

Gemeinsame Aufgabenpools der Länder

Pool für das Jahr 2025

Aufgaben für das Fach Biologie

Kurzbeschreibung

| | |
|---------------------------|---|
| Aufgabentitel | Hering und Sprotte im Lebensraum Ostsee |
| Anforderungsniveau | erhöht |
| Inhaltsbereiche | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Lebewesen in ihrer Umwelt ◆ Strukturen und Zusammenhänge in Ökosystemen <ul style="list-style-type: none"> ◆ Biotop und Biozönose: Biotische und abiotische Faktoren ◆ Intra- und interspezifische Beziehungen ◆ Einfluss des Menschen auf Ökosysteme, Nachhaltigkeit, Biodiversität <ul style="list-style-type: none"> ◆ Folgen des anthropogen bedingten Treibhauseffektes ◆ Ökosystemmanagement: Ursache-Wirkungszusammenhänge |
| Materialien | <ul style="list-style-type: none"> ◆ M 1 Leben in der Ostsee ◆ M 2 Hering und Sprotte ◆ M 3 Einfluss von Algenarten auf die Sterblichkeit von Heringseiern ◆ M 4 Lebensraum Ostsee und der Klimawandel |
| Quellenangaben | <ul style="list-style-type: none"> ◆ M 1 Abb. 1: selbst erstellt ◆ M 2 <ul style="list-style-type: none"> ◆ https://schleswig-holstein.nabu.de/natur-und-landschaft/lebensraum-wasser/ostsee/03285.html (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ https://schleswig-holstein.nabu.de/natur-und-landschaft/lebensraum-wasser/ostsee/index.html (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ https://schleswig-holstein.nabu.de/natur-und-landschaft/lebensraum-wasser/ostsee/03285.html (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/Ostsee-Das-Brackwassermeer-heizt-sich-auf,ostsee672.html (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ Polte, P. et al. (2021). Reduced Reproductive Success of Western Baltic Herring (<i>Clupea harengus</i>) as a Response to |

| | |
|-------------------------------|---|
| | <p>Warming Winters. <i>Front Mar Sci</i>, 8, p. 589242. https://doi.org/10.3389/fmars.2021.589242</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Bekkevold, D., André, C., Dahlgren, T. G., Clausen, L. A. W., Torstensen, E., Mosegaard, H., et al. (2005). Environmental correlates of population differentiation in atlantic herring. <i>Evolution</i> 59, 2656–2668. doi: 10.1111/j.0014-3820.2005.tb00977.x ◆ https://www.bund.net/themen/tiere-pflanzen/tiere/fische/hering/ (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ https://www.fischbestaende-online.de/fischarten (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ https://www.fischbestaende-online.de/fischarten/hering/hering-fruehjehrs-laicher-westliche-ostsee (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ M 3 <ul style="list-style-type: none"> ◆ https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/Ostsee-Wie-der-Klimawandel-dem-Hering-zusetzt,hering290.html (letzter Zugriff: 24.01.2024) ◆ von Nordheim, L et al. (2020). Lethal effect of filamentous algal blooms on Atlantic herring (<i>Clupea harengus</i>) eggs in the Baltic Sea. <i>Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst.</i>, 30, p. 1362–1372. https://doi.org/10.1002/aqc.3329 ◆ M 4 Abb. 4: https://www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/Ostsee-Das-Brackwassermeer-heizt-sich-auf,ostsee672.html (letzter Zugriff: 24.01.2024) <p>Abb. 2: von Nordheim, L. et al. (2020), S. 1364. Abb. 3: von Nordheim, L. et al. (2020), S. 1367.</p> |
| Hilfsmittel | ◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat ¹ |
| fachpraktischer Anteil | ◆ nein |
| Hinweise | ◆ keine |

¹ siehe „Hinweise zur Verwendung von Hilfsmitteln“

1 Aufgabe

Hering und Sprotte im Lebensraum Ostsee

Die Ostsee ist in einem ökologisch kritischen Zustand. Sie unterliegt sowohl den klimatischen Veränderungen als auch dem Nutzungsdruck durch den Menschen. Forschende verzeichnen Veränderungen in den Fischbeständen und untersuchen daher deren Ursachen.

