	9,1	8,3	25,4
WuKu_W_2	17.05.2018	10:40	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	15,2	8,4	22,3
WuKu_W_2	14.06.2018	11:30	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	18,1	8	29,2
WuKu_W_2	17.07.2018	11:45	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	20,1	8,1	29,5
WuKu_W_2	16.08.2018	15:45	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	20,6	8	30,6
WuKu_W_2	19.09.2018	11:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	17,4	8,1	31,4
WuKu_W_2	09.10.2018	12:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	13,2	8,1	31,5

Tabelle 3: Auszug aus den Protokollen für die hinsichtlich Zooplankton beprobten Stationen des NLWKN-Messnetzes im Jahr 2019. Angegeben sind neben den Beprobungsterminen die Wassertemperatur, pH-Wert und die über Titration bestimmte Salinität.

Station	Datum	Uhrzeit	geogr. Breite	geogr. Länge	Wassertemperatur °C	pH-Wert	Salinität (Titration)
Bork_W_1	11.03.2019	13:50	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	6,4	8,121	29,3
Bork_W_1	09.04.2019	14:40	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	9,9	8,14	26,18
Bork_W_1	09.05.2019	12:35	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	10,8	8,054	24,88
Bork_W_1	04.06.2019	12:20	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	17,3	8,054	30,96
Bork_W_1	01.07.2019	10:35	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	20,5	7,882	29,74
Bork_W_1	15.07.2019	10:50	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	16	7,979	30,73
Bork_W_1	31.07.2019	11:15	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	22,6	8,009	31,4
Bork_W_1	13.08.2019	10:15	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	18,8	8,021	32,03
Bork_W_1	28.08.2019	11:20	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	22,2	8,116	31,73
Bork_W_1	11.09.2019	11:25	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	16,8	8,133	31,64
Bork_W_1	15.10.2019	13:05	53° 28' 44,453"	6° 55' 3,330"	13,6	8,01	30,57
Bork_W_2	11.03.2019	12:42	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	6,3	7,97	30,94
Bork_W_2	09.04.2019	13:30	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	9,1	8,17	31,63
Bork_W_2	09.05.2019	13:40	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	10,6	8,157	29,8
Bork_W_2	04.06.2019	10:10	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	16,6	8,261	33,93
Bork_W_2	01.07.2019	09:15	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	19,4	8,031	32,47
Bork_W_2	15.07.2019	09:25	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	16,5	8,033	32,21
Bork_W_2	31.07.2019	09:55	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	21,6	8,068	32,79
Bork_W_2	13.08.2019	08:55	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	18,2	8,097	32,88
Bork_W_2	26.08.2019	16:36	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	20,2	8,101	32,65
Bork_W_2	11.09.2019	09:58	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	17,1	8,166	32,83
Bork_W_2	15.10.2019	11:45	53° 36' 50,398"	6° 52' 28,353"	13,4	8,06	31,8
Jade_W_1	10.03.2019	14:10	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	6,2	8,041	31,35
Jade_W_1	11.04.2019	17:30	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	7,6	7,91	30,09

Station	Datum	Uhrzeit	geogr. Breite	geogr. Länge	Wassertemperatur °C	pH-Wert	Salinität (Titration)
Jade_W_1	09.05.2019	15:05	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	11	7,962	30,91
Jade_W_1	10.06.2019	17:30	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	15,3	8,022	33,3
Jade_W_1	02.07.2019	13:50	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	18	8,104	33,35
Jade_W_1	15.07.2019	12:00	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	15,8	7,968	33,09
Jade_W_1	30.07.2019	10:15	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	19,9	8,077	31,74
Jade_W_1	13.08.2019	11:15	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	18	7,94	33,13
Jade_W_1	28.08.2019	11:40	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	20,9	8,075	33,28
Jade_W_1	10.09.2019	10:05	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	16,2	8,355	31,78
Jade_W_1	15.10.2019	14:21	53° 43' 13,362"	8° 3' 43,678"	13,5	7,738	32,66
Nney_W_1	11.03.2019	11:06	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	5,8	8,183	31,48
Nney_W_1	09.04.2019	11:44	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	9,3	7,8	31,98
Nney_W_1	09.05.2019	14:50	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	10,9	8,166	30,04
Nney_W_1	04.06.2019	09:54	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	17,1	8,18	33,56
Nney_W_1	01.07.2019	08:35	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	20,1	7,972	32,33
Nney_W_1	15.07.2019	07:50	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	16	8,084	32,81
Nney_W_1	31.07.2019	08:20	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	21,8	8,015	32,82
Nney_W_1	13.08.2019	07:15	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	18,5	8,074	30,38
Nney_W_1	26.08.2019	18:09	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	20,9	8,202	32,66
Nney_W_1	11.09.2019	08:10	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	16,3	8,177	32,16
Nney_W_1	15.10.2019	09:38	53° 42' 11,185"	7° 7' 57,524"	13,1	8,01	30,41
Spog_W_1	10.03.2019	12:15	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	6,5	7,916	30,77
Spog_W_1	11.04.2019	15:00	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	7,6	7,91	32,21
Spog_W_1	09.05.2019	13:20	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	11,6	7,95	30,685
Spog_W_1	10.06.2019	15:30	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	15,6	7,965	33,25
Spog_W_1	02.07.2019	12:35	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	18,2	8,065	32,97
Spog_W_1	15.07.2019	10:05	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	15,6	7,952	33,21
Spog_W_1	30.07.2019	12:15	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	22,2	8,108	31,5
Spog_W_1	13.08.2019	09:30	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	18	7,619	32,56
Spog_W_1	28.08.2019	08:45	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	21	8,039	32,74
Spog_W_1	10.09.2019	08:18	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	15,7	8,661	32,71
Spog_W_1	15.10.2019	12:15	53° 44' 39,349"	7° 41' 23,889"	13,2	7,648	31,93
WuKu_W_2	20.03.2019	11:40	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	6,4	8,052	27,89
WuKu_W_2	17.04.2019	12:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	8,6		29,75
WuKu_W_2	08.05.2019	13:15	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	10,4	8,2	31,74
WuKu_W_2	05.06.2019	12:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	17,6	8,4	31,89
WuKu_W_2	17.07.2019	10:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	17,3	8,021	30,2
WuKu_W_2	01.08.2019	12:32	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	21,8	8,03	31,05
WuKu_W_2	29.08.2019	11:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	21,2	8,1	31,62
WuKu_W_2	24.09.2019	12:00	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	15,8	8	31,455
WuKu_W_2	24.10.2019	11:30	53° 49' 12,000"	8° 20' 31,200"	13	8,1	30,235

7.2 Taxontabellen

Tabelle 4: Abundanzen aller gefundenen Taxa bzw. Entwicklungsstadien während der Beprobungen im Jahr 2018 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 138) in Tabelle 2 gefunden werden.

Stamm	Klasse	Taxon	Station	Bork_W_1							Bork_W_2										
			Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018		
Annelida	Polychaeta	Dipolydora sp.				23	6	94													
		Harmothoe sp. (Nectochaeta-Larve)																			
		Harmothoe sp. (Trochophora-Larve)												47							
		Lanice conchilega (Nectochaeta-Larve)				893	147	6		6	6			352	2479	94	23	59	23		
		Magelona papillicornis (Nectochaeta-Larve)		23		211	18							352	305	23					
		Myrianida sp. (mit Eiern)						3													
		Nereis diversicolor (Nectochaeta-Larve)					12		6							23			35		
		Nereis sp. (Trochophora-Larve)					18							12				6	6		
		Owenia sp. (Mitraria-Larve)																			
		Pectinariidae indet. (Trochophora-Larve)												12							
		Phyllodoce sp. (juvenil)																			
		Phyllococida indet. (Metatrochophora-Larve)			188	47			6					576	70						
		Phyllococida indet. (Nectochaeta-Larve)			23									23							
		Polychaeta indet. (Nectochaeta-Larve)					12							12	23						
		Polychaeta indet. (Trochophora-Larve)		493		23								6	258	23		23			
		Polydora ciliata (Nectochaeta-Larve)																			
		Polydora cornuta (Nectochaeta-Larve)			12	211	53	23	999	464	717			129	23		23	282	182	94	
		Polydora hermaphroditica (Nectochaeta-Larve)																			
		Pygospio elegans (Nectochaeta-Larve)		1140	188	376	65	94						6	12	23					
		Spionidae indet. (Nectochaeta-Larve)							6					6		352	47	23		6	
		Spionidae indet. (Trochophora-Larve)		952	235	70	123		18	65	65		35	188	70	153	211		188	6	
		Tomopteris (Johnstonella) heigolandica																			
		Pseudopolydora pulchra (Nectochaeta-Larve)																			
Bryozoa	Bryozoa	Conopeum reticulum (Cyphonautes-Larve)				164															
		Electra monostachys (Cyphonautes-Larve)				94	12							12		12			147	41	
		Electra pilosa (Cyphonautes-Larve)					12							23	23	12					
Chaetognatha	Chaetognatha	Chaetognatha indet.														1					
Chelicerata	Acari	Acari indet.																			
Chordata	Appendicularia	Fritillaria borealis			59	164								6	1186	47		23			
		Oikopleura (Vexillaria) dioica				47	59	1645	12	65	188					23	1245	4112	740	217	123
	Leptocardii	Branchiostoma lanceolatum															423	76			
	Pisces	Pisces indet.				1	1											23			
Cnidaria	Cnidaria	Cnidaria indet. (Actinula-Larve)																	1		
	Hydrozoa	Bougainvillia britannica (Medusa)																			
		Bougainvillia principis (Medusa)					15	3													
		Bougainvillia sp. (Medusa)				1									23						
		Clytia hemisphaerica (Medusa)					18												4	1	

