

Der Borkenkäfer – ein Waldbewohner im Harz



Aufgaben:

1. Beschreibt die Lebensweise des Borkenkäfers unter Verwendung von Material 1a.
2. Ergänzt in Stichpunkten die Lücken im Schema Material 3 zum Vermehrungszyklus des Borkenkäfers unter Nutzung von Material 1- 2.
3. Interpretiert das Diagramm in Material 4 hinsichtlich des Einflusses der Temperatur auf den Vermehrungszyklus des Borkenkäfers.
4. Formuliert eine Hypothese zu den Auswirkungen weiter steigender Temperaturen auf den Vermehrungszyklus des Borkenkäfers auf Grundlage von Material 4.

M1a zu Aufgabe 1 und 2: Lebensweise des Borkenkäfers

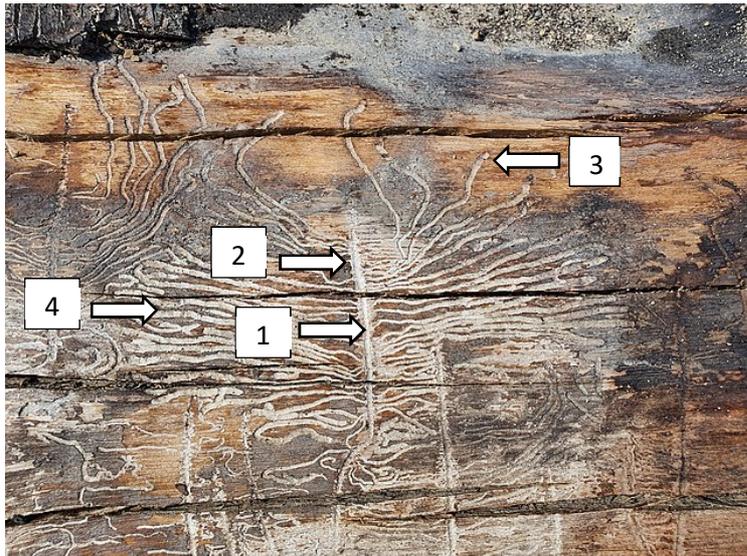
Der Fichtenborkenkäfer (*Ips typographus* L.) ist ein natürlicher Bewohner aller Fichtenwälder und dürfte so lange in unseren Breiten sein wie die Fichtenwälder selbst. Der auch Buchdrucker genannte Käfer ist ein Rindenbrüter und befällt normalerweise nur alte und geschwächte Bäume. Vitale Bäume setzen sich in aller Regel durch vermehrte Harzbildung erfolgreich zur Wehr, wobei der Harzfluss einzelne Käfer tötet. Greifen viele Käfer an, kommt dieser Abwehrmechanismus der Bäume zum Erliegen (ab ca. 200 Käfer pro Baum). Trockenperioden verringern die Abwehrkraft der Fichten zusätzlich, da zu wenig Wasser für die Harzproduktion zur Verfügung steht. Weitere natürliche Feinde des Borkenkäfers wie Ameisenbuntkäfer, Spechte, Schlupfwespen und Pilze können zwar in großer Anzahl auftreten, unterbrechen oder verhindern eine Massenvermehrung aber nicht. Natürlicherweise ist die Fichte in den Hochlagen des Gebirges heimisch. Dort ist sie optimal angepasst. Der Borkenkäfer als Schädling ist gegenüber kälteren Temperaturen in höheren Lagen weniger tolerant. Waldökologen sehen heute in Anbetracht massiver Vorschädigungen und des Klimawandels für die Fichtenbestände der unteren Gebirgslagen in ganz Mitteleuropa keine Zukunft mehr. Es ist davon auszugehen, dass sich ihr Absterben auch in den nächsten Jahren fortsetzen wird.



Abb. Fichtenborkenkäfer

Nach: [https://sachsen-anhalt.nabu.de/natur-und-landschaft/wald/info.html#:~:text=Der%20Fichtenborkenk%C3%A4fer%20\(Achtz%C3%A4hniger%20Fichtenborkenk%C3%A4fer%2C%20Ips,nur%20alte%20und%20geschw%C3%A4chte%20B%C3%A4ume.,, letzter Zugriff: 04.01.2023](https://sachsen-anhalt.nabu.de/natur-und-landschaft/wald/info.html#:~:text=Der%20Fichtenborkenk%C3%A4fer%20(Achtz%C3%A4hniger%20Fichtenborkenk%C3%A4fer%2C%20Ips,nur%20alte%20und%20geschw%C3%A4chte%20B%C3%A4ume.,,)
Nach: [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Fichtenborkenk%C3%A4fer&titl=Special:MediaSearch&go=Go&type=image, letzter Zugriff: 18.07.2023](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Fichtenborkenk%C3%A4fer&titl=Special:MediaSearch&go=Go&type=image,)

M1b zu Aufgabe 1 und 2: Fraßbild des Fichtenborkenkäfers



Nach: ebenda.