- | | BE |
|--|-----------|
| 1 Erläutern Sie die Stellung der Kegelrobbe im dargestellten Nahrungsnetz (M 1). Begründen Sie allgemein die Begrenzung von Nahrungsketten auf meist vier Trophiestufen (M 1). | 7 |
| 2 Erklären Sie das gemeinsame Vorkommen von Hering und Sprotte in der Ostsee unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen ökologischen Nischen (M 1, M 2). | 9 |
| 3 Werten Sie die Ergebnisse des Experiments aus (M 3). | 9 |
| 4 Begründen Sie die Notwendigkeit des in Abbildung 2 dargestellten Kontrollversuchs (M 3). | 5 |
| 5 Erläutern Sie die Auswirkungen des Klimawandels auf die in Zukunft zu erwartenden Populationsentwicklungen von Hering und Sprotte (M 2, M 3, M 4). | 10 |

2 Material

Material 1: Leben in der Ostsee

In aquatischen Ökosystemen wie der Ostsee findet man im Wasser viele schwebende Kleinstlebewesen, das sogenannte Plankton. Das Phytoplankton besteht aus Fotosynthese betreibenden pflanzlichen Organismen und das Zooplankton aus tierischen Organismen. Das Auftreten des Phytoplanktons ist temperaturabhängig. Die Menge an Phytoplankton schwankt im Jahresrhythmus.

Die Ostsee ist durch eine geringe Artenvielfalt gekennzeichnet. Abbildung 1 zeigt ein Nahrungsnetz von Lebewesen in der Ostsee.

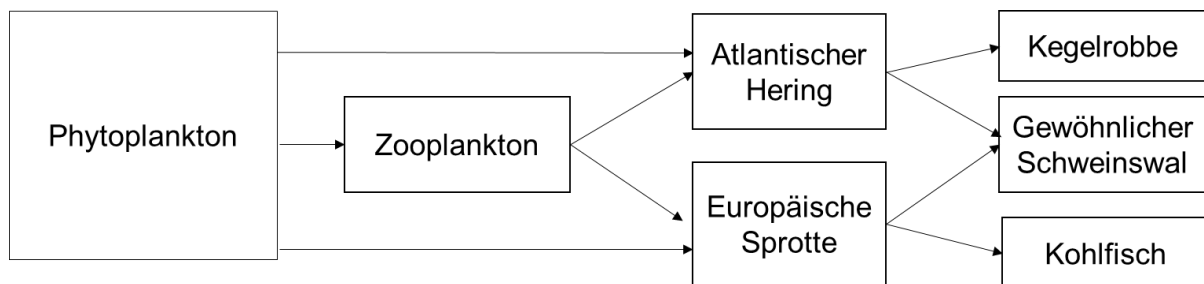


Abb. 1: Ausgewählte Nahrungsbeziehungen in der Ostsee

Material 2: Hering und Sprotte

Der Atlantische Hering ist ein Schwarmfisch, der bis zu 45 cm lang und 25 Jahre alt werden kann. Die dichten Schwärme sind tagsüber in Meeresbodennähe zu finden. Sie lösen sich nachts auf und die Fische folgen dem Plankton, von dem sie sich ernähren, an die Oberfläche. Man unterscheidet beim Atlantischen Hering zwei Unterarten, von denen eine im Herbst und die andere im Frühjahr laicht.