Stamm	Klasse	Taxon	Station	Bork_W_1								Bork_W_2							
				Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018
		Eutima gracilis (Medusa)																	
		Hydrozoa indet. (Actinula-Larve)																	
		Hydrozoa indet. (Medusa)				23										12	6	12	
		Hydrozoa indet. (Polyp)				47	12			53						23	41	12	
		Rathkea octopunctata (Medusa)			35													6	
		Sarsia tubulosa (Medusa)																	
		Ectopleura dumortierii (Medusa)				47													
	Scyphozoa	Scyphozoa indet. (Medusa-Ephyra)																	
Crustacea	Amphipoda	Gammaridea indet.														1	3		
		Hyperideia indet.																	
	Cirripedia	Austrominius modestus (Nauplius-Larve)				2420	229	164	29	347	1410			846	82	23	82	1750	370
		Cirripedia indet. (Cypris-Larve)			35	211	47	47	23	23	53		23	47			12	6	59
		Cirripedia indet. (Nauplius-Larve)		916	399	3078	18	141		23	76	828	423	23		23		59	
	Copepoda	Acartia spp. (Copepodite I-III)		1398	1891	352	429	446	581	76	12	358	1292	1574	1504	2209	247		
		Acartia spp. (Copepodite IV-V)		905	564	47	317	258	670	47	18	41	775	164	599	1410	82	23	
		Acartia spp. (Männchen)		2373	176	47	47	141	352	6	6	35	305	164	94	423	23		
		Acartia spp. (Weibchen)		2302	305	211	176	329	429	18	6	12	388	47	94	634	59		
		Alteutha sp.							6										
		Alteutha sp. (Weibchen)								6									
		Calanus sp. (Copepodite I-III)																	
		Calanus sp. (Weibchen)																	
		Caligus sp.			12									23					
		Centropages hamatus (Copepodite I-III)			12	540	728	1057				18	141	423	893	963	12	6	6
		Centropages hamatus (Copepodite IV-V)				164	94	446				12	23	94	106	681			
		Centropages hamatus (Männchen)					100	23				6			35	117			
		Centropages hamatus (Weibchen)				23	18	117				6				164			
		Centropages typicus (Copepodite I-III)																	
		Centropages typicus (Copepodite IV-V)																	
		Centropages typicus (Weibchen)																	
		Clytemnestrinae									18		23					6	
		Copepoda indet. (Nauplius-Larve)		4781	4088	211	59	47	18	23	12	1480	2338	611	94	164	23	59	6
		Corycaeus anglicus (Copepodite)		23								59	23						
		Corycaeus anglicus (Männchen)																	
		Cyclopidae indet. (Copepodite)																	
		Cyclopoida indet.											12						
		Eurytemora affinis (Copepodite I-III)		12															
		Eurytemora affinis (Copepodite IV-V)										6							
		Euterpina acutifrons (Copepodite)							159	811	881						294	511	828
		Euterpina acutifrons (Männchen)							35	147	88						70	41	106
		Harpacticoida indet.		235	82	164	441	399	12	41	123	164	47		1140	235	70	41	29
		Oithona nana (Copepodite)		176	12		70	493	29	41	23	182	117		23	352	117	35	29
		Oithona nana (Männchen)			12		94	963	217	65	70	23	12		200	846	634	70	117
		Oithona nana (Weibchen)		59		70	217	2396	846	88	288	135		47	153	1715	3172	382	687
		Oithona similis (Copepodite)										6							
		Oithona similis (Weibchen)																	

Stamm	Klasse	Taxon	Station	Bork_W_1								Bork_W_2								
				Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018
		Paracalanus parvus (Männchen)																47		
		Paracalanus parvus (Weibchen)																12	23	
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite IV-V)		94	12						6			358	12					
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite I-III)		35	23				23					458	164					
		Pseudocalanus elongatus (Männchen)			12									12	12			23		
		Pseudocalanus elongatus (Weibchen)		35	12									59				23		
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite I-III)					6	235	35	6										6
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite IV-V)						94	59											
		Pseudodiaptomus marinus (Männchen)																		12
		Pseudodiaptomus marinus (Weibchen)							23	18	6									
		Temora longicornis (Copepodite I-III)		23	141	1386	112	94					12	335	905	2749	2197	1057		
		Temora longicornis (Copepodite IV-V)		12	47	141	147	94						112	270	188	728	517		
		Temora longicornis (Männchen)		12		47	41								35	47	59	47		
		Temora longicornis (Weibchen)		23	12	70	18	47						29	23	23	59	164		
		Temora longicornis / Centropages hamatus (Nauplius-Larve)		153	517	705	82	117					47	200	1433	47	258	329	12	
		Eurytemora affinis (Männchen)		12																
		Oithona atlantica/plumifera (Copepodite)												6						
		Oithona atlantica/plumifera (Weibchen)												29						
		Eurytemora affinis (Weibchen)																		
		Cyclopinidae indet.																		
	Cumacea	Cumacea indet.					3	4	1	3	1									1
	Decapoda	Cancer pagurus (Megalopa-Larve)																		
		Cancer pagurus (Zoëa-Larve)						12		1								3		
		Carcinus maenas (Megalopa-Larve)					1													
		Carcinus maenas (Zoëa-Larve)														12	4	1	1	
		Crangon crangon						1			1									
		Crangon crangon (Zoëa-Larve)				10	3		1	1				6	47	1	10		9	1
		Palaemon macrodactylus (Zoëa-Larve)									1									
	Isopoda	Epicaridea							6										23	
		Isopoda indet.							1											
	Mysida	Gastrosaccus spinifer (juvenil)																		
		Mesopodopsis slabberi (juvenil)							3	10	1	1								3
		Mesopodopsis slabberi (Weibchen)																		
		Neomysis integer (juvenil)		4			3	16				1								
	Ostracoda	Ostracoda indet.								6										6
	Phyllopoda	Evadne nordmanni					6									23	376	141		
		Penilia avirostris																		
		Podon sp. / Pleopis polyphaemoides												12			258	329		
Ctenophora	Ctenophora	Beroë sp.					7				1									
		Beroë sp. (juvenil)					23										59		12	
		Pleurobrachia pileus (juvenil)				12					18									
Echinodermata	Asteroidea	Asteroidea indet. (Brachiolaria-Larve)		59	141	70								82	164	23				
	Echinodermata	Echinodermata indet. (Pluteus-Larve)				188	18								5192	928				
	Ophiuroidea	Ophiuroidea indet. (Pluteus-Larve)																		
		Ophiuroidea indet. (juvenil)																		

Stamm	Klasse	Taxon	Station	Bork_W_1								Bork_W_2							
				Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia indet. (Veliger-Larve)			164	2702	53		12	59	18		470	3853	141	164	70	417	12
	Gastropoda	Gastropoda indet. (Veliger-Larve)				3172	323	141	6	18	35			188	12	23	12	18	
		Littorina sp. (Ei-Kapseln)				47			6				23					12	
		Tornus subcarinatus (Veliger-Larve)																	
Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.		35			6				6	6			12				
Nemertea	Nemertea	Nemertea indet. (Pillidium-Larve)																	
Phoronida	Phoronida	Phoronida indet. (Actinotrocha-Larve)																	
Platyhelminthes	Platyhelminthes	Planariidae indet (Larve)																	
Protozoa	Foraminifera	Foraminifera indet.		164	59	47	6	23	153	5345	206			47	164	282	1374	693	211
Rotifera	Rotifera	Asplanchna sp.																	
		Synchaeta sp.																	