1	Rammelkammer
2	Muttergang
3	Larve
4	Larvenfraß

M2 zu Aufgabe 1 und 2: Vermehrung des Fichtenborkenkäfers

Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zum Ausschwärmen der Jungkäfer ist stark temperaturabhängig und erstreckt sich über mehrere Wochen (7-10). Der Schwärmflug der Altkäfer beginnt in etwa Mitte bis Ende April ab ca. 17°C. Innerhalb eines Jahresverlaufs können unter günstigen Witterungsbedingungen mehrere Generationen und Geschwisterbruten angelegt werden. Von Geschwisterbruten spricht man, wenn die befruchteten Weibchen (Altkäfer) nach einem Regenerationsfraß das gerade angelegte Brutsystem verlassen und einen neuen Brutbaum aufsuchen, um dort ihre restlichen, bereits befruchteten Eier abzulegen. Dies geschieht ohne Beteiligung der Männchen, d.h. Brutsysteme bei Geschwisterbruten haben keine Rammelkammer.

Bei besonders günstigen Entwicklungsbedingungen kann es bis zu drei Generationen pro Jahr geben, was zu explosionsartigem Populationswachstum führt. Geschätzt folgen so aus der Brut eines Weibchens im Laufe eines Jahres zwischen 100.000 und 250.000 Nachkommen. Die Brutaktivität der Käfer ist in der Regel Mitte September abgeschlossen. Bei entsprechend hohen Temperaturen kann sich die Flugaktivität vereinzelt bis in den Oktober hinein erstrecken. Borkenkäfer durchlaufen vier Lebensstadien: Ei, Larve, Puppe und Erwachsene, wobei die Zeit zur Entwicklung oft von der Temperatur abhängt.

Ein erwachsener männlicher Käfer bohrt sich in die Rinde ein und legt im Phloem (Siebzellen) des Baumes eine so genannte Rammelkammer an. Danach sendet der nur wenige Millimeter große Schädling Pheromone zur Anlockung seiner Artgenossen aus. Die begatteten Weibchen beginnen dann, innerhalb der Rinde einen Gang auszufressen (Muttergang). An dessen Seite deponieren sie, meist in kleine, ausgefressene Nischen, ihre Eier. Sobald die Eier sich ausreichend entwickelt haben, schlüpfen sie und leben von nun an als Larven im Baum. Sie ernähren sich von den lebenden Geweben unter der Rinde (Larvenfraß). Sie beginnen dort ihre Entwicklung, wechseln aber in späteren Stadien in die eigentlich namensgebende, weiter außen anschließende Borke oder in das Holz. Borkenkäfer-Larven durchlaufen vor ihrer Verpuppung drei bis fünf Larvenstadien und fressen dabei etwa 3-5 cm lange Larvengänge und verpuppen sich am Ende dieser Gänge in einer Puppenwiege. Der unter günstigen Witterungsbedingungen bereits ca. sechs Wochen nach der Eiablage schlüpfende hellbraune Jungkäfer beginnt anschließend den Reifungsfraß im Brutsystem, der bis zu zwei Wochen dauern kann. Dabei reifen die Geschlechtsorgane, der Chitinpanzer wird gefestigt und es werden Reservestoffe für die nachfolgende Brutphase aufgebaut. Die nach dem Reifungsfraß dunkelbraunen Jungkäfer verlassen den Brutbaum bei guter Witterung, oft durch gemeinsam genutzte Ausbohrlöcher, um nach einem mehr oder weniger langen Flug eine neue Brut anzulegen. In gemäßigten und kalten Breiten schlüpfen die jungen Käfer meist erst in dem auf ihre Entwicklung folgenden Frühjahr oder Frühsommer aus, sie verbringen den Winter also noch im Wirtsbaum.