Heringe sind ausgesprochen salztolerant, präferieren aber einen hohen Salzgehalt. Sie laichen jedoch auch noch bei einem geringen Salzgehalt. Bei geringem Salzgehalt wachsen die Larven allerdings sehr langsam. Heringe bevorzugen kühleres Wasser. Die jahreszeitliche Änderung der Wassertemperatur signalisiert den Fischen den Beginn der Laichzeit. Die Heringsweibchen laichen je nach Unterart im Herbst in 40 bis 70 m Tiefe oder im Frühjahr in geringeren Wassertiefen in Küstennähe. Ihre befruchteten, klebrigen Eier sinken auf Unterwasserpflanzen, Felsen oder Kies ab. Die Larven schlüpfen abhängig von der Wassertemperatur nach 10 bis 40 Tagen. Sie bewegen sich in höhere Wasserschichten und fressen dort vor allem das reichlich vorhandene Phytoplankton und später das ebenfalls ausreichend vorhandene Zooplankton.

Die Europäische Sprotte ist ein Schwarmfisch, der nur 16 cm groß wird und ca. 6 Jahre lebt. Tagsüber halten sich die Schwärme am Meeresboden auf. Die Schwärme lösen sich nachts auf und die Fische folgen dem Plankton, von dem sie sich ernähren, an die Oberfläche.

Sprotten präferieren niedrige Salzgehalte. Die Laichgebiete der Sprotten liegen in Küstennähe, in einer Tiefe von etwa 10 bis 20 m. Der Laich schwebt im Wasser und nach etwa einer Woche schlüpfen die Larven, die sich überwiegend von Fotosynthese betreibenden Kieselalgen ernähren. Der Fortpflanzungserfolg der Sprotten wird im Frühjahr durch hohe Wassertemperaturen und milde Winter gefördert.

Material 3: Einfluss von Algenarten auf die Sterblichkeit von Heringseiern

Der Greifswalder Bodden in der südwestlichen Ostsee ist ein Flachwasserbereich mit Süßwassereinleitung, der im Frühjahr als „Kinderstube des Herings“ bezeichnet wird. Bei Untersuchungen wurde ein Rückgang der Populationsdichte bei der im Flachwasser laichenden Unterart des Atlantischen Herings festgestellt.

Ein Forscherteam widmete sich daher im Jahr 2016 dem Einfluss von zwei Makroalgenarten, *Ulva intestinalis* und *Pylaiella littoralis*, auf den Atlantischen Hering. Makroalgen sind mehrzellige Algen. Ihre Länge reicht von wenigen Millimetern bis zu 60 m. Insbesondere die Alge *P. littoralis* profitiert von warmen Temperaturen und hohem Mineralstoffgehalt des Wassers. Beide Algenarten waren in den vergangenen Jahren immer früher im Jahr aufgetreten und als Laichgrund zur Zeit der Eiablage der Heringe verwendet worden. Zeitgleich wurde eine immer höhere Sterblichkeit der Heringseier beobachtet.

Die Forschenden nutzten für ihre Untersuchungen Aquarien mit verschiedenen Ansätzen (Abb. 2). Diese wurden mit Wasser aus dem Greifswalder Bodden versorgt und die abiotischen Faktoren unter nahezu konstanten, natürlichen Bedingungen gehalten. Das Forscherteam gab die gleiche Anzahl an Heringseier in die Aquarien.