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1								Spog_W_1										
				Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018		
Annelida	Polychaeta	Dipolydora sp.					799	1034	12	1												
		Harmothoe sp. (Nectochaeta-Larve)																		12		
		Harmothoe sp. (Trochophora-Larve)																		70		
		Lanice conchilega (Nectochaeta-Larve)					282	940	1504	35	7	35			1739	681	70			47		
		Magelona papillicornis (Nectochaeta-Larve)					70	3101							235	658						
		Myrianida sp. (mit Eiern)						6												1		
		Nereis diversicolor (Nectochaeta-Larve)						658	94		3	70				47	47	59		23		
		Nereis sp. (Trochophora-Larve)						94			3	12				23		70	23			
		Owenia sp. (Mitraria-Larve)															23					
		Pectinariidae indet. (Trochophora-Larve)																				
		Phyllodoce sp. (juvenil)																				
		Phyllodocida indet. (Metatrochophora-Larve)																				
		Phyllodocida indet. (Nectochaeta-Larve)					2302								446	188		23		59		
		Polychaeta indet. (Nectochaeta-Larve)						47														
		Polychaeta indet. (Trochophora-Larve)							235													
		Polydora ciliata (Nectochaeta-Larve)																				
		Polydora cornuta (Nectochaeta-Larve)					940	47	282	1034	517	18	1175		211	1269	1645	1104	517	446	235	
		Polydora hermaphroditica (Nectochaeta-Larve)																				
		Pygospio elegans (Nectochaeta-Larve)					23	658	188	1222	188				23	1316	1457	6767	117			
		Spionidae indet. (Nectochaeta-Larve)						470			1128	12	35			47	70	70				
		Spionidae indet. (Trochophora-Larve)					68	846	94	2021	7236	70	19	12	182	423	329	1809	188	211	587	35
		Tomopteris (Johnstonella) helgolandica																			1	
		Pseudopolydora pulchra (Nectochaeta-Larve)																			23	
Bryozoa	Bryozoa	Conopeum reticulum (Cyphonautes-Larve)														141						
		Electra monostachys (Cyphonautes-Larve)					3	47		94		4	70								12	
		Electra pilosa (Cyphonautes-Larve)					3	94			94				23							
Chaetognatha	Chaetognatha	Chaetognatha indet.													3	1					4	
Chelicerata	Acari	Acari indet.																				
Chordata	Appendicularia	Fritillaria borealis					1551	117														
		Oikopleura (Vexillaria) dioica							2490	14285	1245	18	106									
		Leptocardii																				
		Branchiostoma lanceolatum																				
		Pisces																				
		Pisces indet.																				
Cnidaria	Cnidaria	Cnidaria indet. (Actinula-Larve)																				
	Hydrozoa	Bougainvillia britannica (Medusa)																				
		Bougainvillia principis (Medusa)																				
		Bougainvillia sp. (Medusa)																				
		Clytia hemisphaerica (Medusa)																				
		Eutima gracilis (Medusa)																				
		Hydrozoa indet. (Actinula-Larve)																				

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1						Spog_W_1										
			Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018	
		Hydrozoa indet. (Medusa)					188			1				47				12		
		Hydrozoa indet. (Polyp)			47		47													
		Rathkea octopunctata (Medusa)			6		6													
		Sarsia tubulosa (Medusa)											1							
		Ectopleura dumortierii (Medusa)				94											129			
	Scyphozoa	Scyphozoa indet. (Medusa-Ephyra)				23								188	23					
Crustacea	Amphipoda	Gammaridea indet.		3						1	1						47			
		Hyperidea indet.															3			
	Cirripedia	Austrominius modestus (Nauplius-Larve)				3125	2866	6485	1316	148	4793			8693	10714	1739	435	6085	10972	
		Cirripedia indet. (Cypris-Larve)			376	587	141	376	12	3	141			94	2021	1927	164	47	305	
		Cirripedia indet. (Nauplius-Larve)		455	3148	2913	329	2631		12	117	558	987	8646			517	12	117	952
	Copepoda	Acartia spp. (Copepodite I-III)		135	11606	987	5263	11184	1140	3	47	435	2678	2302	1974	2209	599		235	
		Acartia spp. (Copepodite IV-V)		29	3994	282	517	9680	670		47	53	2044	658	634	1809	446		200	
		Acartia spp. (Männchen)		6	423	23	47	1504	117		12	29	188	188	352	705	188		47	
		Acartia spp. (Weibchen)		9	799	23	376	1974	188				258	94	681	587	94		164	
		Alteutha sp.															6			
		Alteutha sp. (Weibchen)																		
		Calanus sp. (Copepodite I-III)										6								
		Calanus sp. (Weibchen)																		
		Caligus sp.						94									23			
		Centropages hamatus (Copepodite I-III)		3	141	23	4323	8646			12		141	47	705	2162				
		Centropages hamatus (Copepodite IV-V)			94	23	423	4605				18		141	211	1081				
		Centropages hamatus (Männchen)		3			423	846				12		94	47	517				
		Centropages hamatus (Weibchen)			47		376	470				6	23		23	211	12			
		Centropages typicus (Copepodite I-III)																	23	
		Centropages typicus (Copepodite IV-V)																	12	
		Centropages typicus (Weibchen)																	12	
		Clytemnestrinae				23		376	12								94			
		Copepoda indet. (Nauplius-Larve)		455	6485	235	705	752	82	4	35	517	1645	329	540	23	47	94	35	
		Corycaeus anglicus (Copepodite)		44								18								
		Corycaeus anglicus (Männchen)										6					12			
		Cyclopidae indet. (Copepodite)																	12	
		Cyclopoida indet.		3																
		Eurytemora affinis (Copepodite I-III)																		
		Eurytemora affinis (Copepodite IV-V)																		
		Euterpina acutifrons (Copepodite)							928	112	1374						164	869	1468	
		Euterpina acutifrons (Männchen)							223	9	153						47	70	458	
		Harpacticoida indet.		361		258	3759	1222	117	21	129	88	47	5357	5404	799	82	94	1163	
		Oithona nana (Copepodite)		109	141		611	5639	282	75	176	41	94			446	294	188	82	
		Oithona nana (Männchen)		6	47		470	3947	1621	34	235	12	23		94	1010	1151	399	717	
		Oithona nana (Weibchen)		50		47	705	8082	3583	123	1656	29	23	188	141	2561	5580	1809	3219	
		Oithona similis (Copepodite)									12		47			23				
		Oithona similis (Weibchen)											23							
		Paracalanus parvus (Männchen)		3													12			

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1						Spog_W_1									
			Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018
		Paracalanus parvus (Weibchen)						188											
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite IV-V)		91	282		47	282			12	458	117						12
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite I-III)		211	188			188				329	352						
		Pseudocalanus elongatus (Männchen)		12	47	23						29	47						
		Pseudocalanus elongatus (Weibchen)		15	94							223	94	188					
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite I-III)							70	1								12	
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite IV-V)							47										
		Pseudodiaptomus marinus (Männchen)							12										
		Pseudodiaptomus marinus (Weibchen)							35	1					23		23		
		Temora longicornis (Copepodite I-III)		138	1034	423	6109	3383			35	135	705	1175	2326	1527			35
		Temora longicornis (Copepodite IV-V)		21	329	282	752	4323			12	106	540	799	658	1621	12		23
		Temora longicornis (Männchen)		3	47	47	611	658				6	23	564	164	658			
		Temora longicornis (Weibchen)		3	47	70	470	752				12		517	188	446	23		
		Temora longicornis / Centropages hamatus (Nauplius-Larve)		112	846	540	2866	564	47			47	352	141	728	399	94		23
		Eurytemora affinis (Männchen)		3								6							
		Oithona atlantica/plumifera (Copepodite)																	
		Oithona atlantica/plumifera (Weibchen)																	
		Eurytemora affinis (Weibchen)		3								6							
		Cyclopiniidae indet.																47	
Cumacea		Cumacea indet.						6			23							47	
Isopoda		Epicaridea												23					
		Isopoda indet.																	
Mysida		Gastrosaccus spinifer (juvenil)																23	
		Mesopodopsis slabberi (juvenil)							1									1	
		Mesopodopsis slabberi (Weibchen)																1	
		Neomysis integer (juvenil)										6							
Ostracoda		Ostracoda indet.						94	12				23					12	12
Phyllopoda		Evadne nordmanni					235												
		Penilia avirostris																	
		Podon sp. / Pleopis polyphaemoides					141	752							23	235			
Decapoda		Cancer pagurus (Megalopa-Larve)							1										
		Cancer pagurus (Zoëa-Larve)						12			6				1	1	4		12
		Carcinus maenas (Megalopa-Larve)					3	18								40	4		
		Carcinus maenas (Zoëa-Larve)						12		6					4	1		23	
		Crangon crangon												1		22			
		Crangon crangon (Zoëa-Larve)					1			3	1			3	3	28	6		
		Palaemon macrodactylus (Zoëa-Larve)						6	1										
Ctenophora	Ctenophora	Beroë sp.			6								6		1	1	10		
		Beroë sp. (juvenil)												117					
		Pleurobrachia pileus (juvenil)														3			
Echinodermata	Asteroidea	Asteroidea indet. (Brachiolaria-Larve)		15	235	235						41	164	658					
	Echinodermata	Echinodermata indet. (Pluteus-Larve)				681	423							1128					
	Ophiuroidea	Ophiuroidea indet. (Pluteus-Larve)						94											
		Ophiuroidea indet. (juvenil)																	

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1						Spog_W_1									
			Datum:	19.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	11.09.2018	08.10.2018	13.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia indet. (Veliger-Larve)		18	517	2115	940	188	23	4	47	12	23	3806	352	117	153	23	94
	Gastropoda	Gastropoda indet. (Veliger-Larve)				1457	517	188	35	1	23			893	1833	70	59	47	35
		Littorina sp. (Ei-Kapseln)		3		23			12	1		6		94	117		23		12
		Tornus subcarinatus (Veliger-Larve)									3								
Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.		3			94	94		1			23		47				
Nemertea	Nemertea	Nemertea indet. (Pilidium-Larve)																	
Phoronida	Phoronida	Phoronida indet. (Actinotrocha-Larve)																	
Platyhelminthes	Platyhelminthes	Planariidae indet (Larve)							35	6								12	
Protozoa	Foraminifera	Foraminifera indet.				164		2162	482	72	1081	335	305	4793	3172	94	1175	47	3325
Rotifera	Rotifera	Asplanchna sp.					376								141				
		Synchaeta sp.																	