Holzeinschlagstatistiken Sachsen-Anhalt 2015-2022



Deutschland ist das Holzland Nr. 1 in Europa.¹ Der Wald in Deutschland wird heute naturnäher bewirtschaftet denn je, es wächst kontinuierlich mehr Holz nach, als genutzt wird. Aktuell (Stand Februar 2022) verfügt Deutschland über einen Holzvorrat von 3,7 Milliarden Kubikmetern. Nachhaltig bewirtschaftete Wälder sind wichtig für den Klimaschutz. Sie nehmen durch Photosynthese und Holzzuwachs CO₂ auf und speichern Kohlenstoff langfristig. Schätzungen des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik (Bezugsjahr 2014) gehen davon aus, dass durch den Wald, seine nachhaltige Bewirtschaftung und Holzverwendung jährlich bis zu 127 Mio. Tonnen Treibhausgas (ca. 14 Prozent der jährlichen nationalen CO₂ Emissionen) vermieden werden.² Nachfolgend ist eine Auswahl an statistischen Erhebungen zum Holzeinschlag in Sachsen-Anhalt dargestellt.

Aufgaben:

1. Ordnet euch die Materialien 1- 5 in der Gruppe zu.
2. Übertragt die Werte aus den Statistiken Material 1- 5 jeweils in eine Tabellenkalkulation und erstellt damit ein Diagramm. Nutzt die Hinweise zum Umgang mit Tabellenkalkulation.
3. Wertet jeweils euer Diagramm aus.
4. Tauscht euch über die Ergebnisse in der Gruppe aus und leitet Schlussfolgerungen hinsichtlich der Entwicklung des Waldbestandes im Harz ab.

Hinweise zu den erhobenen Daten:

Auf die Holzgruppe Kiefer und Lärche wurde zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet.

Zusätzlich werden vom Statistischen Bundesamt die Schadensarten Schnee/Duft (Eisanhang, Raureif) und sonstige Ursachen (Pilzkrankungen, Brand; ebenfalls erst seit 2020) erfasst. Zugunsten der Übersichtlichkeit wurde auf diese beiden Schadensarten verzichtet.

Diese Änderungen erklären die Differenzen zwischen der Summe der Einzelwerte und der Gesamtanzahl.

Hinweise zur Arbeit mit Tabellenkalkulation:

Name(n): Hier Name(n) eintragen

Jahr	Eiche	Buche und sonstiges	Fichte, Tanne, Douglasie, sonstiges Nadelholz	Sachsen-Anhalt
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				
2021				
2022				

Hier Werte aus den Tabellen eintragen

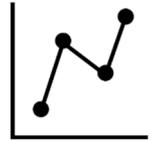
Hier die verschiedenen Diagramme und Übersichten auswählen

M1 Holzeinschlag
M2 Holzeinschlag
M3 Holzeinschlag
M4 Holzeinschlag
M5 Holzeinschlag
Übersicht

¹ Nach: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154317/umfrage/holzeinschlag-ausgewaehlte-europaeischer-laender/>, letzter Zugriff: 02.06.22

² Nach: <https://www.bmel.de/DE/themen/wald/holz/nachwachsender-rohstoff-holz.html>, letzter Zugriff: 02.06.22

Holzeinschlagstatistiken Sachsen-Anhalt 2015-2022



M1: Holzeinschlag gesamt nach Baumarten

Holzeinschlag Sachsen-Anhalt von 2015-2022 (in 1000m ³)				
Jahr	Sachsen-Anhalt (gesamt)	Eiche	Buche und sonstiges Laubholz	Fichte, Tanne, Douglasie, sonstiges Nadelholz
2015	1313	81	227	285
2016	1327	87	236	295
2017	1455	82	197	333
2018	2484	90	175	1188
2019	2241	62	165	1260
2020	2845	67	133	1980
2021	2669	83	105	1816
2022	2111	89	143	889

Nach: <https://www-genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=41261-0012&bypass=true&levelindex=0&levelid=1690277054322#abreadcrumb>, letzter Zugriff: 25.07.23

M2: Holzeinschlag gesamt nach Schadensarten

Einschlagursache durch Schäden insgesamt				
Jahr	Gesamt	Wind/ Sturm	Insekten	Trockenheit (seit 2020)
2015	307	259	22	-
2016	171	75	40	-
2017	389	260	62	-
2018	1977	1689	220	-
2019	1760	390	1098	-
2020	2392	288	1762	163
2021	2098	13	1780	195
2022	1643	767	680	110

Nach: ebd.