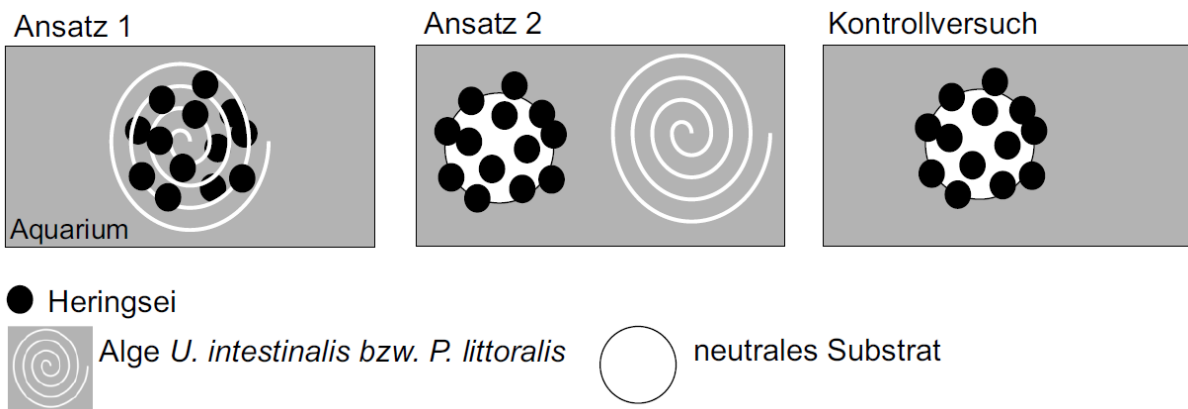


Abb. 2: Schematische Darstellung der Versuchsansätze (verändert nach: von Nordheim, 2020, p. 1364)

Die Anzahl der lebenden Eier in den verschiedenen Aquarien wurde zu Beginn des Experiments als Referenzwert, nach der Hälfte der Entwicklungszeit und kurz vor dem Schlüpfen am Ende der Entwicklungszeit ermittelt (Abb. 3).

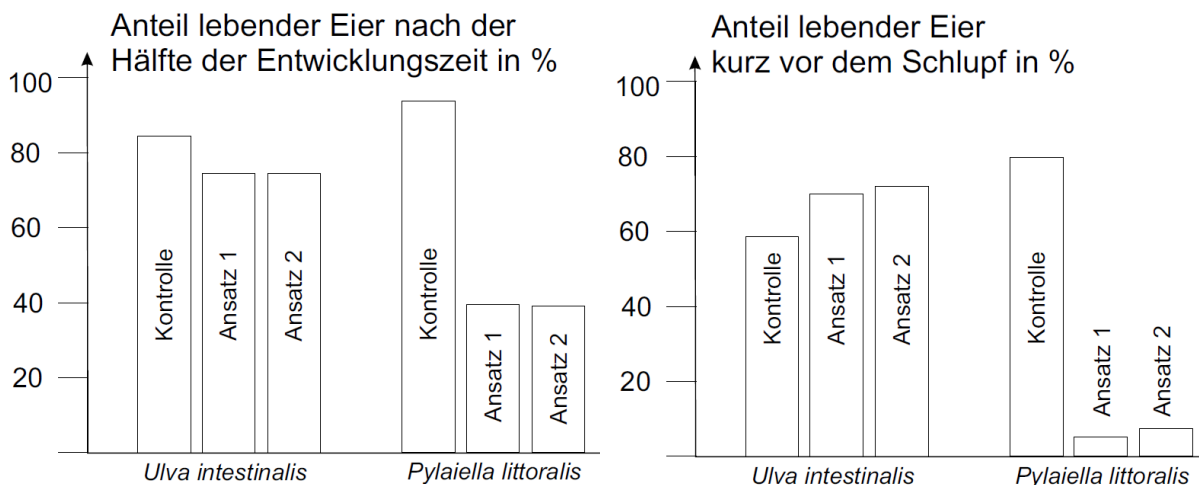


Abb. 3: Anteil lebender Eier zu unterschiedlichen Zeitpunkten (verändert nach: von Nordheim, 2020, p. 1367)

Material 4: Lebensraum Ostsee und der Klimawandel

Der Salzgehalt in der Ostsee ist im Oberflächenwasser geringer als im Tiefenwasser und ist abhängig von verschiedenen Bedingungen. Zahlreiche Flüsse wie z. B. die Oder, münden in die Ostsee und leiten so Süßwasser ein. Dem Süßwasser einstrom steht bei Herbst- und Winterstürmen ein Salzwassereinstrom aus der Nordsee in die Ostsee gegenüber. Der Einstrom von Salzwasser in die Ostsee verteilt sich je nach Sturmlagen sehr ungleichmäßig über die Monate und Jahre. Große Mengen an Salzeinträgen innerhalb kurzer Zeiträume sind selten und fanden zuletzt vor einigen Jahren statt. Wissenschaftler nehmen an, dass durch die zunehmenden Starkregenereignisse der Salzgehalt der Ostsee zukünftig weiter sinken wird.