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Stamm	Klasse	Taxon	Station:		Jade_W_1								WuKu_W_2									
			Datum:		23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018	28.03.2018	17.04.2018	17.05.2018	14.06.2018	17.07.2018	16.08.2018	19.09.2018	09.10.2018		
Annelida	Polychaeta	Dipolydora sp.					70	47	470	94								6				
		Harmothoe sp. (Nectochaeta-Larve)																				
		Harmothoe sp. (Trochophora-Larve)					47															
		Lanice conchilega (Nectochaeta-Larve)					2866	1739	117		35	35				70	376	164	18	15	18	
		Magelona papillicornis (Nectochaeta-Larve)					940	2091	23							329	23	12		3		
		Myrianida sp. (mit Eiern)																				
		Nereis diversicolor (Nectochaeta-Larve)							70								211	23	6			
		Nereis sp. (Trochophora-Larve)							70	23						12		12	3	6		
		Owenia sp. (Mitraria-Larve)						658								82						
		Pectinariidae indet. (Trochophora-Larve)																				
		Phyllodoce sp. (juvenil)																				
		Phyllodocida indet. (Metatrochophora-Larve)					106	70		23						59	23			6		
		Phyllodocida indet. (Nectochaeta-Larve)														94						
		Polychaeta indet. (Nectochaeta-Larve)							47	70												
		Polychaeta indet. (Trochophora-Larve)							70													
		Polydora ciliata (Nectochaeta-Larve)																				
		Polydora cornuta (Nectochaeta-Larve)					29	47	47	94	399	82	117			70	47	728	352	411	82	711
		Polydora hermaphroditica (Nectochaeta-Larve)															12					
		Pygospio elegans (Nectochaeta-Larve)							70							70	47	2115	223			6
		Spionidae indet. (Nectochaeta-Larve)						117									858	164				35
		Spionidae indet. (Trochophora-Larve)																				
		Tomopteris (Johnstonella) helgolandica					21	47	23	164	188	634	329	12	4628	176		975	435	94	29	29
		Pseudopolydora pulchra (Nectochaeta-Larve)									1											
Bryozoa	Bryozoa	Conopeum reticulum (Cyphonautes-Larve)																				
		Electra monostachys (Cyphonautes-Larve)										6					47					50
		Electra pilosa (Cyphonautes-Larve)					9	12	23	23												
Chaetognatha	Chaetognatha	Chaetognatha indet.									1		4							1	3	3
Chelicerata	Acari	Acari indet.														12						
Chordata	Appendicularia	Fritillaria borealis					6	546	352	258	47						47		12			
		Oikopleura (Vexillaria) dioica								10878	3336	235	623	388				47	1269	323	470	76
		Leptocardii																				
		Branchiostoma lanceolatum																				
		Pisces																				
		Pisces indet.															3					
																	3					
Cnidaria	Cnidaria	Cnidaria indet. (Actinula-Larve)																				
	Hydrozoa	Bougainvillia britannica (Medusa)										3										
		Bougainvillia principis (Medusa)																				
		Bougainvillia sp. (Medusa)																81	59			
		Clytia hemisphaerica (Medusa)										1					3					
		Eutima gracilis (Medusa)																34	23	9	3	

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1							WuKu_W_2								
			Datum:	23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018	28.03.2018	17.04.2018	17.05.2018	14.06.2018	17.07.2018	16.08.2018	19.09.2018	09.10.2018
		Hydrozoa indet. (Actinula-Larve)																	
		Hydrozoa indet. (Medusa)		6		117	23	47	23	23					35	12			
		Hydrozoa indet. (Polyp)						23	893						35				
		Rathkea octopunctata (Medusa)						23						47					
		Sarsia tubulosa (Medusa)																	
		Ectopleura dumortierii (Medusa)							117										
	Scyphozoa	Scyphozoa indet. (Medusa-Ephyra)					47												
Crustacea	Amphipoda	Gammaridea indet.															3		
		Hyperidea indet.																1	
	Cirripedia	Austrominius modestus (Nauplius-Larve)			752	658	799	47	1169	875				4018	740	693	1474	123	2890
		Cirripedia indet. (Cypris-Larve)			70	141	47	70	6	53				12	634	235	188	41	323
		Cirripedia indet. (Nauplius-Larve)																	
	Copepoda	Acartia spp. (Copepodite I-III)	123	18	540	164	352		41	82	1551	552	1527	35	211			6	270
		Acartia spp. (Copepodite IV-V)	167	188	1339	1269	1997	446	18	70	7612	1821	493	235	587	200	6	29	
		Acartia spp. (Männchen)	6	65	869	117	658	164		29	3830	1257	282	176	458	253	6	18	
		Acartia spp. (Weibchen)	9	18	329	47	164	47		6	1551	1116	141	129	258	129			
		Alteutha sp.			117	47	188	235	6	6	1339	822	117	59	211	182		6	
		Alteutha sp. (Weibchen)								6						18			
		Calanus sp. (Copepodite I-III)	9	6										35					
		Calanus sp. (Weibchen)													1				
		Caligus sp.		6														12	
		Centropages hamatus (Copepodite I-III)	21	235	470	540	1034			12	47	35	211	317	258	12			
		Centropages hamatus (Copepodite IV-V)		6	47	141	376				47	35	23	235	153	18		6	
		Centropages hamatus (Männchen)			70	23	117							59	153	6			
		Centropages hamatus (Weibchen)	3		23		70							47	106				
		Centropages typicus (Copepodite I-III)								6									
		Centropages typicus (Copepodite IV-V)								6									
		Centropages typicus (Weibchen)								6									
		Clytemnestrinae								6									
	Copepoda indet. (Nauplius-Larve)		728	670	540	611	188	70	12	12	2044	1233	376	59	153	6		12	
		Corycaeus anglicus (Copepodite)	35	18							23								
		Corycaeus anglicus (Männchen)																	
		Cyclopidae indet. (Copepodite)														12			
		Cyclopoida indet.		6								12							
		Eurytemora affinis (Copepodite I-III)																	
		Eurytemora affinis (Copepodite IV-V)																	
		Euterpina acutifrons (Copepodite)						23	159	1557								226	1040
		Euterpina acutifrons (Männchen)						47	6	117								12	41
		Harpacticoida indet.	23	12	164	517	94	47	12	123	23	117	963	493	258	100	3	100	
		Oithona nana (Copepodite)	15	94		47	235	681	112	317	117			35	70	12	26	35	
		Oithona nana (Männchen)	3	23		70	775	987	258	405		12		23	470	135	103	147	
		Oithona nana (Weibchen)	21	41	23	70	1880	7236	981	1862		12	23	211	1551	640	258	687	

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1						WuKu_W_2								
			Datum:	23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018	28.03.2018	17.04.2018	17.05.2018	14.06.2018	17.07.2018	16.08.2018	19.09.2018
		<i>Oithona similis</i> (Copepodite)			12	23			23									
		<i>Oithona similis</i> (Weibchen)			6									23				
		<i>Paracalanus parvus</i> (Männchen)				23			23	70								
		<i>Paracalanus parvus</i> (Weibchen)			6				141	94			47					
		<i>Paracalanus parvus</i> / <i>Pseudocalanus elongatus</i> (Copepodite IV-V)		276	47				23	94			29	23	129			
		<i>Paracalanus parvus</i> / <i>Pseudocalanus elongatus</i> (Copepodite I-III)		411	264				23	23			100	23	70			12
		<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Männchen)		23	29	70								23	23	23		
		<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Weibchen)		29	12	164								153	94			
		<i>Pseudodiaptomus marinus</i> (Copepodite I-III)							23	23		18	6				153	6
		<i>Pseudodiaptomus marinus</i> (Copepodite IV-V)														12	47	35
		<i>Pseudodiaptomus marinus</i> (Männchen)								23							12	12
		<i>Pseudodiaptomus marinus</i> (Weibchen)																12
		<i>Temora longicornis</i> (Copepodite I-III)		82	446	2232	2279	1386	117	6	94			235	141	3407	482	176
		<i>Temora longicornis</i> (Copepodite IV-V)		12	94	1410	705	540			23			141	129	493	305	82
		<i>Temora longicornis</i> (Männchen)			12	470	70	141	23					47	12	188	106	94
		<i>Temora longicornis</i> (Weibchen)			6	164	47	94	23						23	47	82	188
		<i>Temora longicornis</i> / <i>Centropages hamatus</i> (Nauplius-Larve)		65	370	1245	1410	352	446	12	35			305	153	705	23	129
		<i>Eurytemora affinis</i> (Männchen)																
		<i>Oithona atlantica/plumifera</i> (Copepodite)		3														
		<i>Oithona atlantica/plumifera</i> (Weibchen)		3														
		<i>Eurytemora affinis</i> (Weibchen)																
		Cyclopidae indet.															12	6
	Cumacea	Cumacea indet.			6						1	4			1	12	4	3
	Isopoda	Epicaridea							23	23							12	
		Isopoda indet.																
	Mysida	<i>Gastrosaccus spinifer</i> (juvenil)																
		<i>Mesopodopsis slabberi</i> (juvenil)																4
		<i>Mesopodopsis slabberi</i> (Weibchen)																3
		<i>Neomysis integer</i> (juvenil)																
	Ostracoda	Ostracoda indet.													12			
	Phyllozoa	<i>Evadne nordmanni</i>					188	47										
		<i>Penilia avirostris</i>										1						
		<i>Podon</i> sp. / <i>Pleopis polyphaemoides</i>					94	211							23			
	Decapoda	<i>Cancer pagurus</i> (Megalopa-Larve)																
		<i>Cancer pagurus</i> (Zoëa-Larve)						1	3						47	4	3	
		<i>Carcinus maenas</i> (Megalopa-Larve)						3	1	1						1		
		<i>Carcinus maenas</i> (Zoëa-Larve)								1					10			3
		<i>Crangon crangon</i>														1		
		<i>Crangon crangon</i> (Zoëa-Larve)					1	6	7	1					3	4	6	3
		<i>Palaemon macrodactylus</i> (Zoëa-Larve)																
Ctenophora	Ctenophora	<i>Beroë</i> sp.										1			1	7		
		<i>Beroë</i> sp. (juvenil)						23							23	35	12	

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1						WuKu_W_2									
			Datum:	23.03.2018	16.04.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	10.09.2018	08.10.2018	28.03.2018	17.04.2018	17.05.2018	14.06.2018	17.07.2018	16.08.2018	19.09.2018	09.10.2018
		Pleurobrachia pileus (juvenil)				3											3		
Echinodermata	Asteroidea	Asteroidea indet. (Brachiolaria-Larve)		21	352	611	47								94				
	Echinodermata	Echinodermata indet. (Pluteus-Larve)				3642	916								117	35			
	Ophiuroidea	Ophiuroidea indet. (Pluteus-Larve)				376	423								12				
		Ophiuroidea indet. (juvenil)						1											
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia indet. (Veliger-Larve)		32	41	3759	1128	423	705	70	170		94	2490	129	141	47	6	23
	Gastropoda	Gastropoda indet. (Veliger-Larve)			6	94	94	70	164	6	23			399	270	23		3	12
		Littorina sp. (Ei-Kapseln)			6									658					
		Tornus subcarinatus (Veliger-Larve)																	
Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.							23								6		
Nemertea	Nemertea	Nemertea indet. (Pliidium-Larve)		3					47										
Phoronida	Phoronida	Phoronida indet. (Actinotrocha-Larve)						117											
Platyhelminthes	Platyhelminthes	Planariidae indet (Larve)							23	12	6								
Protozoa	Foraminifera	Foraminifera indet.		12	1016	517	775	352	799	922	1310	23	1868		2244	200	1251	97	361
Rotifera	Rotifera	Asplanchna sp.					47												
		Synchaeta sp.					23												

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Bork_W_1						Bork_W_2						
			Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019
	Leptocardii	Branchiostoma lanceolatum														
	Pisces	Pisces indet.			1											
		Syngnathus rostellatus (juvenil)														
Cnidaria	Hydrozoa	Bougainvillia muscus (Medusa)														
		Bougainvillia principis (Medusa)				1										
		Bougainvillia sp. (Medusa)										1				
		Clytia hemisphaerica (Medusa)			1	3	3	1			1	4	1			
		Hydrozoa indet. (Medusa)														
		Hydrozoa indet. (Polyp)	164	94	94			12		305	70			94	50	
		Rathkea octopunctata (Medusa)	1													
		Sarsia tubulosa (Medusa)									12					
		Codium proliferum	1													
Crustacea	Amphipoda	Amphipoda indet.														
		Gammaridea indet.			1						1					
		Hyperidea indet.														
	Cirripedia	Austrominius modestus (Nauplius-Larve)		23	329	188	6	1151	223		23	423	399	70	120	3618
		Cirripedia indet. (Cypris-Larve)		611	47	211		47	3	23	200	141	752	12	6	23
		Cirripedia indet. (Nauplius-Larve)	1081	188	352		6	23	97	1210	446	1457	70	35	41	106
	Copepoda	Acartia spp. (Copepodite I-III)	2302	3336	775	1457	217	129	12	646	1715	1363	564	599	44	
		Acartia spp. (Copepodite IV-V)	1339	1104	399	1128	141	12		235	446	893	188	223	3	
		Acartia spp. (Männchen)	775	1222	211	611	35			164	235	423	117	82		
		Acartia spp. (Weibchen)	1480	1668	587	775	147	12		153	94	846	47	70	6	
		Alteutha sp.														
		Alteutha sp. (Weibchen)														
		Calanus sp. (Copepodite I-III)														
		Calanus sp. (Copepodite IV-V)	23													
		Calanus sp. (Männchen)								1						
		Calanus sp. (Weibchen)	23													
		Caligus sp.														
		Centropages hamatus (Copepodite I-III)			70	23				70	282	376	94		3	12
		Centropages hamatus (Copepodite IV-V)				23				47	12	94				
		Centropages hamatus (Männchen)		23		23				12						

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Bork_W_1						Bork_W_2							
			Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019
		Centropages hamatus (Weibchen)			23	23						12					
		Centropages typicus (Copepodite I-III)															
		Centropages typicus (Copepodite IV-V)															
		Centropages typicus (Männchen)															
		Centropages typicus (Weibchen)															
		Clytemnestrinae							12						12		
		Copepoda indet. (Nauplius-Larve)		540	94	258	94		270	41	458	305	376		94	29	164
		Corycaeus anglicus (Copepodite)															
		Corycaeus anglicus (Männchen)															
		Corycaeus anglicus (Weibchen)															
		Cyclopidae indet. (Copepodite)															
		Cyclopoida indet.						6									
		Eurytemora affinis (Copepodite I-III)									35						
		Eurytemora affinis (Copepodite IV-V)									23		94				
		Euterpina acutifrons (Copepodite)				4558	1386	258	1480	361		12	4652	893	1069	367	764
		Euterpina acutifrons (Männchen)		23				6	270	3	35				153	153	59
		Euterpina acutifrons (Weibchen)		47		9398	5944	664	1562	100	23	94	11184	1903	1797	446	517
		Harpacticoida indet.		211	23	70	23	6	47	6	82	47	47		23		12
		Oithona nana (Copepodite)				329	423	76	47	50			1551	681	599	6	153
		Oithona nana (Männchen)		23		446	728	106	59	9	12		2162	1668	329	32	35
		Oithona nana (Weibchen)		1034	94	2443	1504	464	270	203	505	305	4182	2890	1680	226	775
		Oithona similis (Copepodite)															
		Oithona similis (Weibchen)															
		Paracalanus parvus (Männchen)															
		Paracalanus parvus (Weibchen)		47							12	70	47				
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite IV-V)		117	23							47			12		
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite I-III)		47				6			35	12	47				
		Pseudocalanus elongatus (Männchen)			23						12	12					
		Pseudocalanus elongatus (Weibchen)		70	47						23	12					
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite I-III)				47	117	12					94	23	47	9	
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite IV-V)				23	94						47				
		Pseudodiaptomus marinus (Männchen)				23	47										

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Bork_W_1						Bork_W_2						
			Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019
		Pseudodiaptomus marinus (Weibchen)		23		23										
		Temora longicornis (Copepodite I-III)		235	235					29	270	693	282	211		176
		Temora longicornis (Copepodite IV-V)		94	70	23					59	235	141	47		12
		Temora longicornis (Männchen)			117	23					23	35		23		
		Temora longicornis (Weibchen)			141	47					23	47	47			
		Temora longicornis / Centropages hamatus (Nauplius-Larve)		282	94	188				6	294	258	329	23	9	59
		Eurytemora affinis (Männchen)														
		Cyclopiniidae indet.											47			
	Cumacea	Cumacea indet.		1									12		1	
	Isopoda	Epicaridea				47									3	
		Isopoda indet.						1								
	Mysida	Gastrosaccus spinifer (juvenil)											1			
		Mesopodopsis slabberi (juvenil)				7							3	3		
		Mesopodopsis slabberi (Weibchen)				4										
		Neomysis integer (juvenil)				63								1		
		Neomysis integer (Weibchen)				16							1			
		Schistomysis kervillei (juvenil)			3								4			
		Schistomysis kervillei (Männchen)			4											
		Schistomysis kervillei (Weibchen)			1											
		Mesopodopsis slabberi (Männchen)														
	Ostracoda	Ostracoda indet.								6					3	
	Phyllopoda	Evadne nordmanni														
		Podon sp. / Pleopis polyphaemoides														
	Decapoda	Cancer pagurus (Megalopa-Larve)											3			
		Cancer pagurus (Zoëa-Larve)				1	1		1				18	1	3	1
		Carcinus maenas (Megalopa-Larve)				1										
		Carcinus maenas (Zoëa-Larve)				1							16	1		
		Crangon crangon														
		Crangon crangon (Zoëa-Larve)			3	1							1	3	1	7
		Pagurus bernhardus (Zoëa-Larve)														
		Palaemon macrodactylus (Zoëa-Larve)						1					1			
		Palaemonidae indet. (Zoëa-Larve)												1		