Aufgrund des Klimawandels hat sich auch die Temperatur des Oberflächenwassers der Ostsee im Laufe der letzten Jahre geändert (Abb. 4).

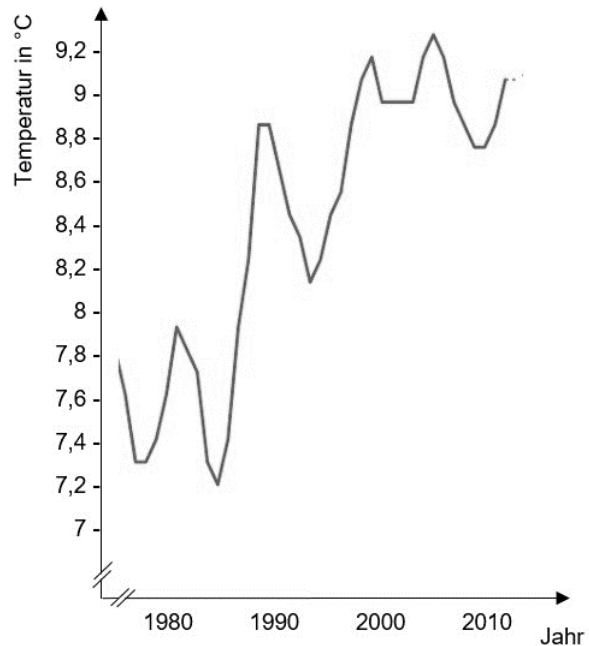


Abb. 4: Entwicklung der Jahresmitteltemperaturen des Oberflächenwassers der Ostsee (Messtiefe 0 - 10 m)
(verändert nach: <https://www.ndr.de>)

3 Erwartungshorizont

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

| | | BE/AFB | | |
|---|---|--------|----|-----|
| | | I | II | III |
| 1 | Erläutern: Kegelrobben als Konsumenten auf der 3. oder 4. Trophiestufe fressen Heringe auf der 2. bzw. 3. Trophiestufe. Sie sind karnivor. Die Kegelrobben sind Endkonsumenten, da sie selbst keine natürlichen Feinde haben. | 3 | | |
| | Begründen: Biomasseverlust und damit Abnahme der Verfügbarkeit von Energie für die Nahrungskette über Trophiestufen um jeweils ca. 90 %; durch z. B. <ul style="list-style-type: none"> ◆ Ausscheidungen von noch energiehaltigen Stoffwechselendprodukten ◆ Umsetzung für lebenserhaltende Prozesse (Zellatmung) ◆ Abgabe von Wärmeenergie | 2 | 2 | |
| 2 | Erklären: Sprotte und Hering haben gemeinsame Ansprüche an die Umwelt, ähnliche ökologische Nischen: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Beide ernähren sich von Plankton, von dem ausreichend vorhanden ist. ◆ Beide sind nachtaktiv und gehen im Oberflächenwasser auf Nahrungssuche. ◆ Beide haben im Frühjahr ähnliche Laichgebiete in Küstennähe. ◆ Sprotte und Hering stehen somit in interspezifischer Konkurrenz zueinander. | 4 | 5 | |
| | Konkurrenzvermeidung durch: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Toleranz gegenüber dem Salzgehalt: Präferenz der Heringe für hohen Salzgehalt, Präferenz der Sprotte für niedrigen Salzgehalt ◆ Ort der Eiablage: Heringseier ins Freiwasser mit anschließendem Absinken auf Unterwasserpflanzen oder auf den Meeresboden, Sprotteneier schweben im freien Wasser ◆ unterschiedliche Laichtiefe und Zeitpunkt des Laichens: Heringsweibchen laichen im Herbst in 40 bis 70 m Tiefe, Sprottenweibchen im Frühjahr in einer Tiefe von etwa 10 bis 20 m ◆ Toleranz gegenüber der Temperatur: Präferenz der Heringe für niedrigere Temperatur, Präferenz der Sprotte für höhere Temperatur | | | |
| 3 | Auswerten: Bei Verwendung von <i>U. intestinalis</i> überleben in beiden Ansätzen rund 70 % der befruchteten Eier, sodass hier kein negativer Effekt erkennbar ist. Es spricht hier sogar der Vergleich zum Kontrollversuch für einen positiver Effekt der Alge auf das Überleben der Heringseier, da im Kontrollversuch weniger Eier am Ende überlebten. | | 7 | 2 |