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Bork_W_1						Bork_W_2						
			Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019
		Porcellana longicornis (Megalopa-Larve)														
Ctenophora	Ctenophora	Beroë sp.				1						1				
		Beroë sp. (juvenil)														
		Ctenophora indet. (juvenil)														
Echinodermata	Asteroidea	Echinodermata indet. (Brachiolaria-Larve)								35	12					
	Echinodermata	Echinodermata indet. (Pluteus-Larve)														
		Ophiuroidea														
		Ophiuroidea indet. (Pluteus-Larve)														
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 1	23	23	23		18	188	3	35	305	94		247	273	23
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 4	23				6	12		35	35				6	
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 2					6	59						141		
		Cerastoderma edule						12								
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 3														
	Gastropoda	Littorina sp. (Ei-Kapseln)		94				12		35	23			23	3	
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 1	23	23	188	47	12	23	6		12	47		12	6	23
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 2					6									
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 3													3	
Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.	23													
Protozoa	Foraminifera	Foraminifera indet.	1621	117	305	23	12	106	91	1527	470	658	23	693	85	505
Rotifera	Rotifera	Trichocerca marina														

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1						Spog_W_1								
			Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019	15.10.2019
		Sarsia tubulosa (Medusa)																
		Codium proliferum																
Crustacea	Amphipoda	Amphipoda indet.		1									1					
		Gammaridea indet.						1		1				1				
		Hyperiidea indet.												1				
	Cirripedia	Austrominius modestus (Nauplius-Larve)			211	2396	3759	470	300	570			1739	6579	5357	282	79	3289
		Cirripedia indet. (Cypris-Larve)		94	235	47	1128		26	65	94	70	282	1034		94	12	235
		Cirripedia indet. (Nauplius-Larve)		1774	846	423			6	47	1739	1433	893				9	176
	Copepoda	Acartia spp. (Copepodite I-III)		352	1410	2913	5169	2631	23	117	1257	2232	3524	1645	1410	1645	12	576
		Acartia spp. (Copepodite IV-V)		117	235	705	2068	752		23	928	2021	1739	752	1128	799	7	282
		Acartia spp. (Männchen)		70	235	282	1410	329		47	329	869	893	423		376	6	23
		Acartia spp. (Weibchen)		94	164	423	1175	470	3	18	505	540	1269	470		658	7	47
		Alteutha sp.			23		6										3	
		Alteutha sp. (Weibchen)							6									
		Calanus sp. (Copepodite I-III)			1							7						
		Calanus sp. (Copepodite IV-V)		23	3							23						
		Calanus sp. (Männchen)										9						
		Calanus sp. (Weibchen)		12								10	1					
		Caligus sp.												47	94		1	
		Centropages hamatus (Copepodite I-III)		47	188	1410					12	141	94	1457	282			
		Centropages hamatus (Copepodite IV-V)		12		329	94						47	188				
		Centropages hamatus (Männchen)			23	188						47	47	47				
		Centropages hamatus (Weibchen)		12	47									47				
		Centropages typicus (Copepodite I-III)		12														
		Centropages typicus (Copepodite IV-V)		23														
		Centropages typicus (Männchen)									12							
		Centropages typicus (Weibchen)		12														
		Clytemnestrinae															6	
		Copepoda indet. (Nauplius-Larve)		82	564	517	141	564	26	59	717	1292	987	188	188	94		117
		Corycaeus anglicus (Copepodite)		12		94												
		Corycaeus anglicus (Männchen)					47											
		Corycaeus anglicus (Weibchen)																
		Cyclopidae indet. (Copepodite)																12
		Cyclopoida indet.															47	
		Eurytemora affinis (Copepodite I-III)																
		Eurytemora affinis (Copepodite IV-V)																
		Euterpina acutifrons (Copepodite)				7377	6438	6391	247	441			47	6907	6015	3242	76	928
		Euterpina acutifrons (Männchen)		12				47	68	70				47		94	26	70
		Euterpina acutifrons (Weibchen)		47	235	20159	17527	4229	173	564	35	23		11465	13909	8505	95	893
		Harpacticoida indet.		200	23	141		47	41	182	176	47	1880	141		141	16	70
		Oithona nana (Copepodite)		59		3947	4088	940	15		12			846	11465	1880	4	70
		Oithona nana (Männchen)				3571	8082	376	21	35			47	1786	4699	1786	9	

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1							Spog_W_1							
				Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019
		Oithona nana (Weibchen)		858	587	12358	16305	2021	103	117	552	446	611	5545	17668	4840	59	399
		Oithona similis (Copepodite)				47												
		Oithona similis (Weibchen)				47				6			47					
		Paracalanus parvus (Männchen)					47					23	47	94				
		Paracalanus parvus (Weibchen)		12								188		141				
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite IV-V)		211	70	47					23	164	188	94				
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite I-III)		141	23		47				12	94		47	470			
		Pseudocalanus elongatus (Männchen)		106	70						23	117	94					
		Pseudocalanus elongatus (Weibchen)		176	94						47	47	329	47			1	
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite I-III)				47	188	235	3					47	188	141		
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite IV-V)					94							141	94			
		Pseudodiaptomus marinus (Männchen)					47	47			35					47		
		Pseudodiaptomus marinus (Weibchen)					141				12	23			94	47		
		Temora longicornis (Copepodite I-III)		681	399	2772	188				164	329	1175	1316	1504			23
		Temora longicornis (Copepodite IV-V)		106	235	705	94				35	164	752	376	282			
		Temora longicornis (Männchen)		12	211	141	47			6	12		893	141				
		Temora longicornis (Weibchen)		12	235	47					12		846	47				
		Temora longicornis / Centropages hamatus (Nauplius-Larve)		247	752	752			15	29	164	188	470	329	658		6	47
		Eurytemora affinis (Männchen)									12							
		Cyclopinae indet.				94		47						47		47		
	Cumacea	Cumacea indet.				18							1		6		1	
	Isopoda	Epicaridea					94								188			
		Isopoda indet.													1			
	Mysida	Gastrosaccus spinifer (juvenil)										47						
		Mesopodopsis slabberi (juvenil)			4		4	7		3				3	1			
		Mesopodopsis slabberi (Weibchen)					1			1		1						
		Neomysis integer (juvenil)						1		1	6				1			
		Neomysis integer (Weibchen)																
		Schistomysis kervillei (juvenil)			3	3					1		1					
		Schistomysis kervillei (Männchen)										1						
		Schistomysis kervillei (Weibchen)												1				
		Mesopodopsis slabberi (Männchen)										1						
	Ostracoda	Ostracoda indet.								18		47					3	12
	Phyllopoda	Evadne nordmanni									12							
		Podon sp. / Pleopis polyphaemoides				47									94			
	Decapoda	Cancer pagurus (Megalopa-Larve)					1								6			
		Cancer pagurus (Zoëa-Larve)			1	9		1						7	3		7	
		Carcinus maenas (Megalopa-Larve)				3	1							1				
		Carcinus maenas (Zoëa-Larve)				7												
		Crangon crangon		1			1	1										
		Crangon crangon (Zoëa-Larve)			66	6	9		1			4	3	3	1			
		Pagurus bernhardus (Zoëa-Larve)				1						1	1					

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Nney_W_1						Spog_W_1								
			Datum:	11.03.2019	09.04.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	15.10.2019	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019	15.10.2019
		Palaemon macrodactylus (Zoëa-Larve)																
		Palaemonidae indet. (Zoëa-Larve)																
		Porcellana longicornis (Megalopa-Larve)																
Ctenophora	Ctenophora	Beroë sp.				3	16						3	4	3			
		Beroë sp. (juvenil)																
		Ctenophora indet. (juvenil)																
Echinodermata	Asterioidea	Echinodermata indet. (Brachiolaria-Larve)			23						12							
	Echinodermata	Echinodermata indet. (Pluteus-Larve)											188					
		Ophiuroidea																
		Ophiuroidea indet. (Pluteus-Larve)																
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 1		141	235			47	50	29	12	94	2349	47		47	57	176
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 4		70	164	47			9	35	12		94	47			9	106
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 2						141										
		Cerastoderma edule																
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 3										23	188				1	
	Gastropoda	Littorina sp. (Ei-Kapseln)		23	23		47	47	21		94	94	141			47	7	12
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 1		23			235	47	9	35	12		188	188	282	94	48	
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 2															1	
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 3																
Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.		47						12		23						
Protozoa	Foraminifera	Foraminifera indet.		6532	1316	94	1034	564	349	1510	2185	940	5639	1833	1880	2490	996	1186
Rotifera	Rotifera	Trichocerca marina							9									

Tabelle 5 (Fortsetzung)