| | | | | |
|---|--|-----------|-----------|----------|
| | Bei Verwendung von <i>P. littoralis</i> liegt hingegen eine auffallend hohe Sterblichkeit in beiden Ansätzen vor. Nur wenige der befruchteten Eier überleben. Die Alge hat einen deutlich negativen Einfluss auf das Überleben der Heringseier, wobei kein direkter Kontakt erforderlich ist. Aufgrund der Ergebnisse aus dem Experiment kann geschlussfolgert werden, dass nicht der direkte Kontakt, sondern die Anwesenheit der Alge <i>P. littoralis</i> durch Abgabe einer Substanz eine Ursache für das erhöhte Eiersterben ist. | | | |
| 4 | Begründen: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Der Kontrollversuch schließt aus, dass nichts anderes als die Anwesenheit der Alge die Ursache des vermehrten Eiersterbens ist. ◆ Die Sterblichkeit von Eiern auf neutralem Substrat ohne Veränderungen eines Faktors wird als Vergleichsgröße verwendet. | 3 | | 2 |
| 5 | Erläutern: Klimawandel führt zur zunehmenden Erwärmung des Oberflächenwassers: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Fortpflanzungserfolg der Sprotten wird durch hohe Wassertemperaturen gefördert. ◆ Zusätzlich höherer Reproduktionserfolg bei Sprotten, da die Makroalgen am Boden kaum Kontakt zu den Eiern im Freiwasser haben und daher wenig negativen Einfluss auf sie haben. ◆ Alge <i>P. littoralis</i> führt durch den Kontakt bzw. Nähe mit den Eiern zu einer erhöhten Sterblichkeit der Heringseier. weiterhin: <ul style="list-style-type: none"> ◆ Einstrom von Süßwasser aus Flüssen und seltener Zustrom von salzhaltigem Nordseewasser → geringere Salinität der Ostsee → Larven des Herings wachsen nur sehr langsam Die Population des Herings geht demnach in der Ostsee wahrscheinlich zurück. Die Temperatur- und Salzveränderungen fördern den Fortpflanzungserfolg der Sprotte. Sie kann voraussichtlich aufgrund des höheren Fortpflanzungserfolgs und der abnehmenden Konkurrenz mit dem Hering ihre Populationsdichte steigern. | | 6 | 4 |
| | Summe² | 12 | 20 | 8 |

² Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

| Anforderungsniveau | erhöht | | | grundlegend | | |
|---------------------|---------|---------|--------|-------------|---------|-------|
| Anforderungsbereich | I | II | III | I | II | III |
| Anzahl der BE | 11 - 13 | 17 - 21 | 8 - 10 | 10 - 12 | 13 - 16 | 4 - 6 |

4 Standardbezug³

| Teilaufgabe | Kompetenzbereich | | | |
|-------------|------------------|------|-------|---|
| | S | E | K | B |
| 1 | 1, 7 | | 2, 5 | |
| 2 | 7 | | 5 | |
| 3 | 2, 4, 7 | 6, 9 | 2, 5 | |
| 4 | | 6 | 14 | |
| 5 | 4, 7 | | 5, 10 | |

5 Bewertungshinweise

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster⁴ vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

³ Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* genannt, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

⁴ Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.