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1							WuKu_W_2														
				Datum:	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019	15.10.2019	20.03.2019	17.04.2019	08.05.2019	05.06.2019	17.07.2019	01.08.2019	09.08.2019	04.10.2019					
Annelida	Polychaeta	Dipolydora sp.				94	141										188								
		Harmothoe sp. (Nectochaeta-Larve)															47								
		Harmothoe sp. (Trochophora-Larve)			12		47																		
		Lanice conchilega (Nectochaeta-Larve)			388	1551	141	94			6			141	376	117			47	23	1				
		Magelona papillicornis (Nectochaeta-Larve)			12	376										70									
		Myrianida sp.																							
		Myrianida sp. (mit Eiern)																							
		Nereis diversicolor (Nectochaeta-Larve)								23	3								94					1	
		Nereis sp. (Trochophora-Larve)										6				23									3
		Owenia sp. (Mitraria-Larve)					141																		
		Pectinariidae indet. (Nectochaeta-Larve)																							
		Pectinariidae indet. (Trochophora-Larve)																							
		Phyllococe sp. (juvenil)				94																			
		Polychaeta indet. (Nectochaeta-Larve)				94					23				12										1
		Polychaeta indet. (Trochophora-Larve)			141									47	23		23								
		Polydora ciliata (Nectochaeta-Larve)														23									
		Polydora cornuta (Nectochaeta-Larve)			352	12	94	94		117	28	147		576	47	23	47	47	94	211	153				
		Pygospio elegans (Nectochaeta-Larve)			905	23		47						423	94	117									
		Spionidae indet. (Nectochaeta-Larve)			12		47									47	47								
		Spionidae indet. (Trochophora-Larve)			987	117	752	141	188			3	35	1151	329	681	399	235	141	23	9				
		Tomopteris (Johnstonella) helgolandica								1															
		Phyllococida indet. (Metatrochophora-Larve) 2			35		658							106		235									
		Phyllococida indet. (Metatrochophora-Larve) 1				23																			
Bryozoa	Bryozoa	Conopeum reticulum (Cyphonautes-Larve)										12													
		Electra monostachys (Cyphonautes-Larve)									12	123			70	23									129
		Electra pilosa (Cyphonautes-Larve)			59		47	94				35	70	35	23										
Chaetognatha	Chaetognatha	Chaetognatha indet.					9	4	13																
Chordata	Appendicularia	Fritillaria borealis			12		141		23			12				211									
		Oikopleura (Vexillaria) dioica		35	129	423	2443	1316	1175	18	347		59		705	4934		235	1950	138					
	Leptocardii	Branchiostoma lanceolatum					1																		
	Pisces	Pisces indet.			4		94																		
		Syngnathus rostellatus (juvenil)																							
Cnidaria	Hydrozoa	Bougainvillia muscus (Medusa)					3																		
		Bougainvillia principis (Medusa)						4											4	13					
		Bougainvillia sp. (Medusa)																							
		Clytia hemisphaerica (Medusa)					6	16	1		1								13					1	
		Hydrozoa indet. (Medusa)							188								117	7							

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1							WuKu_W_2								
				Datum:	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019	15.10.2019	20.03.2019	17.04.2019	08.05.2019	05.06.2019	17.07.2019	01.08.2019	29.08.2019
		Hydrozoa indet. (Polyp)		35	23					85	12	23	47						
		Rathkea octopunctata (Medusa)			23								117						
		Sarsia tubulosa (Medusa)																	
		Codium proliferum																	
Crustacea	Amphipoda	Amphipoda indet.																	
		Gammaridea indet.								6									
		Hyperidea indet.																	
	Cirripedia	Austrominius modestus (Nauplius-Larve)				1034	1645	94	47	6	987	12		634	2490	376	94	282	132
		Cirripedia indet. (Cypris-Larve)		59		47				3	70	117	47	94	329			23	1
		Cirripedia indet. (Nauplius-Larve)		634	270	799				3	41	834	188	1057	611	94			9
	Copepoda	Acartia spp. (Copepodite I-III)		975	740	4887	4041	470	1198	15	129	811	1128	1057	2091	940	611	752	23
		Acartia spp. (Copepodite IV-V)		728	376	893	2068	470	305	1	29	576	576	305	117	376	235	258	6
		Acartia spp. (Männchen)		270	341	470	141	94	47	4	6	646	1046	517	23	188	141	70	1
		Acartia spp. (Weibchen)		388	211	282	188	188	70	7	35	670	2702	423	47	282	188		
		Alteutha sp.		12															
		Alteutha sp. (Weibchen)																	
		Calanus sp. (Copepodite I-III)			19							1							
		Calanus sp. (Copepodite IV-V)			31								1						
		Calanus sp. (Männchen)			7	1							1						
		Calanus sp. (Weibchen)			13								13						
		Caligus sp.				47								23					
		Centropages hamatus (Copepodite I-III)		12	294	470	1034	376	70			35	164	47	399	282		47	1
		Centropages hamatus (Copepodite IV-V)		12	70	47	94	94				35	12	47	70		47		
		Centropages hamatus (Männchen)			12				23										
		Centropages hamatus (Weibchen)			12														
		Centropages typicus (Copepodite I-III)																	
		Centropages typicus (Copepodite IV-V)		12	12														
		Centropages typicus (Männchen)																	
		Centropages typicus (Weibchen)										12							
		Clytemnestrinae								4	6								
		Copepoda indet. (Nauplius-Larve)		540	1104	1269	235	564	23	1	53	470	587	846	2725	1645	423	141	7
		Corycaeus anglicus (Copepodite)			12		47						12						
		Corycaeus anglicus (Männchen)																	
		Corycaeus anglicus (Weibchen)					47												
		Cyclopidae indet. (Copepodite)		12															
		Cyclopoida indet.																	
		Eurytemora affinis (Copepodite I-III)																	
		Eurytemora affinis (Copepodite IV-V)																	
		Euterpina acutifrons (Copepodite)					2913	3477	1363	23	470			47	7095	4276	634	109	
		Euterpina acutifrons (Männchen)				47	141	94		6	70	12					94	15	

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1							WuKu_W_2									
			Datum:	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019	15.10.2019	20.03.2019	17.04.2019	08.05.2019	05.06.2019	17.07.2019	01.08.2019	29.08.2019	24.10.2019	
		Euterpina acutifrons (Weibchen)		35	35		15178	15225	7330	72	452				7001	11747	3595	93		
		Harpacticoida indet.		153	23	282	94	94				18	35	23	658	446	658	94	47	12
		Oithona nana (Copepodite)					1504	7330	1034	9	35						2021	3195	799	4
		Oithona nana (Männchen)					1410	2443	1480	15	70				94	705	4558	681	6	
		Oithona nana (Weibchen)		552	282	470	2678	12217	4699	76	364	294	458	188	2443	8693	1551	90		
		Oithona similis (Copepodite)																		
		Oithona similis (Weibchen)																		
		Paracalanus parvus (Männchen)					47	282								47				
		Paracalanus parvus (Weibchen)		23	141		141	658	117		6			23	23	47	94			
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite IV-V)		117	270	705	188	940	164			70		70	47	47	47	47		
		Paracalanus parvus / Pseudocalanus elongatus (Copepodite I-III)		12	341	705	94	564				47	23	235	141	94	141	188	1	
		Pseudocalanus elongatus (Männchen)		35	188	141						94		70						
		Pseudocalanus elongatus (Weibchen)		23	270	376	47					23	35	117						
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite I-III)							70							94	611	117		
		Pseudodiaptomus marinus (Copepodite IV-V)						94	23						94		70			
		Pseudodiaptomus marinus (Männchen)		35																
		Pseudodiaptomus marinus (Weibchen)					47					12								
		Temora longicornis (Copepodite I-III)		164	329	1316	2115	1880	235		18	352	247	352	1621	235	141	47	6	
		Temora longicornis (Copepodite IV-V)		35	294	611	470	564	47		23	129	188	117	258	47	47	23	1	
		Temora longicornis (Männchen)		12	70	658	376	564					141	117						
		Temora longicornis (Weibchen)		35	106	423	188	282				12	153	94	23		94			
		Temora longicornis / Centropages hamatus (Nauplius-Larve)		94	200	940	752	470	70	1	12	294	317	352	2420	141	470	94	7	
		Eurytemora affinis (Männchen)																		
		Cyclopinae indet.					47		23											
	Cumacea	Cumacea indet.				1	6		6	1										
	Isopoda	Epicaridea																		
		Isopoda indet.																		
	Mysida	Gastrosaccus spinifer (juvenil)					25													1
		Mesopodopsis slabberi (juvenil)		1												3	4			
		Mesopodopsis slabberi (Weibchen)																		
		Neomysis integer (juvenil)				1										12	3			
		Neomysis integer (Weibchen)																		
		Schistomysis kervillei (juvenil)		6	6							1	3							
		Schistomysis kervillei (Männchen)																		
		Schistomysis kervillei (Weibchen)		3								1								
		Mesopodopsis slabberi (Männchen)																		
	Ostracoda	Ostracoda indet.								15										3
	Phyllozoa	Evadne nordmanni														258				
		Podon sp. / Pleopsis polyphaemoides						6							94					
	Decapoda	Cancer pagurus (Megalopa-Larve)						7										1		

Stamm	Klasse	Taxon	Station:	Jade_W_1						WuKu_W_2												
			Datum:	10.03.2019	11.04.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019	15.10.2019	20.03.2019	17.04.2019	08.05.2019	05.06.2019	17.07.2019	01.08.2019	29.08.2019	24.10.2019			
		Cancer pagurus (Zoëa-Larve)					1															
		Carcinus maenas (Megalopa-Larve)						1							3							
		Carcinus maenas (Zoëa-Larve)				4										13						
		Crangon crangon					1									4						
		Crangon crangon (Zoëa-Larve)			12	7	4	4		3					7	1	6		6	3		
		Pagurus bernhardus (Zoëa-Larve)																	47	10		
		Palaemon macrodactylus (Zoëa-Larve)																				
		Palaemonidae indet. (Zoëa-Larve)																				
		Porcellana longicornis (Megalopa-Larve)						1														
Ctenophora	Ctenophora	Beroë sp.			1		12			7					3	1				16		
		Beroë sp. (juvenil)							470													
		Ctenophora indet. (juvenil)								47												
Echinodermata	Asteroidea	Echinodermata indet. (Brachiolaria-Larve)		47	23																	
	Echinodermata	Echinodermata indet. (Pluteus-Larve)															658	282				
		Ophiuroidea															188					
		Ophiuroidea indet. (Pluteus-Larve)															188					
Mollusca	Bivalvia	Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 1		106	117	4840	329	94		60	76			23	35	1457	1269	235		47	19	
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 4		47		47				47	3	206				540					4	
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 2								188	1	6									23	
		Cerastoderma edule																				
		Bivalvia indet. (Veliger-Larve) 3								23	1					23						
	Gastropoda	Littorina sp. (Ei-Kapseln)		82		47				23	1					70						
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 1		12		94	188			70	1	12		12	1527	188	141			47	1	
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 2			12		47			23	3	18				23						
		Gastropoda indet. (Veliger-Larve) 3																				
Nematoda	Nematoda	Nematoda indet.														23						1
Protozoa	Foraminifera	Foraminifera indet.		2209	117	2396	1316	846	1504	372	746			23	70	9445	3642	4887	1457	352	60	
Rotifera	Rotifera	Trichocerca marina																				

Tabelle 6: Detaillierte Ergebnisse der Abundanzen aller gefundener Bivalvia-Taxa während der Beprobungen im Jahr 2018 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 138) in Tabelle 2 gefunden werden.

Kategorie	Gruppe	Taxon	Station:	(1) Bork_W_1				(2) Bork_W_2				(3) Nney_W_1					
			Datum:	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018	14.05.2018	13.06.2018	11.07.2018	13.08.2018		
Mollusca	Bivalvia	Abra nitida		66													
		Abra spp.								6							
		Abra/Tellinidae indet.		37											4		
		Adapedonta															
		Barnea/Zirfaea/Teredo		7													
		Bivalvia indet.		37				12	3			6			6		
		Bivalvia indet. (Klein)		132		1		356	4	1		75	21		9		
		Cardiida															
		Cerastoderma edule		29	3	1		98				75	1				
		Crassostrea gigas			1		10				16						47
		Ensis cf. magnus								1							
		Ensis leei		834	15			1706	16	1	4	519	95	1		16	
		Ensis spp.															
		Fabulina fabula								4							
		Galeommatida															
		Kurtiella bidentata									3			1		1	
		Limecola balthica		124				86				81	1				
		Mactra sp. (cf.)								3							
		Mya arenaria		578	3			49	12			46					
		Myida															
		Mytilida															
		Mytilus edulis		878	6			1141	50	6	3	715	59	12			
		Ostreida															
		Petricolaria pholadiformis									3						
		Pharidae indet.															
		Spisula cf. elliptica															
		Spisula cf. subtruncata				1											
		Spisula elliptica								7							
		Spisula spp.							7								
		Spisula subtruncata								1							
		Tellimya ferruginosa															
		Tellinidae indet.															
		Venerida															

Tabelle 6 (Fortsetzung)

Kategorie	Gruppe	Taxon	Station:	(4) Spog_W_1				(5) Jade_W_1				(6) WuKu_W_2					
			Datum:	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	14.05.2018	11.06.2018	09.07.2018	13.08.2018	17.05.2018	14.06.2018	17.07.2018	16.08.2018		
Mollusca	Bivalvia	Abra nitida															
		Abra spp.															
		Abra/Tellinidae indet.				7				4	4						
		Adapedonta															
		Barnea/Zirfaea/Teredo				3				9	1		1				1
		Bivalvia indet.								6			9				4
		Bivalvia indet. (klein)		39		10	1	38	23	25							
		Cardiida															
		Cerastoderma edule		144		6		153		7			74	7	4		1
		Crassostrea gigas					16					53			1		106
		Ensis cf. magnus								1							
		Ensis leei		838	10	22	4	1594	70	68	6		1415	47	73		7
		Ensis spp.															1
		Fabulina fabula															3
		Galeommatida															
		Kurtiella bidentata								13					1		
		Limecola balthica		52				23					9				
		Mactra sp. (cf.)															
		Mya arenaria		26		1				4	4		211				
		Myida															
		Mytilida															
		Mytilus edulis		2383	144	4		1144	937	4	1		478	60	1		
		Ostreida															
		Petricolaria pholadiformis				6								4	6		
		Pharidae indet.												3			
		Spisula cf. elliptica				7					3						
		Spisula cf. subtruncata															
		Spisula elliptica															
		Spisula spp.					1			12							
		Spisula subtruncata															
		Tellimya ferruginosa								6	3						
		Tellinidae indet.						8									
		Venerida															

Tabelle 7: Detaillierte Ergebnisse der Abundanzen aller gefundener Bivalvia-Taxa während der Beprobungen im Jahr 2019 von März bis Oktober an sechs Stationen entlang der niedersächsischen Küste. Weitere Daten zu den Stationen können im Anhang (Seite 139) in Tabelle 3 gefunden werden.

Kategorie	Gruppe	Taxon	Station:	Bork_W_1			Bork_W_2				Jade_W_1				
			Datum:	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	11.09.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	10.09.2019
Mollusca	Bivalvia	Abra alba											7	1	
		Abra/Tellina/Donax								37					
		Abra/Tellinidae/Donax						1				6			
		Asbjornsenia pygmaea											4		
		Barnea candida											4		
		Barnea/Zirfae/Teredo													
		Barnea/Zirfaea													
		Barnea/Zirfaea/Teredo									1	1			
		Bivalvia indet.							3						
		Bivalvia spp. klein						12	15	37	1			12	
		Cardiidae indet.										6			
		Cerastoderma edule							26	112					
		Crassostrea gigas			15			35	1				148	4	
		Ensis leei	6	9	4	12	1	26	264	2602	37	34	54	66	
		Kurtiella bidentata									4		1		
		Limecola balthica													
		Macridae indet.													
		Moerella donacina											4		
		Mulinialateralis													
		Mya arenaria							7						
		Mytilus edulis	1					1	3	1227	1			1	
		Petricolaria pholadiformis									3				
		Phaxas pellucidus													
		Saxicavacea indet.								37					
		Spisula cf. elliptica													
		Spisula spp.								93		1			
		Spisula subtruncata											3		
		Tellimya ferruginosa										1			
		Tellina fabula									9				
		Tellinidae indet.									1		1	16	
		Zirfaea crispata												1	

Tabelle 7 (Fortsetzung)

Kategorie	Gruppe	Taxon	Station:	Nney_W_1			Spog_W_1					WuKu_W_2						
			Datum:	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	09.05.2019	15.07.2019	31.07.2019	13.08.2019	30.09.2019	08.05.2019	05.06.2019	17.07.2019	01.08.2019	13.08.2019	11.09.2019	24.09.2019
Mollusca	Bivalvia	Abra alba																
		Abra/Tellina/Donax				92												
		Abra/Tellinidae/Donax		1				4			20	32		3	1			
		Asbjornsenia pygmaea								9								
		Barnea candida																
		Barnea/Zirfae/Teredo						3										
		Barnea/Zirfaea								1								
		Barnea/Zirfaea/Teredo				4						11				1		
		Bivalvia indet.	1							1	81	77						
		Bivalvia spp. klein								3	40	35					4	
		Cardiidae indet.							12					1	6			
		Cerastoderma edule		1		48				7	91	266				7		
		Crassostrea gigas			34					28	3				35	1	7	
		Ensis leei	12		1	626	23	18	4	44	1264	638	18		18	25	75	
		Kurttiella bidentata	1					1	1			7						
		Limecola balthica				52					51							
		Mactridae indet.							6			7						
		Moerella donacina																
		Mulinialateralis															1	
		Mya arenaria								3	1	18				1		
		Mytilus edulis	3			221					71	151	6	1			1	
		Petricolaria pholadiformis									4		3		1			
		Phaxas pellucidus													1			
		Saxicavacea indet.																
		Spisula cf. elliptica									1							
		Spisula spp.							1		10							
		Spisula subtruncata					4								1			
		Tellimya ferruginosa					3											
		Tellina fabula																
		Tellinidae indet.					4											
		Zirfaea crispata																