M3: Holzeinschlag Buche nach Schadensarten

Einschlagursache durch Schäden bei Buche und sonstiges Laubholz				
Jahr	Gesamt	Wind/ Sturm	Insekten	Trockenheit (seit 2020)
2015	21	11	1	-
2016	24	10	1	-
2017	17	11	1	-
2018	89	83	1	-
2019	58	20	8	-
2020	78	11	11	35
2021	59	2	9	30
2022	72	24	6	27

Nach: ebd.

M4: Holzeinschlag Eiche nach Schadensarten

Einschlagursache durch Schäden bei Eiche				
Jahr	Gesamt	Wind/ Sturm	Insekten	Trockenheit (seit 2020)
2015	13	6	2	-
2016	9	6	1	-
2017	14	11	2	-
2018	53	52	1	-
2019	25	18	3	-
2020	40	4	9	19
2021	56	2	8	39
2022	57	8	10	29

Nach: ebd.

M5: Holzeinschlag Fichte, Tanne, Douglasie nach Schadensarten

Einschlagursache durch Schäden bei Fichte, Tanne, Douglasie und sonstiges Nadelholz				
Jahr	Gesamt	Wind/ Sturm	Insekten	Trockenheit (seit 2020)
2015	137	119	16	-
2016	62	24	35	-
2017	100	42	54	-
2018	1053	809	203	-
2019	1158	188	899	-
2020	1851	211	1585	7
2021	1663	6	1646	7
2022	833	215	607	1

Nach: ebd.

Krisenstab Wald im Landkreis Harz



Aufgaben:

1. Fasst die Gründe zur Bildung des Krisenstabes Wald im Jahr 2020 unter Verwendung von Material 1a zusammen.
2. Erarbeitet die in Material 1b vorgeschlagenen Schutzmaßnahmen mit ihren wesentlichen Inhalten heraus und stellt eure Ergebnisse in der Mindmap Material 2 dar.
3. Diskutiert die Schutzmaßnahmen aus ökonomischer und ökologischer Perspektive und haltet eure Ergebnisse in Material 3 fest.

Material 1a zu Aufgabe 1: Gründung des Krisenstabes Wald im Jahr 2020

Die katastrophale Situation im Harzer Wald hat sich im Jahr 2020 weiter verschlechtert. Es ist das zehnte Jahr in Folge, in dem die Durchschnittstemperatur über dem vieljährigen Mittel liegt und somit das zweitwärmste Jahr seit Messbeginn. [...] Im September fand auf Initiative von Landrat Thomas Balcerowski eine Beratung mit Sachsen-Anhalts Ministerpräsidenten Dr. Reiner Haseloff und Umweltministerin Prof. Dr. Claudia Dalbert in der Staatskanzlei in Magdeburg statt. [...] Im Ergebnis dieser Beratung berief der Landrat unter seiner Leitung als ersten Schritt einen Krisenstab Wald für den Landkreis Harz ein. [...] Ziele der Arbeit des Krisenstabes ist die koordinierende Unterstützung aller Waldbesitzer und Nutzer der Harzer Wälder zur Gewährleistung einer schnellstmöglichen Wiederbewaldung mit standortgerechten und klimaangepassten Baumarten, die Sicherung einer nachhaltigen, aktiven Forstwirtschaft sowie der verschiedenen Ökosystemleistungen des Waldes und die Steigerung der Attraktivität des Harzer Waldes für Erholung und Tourismus. [...]

Nach: <https://www.harzinfo.de/naturlandschaft-harz/initiative-der-wald-ruft/krisenstab-wald>, letzter Zugriff 11.05.22

M1a zu Aufgabe 2: Maßnahmenplan – Vier Säulen

**1. Wiederbewaldung**

[...]

Nach derzeitigem Stand werden auf Grund der Planungen der größten Waldbesitzer in den folgenden drei Jahren circa 4.000 Hektar aufgeforstet. Für diese und nachfolgende Aufforstungen müssen geeignete Bäume (sog. forstliches Saat- und Pflanzgut) bereitgestellt werden. [...]

2. Finanzielle, personelle und sachliche Ressourcen

Für die geplanten Wiederaufforstungen mit Laub- und Nadelholz auf circa 4.000 Hektar Fläche entstehen den Waldbesitzern in den nächsten drei Jahren Kosten in Höhe von mindestens 27,3 Millionen Euro. Daher ist es dringend geboten, die Fördermittelverfahren für den Privat- und Kommunalwald an die aktuelle Waldsituation anzupassen. Hierzu sind detaillierte Forderungen gegenüber der Landesregierung erarbeitet worden.

Gleichzeitig müssen die Waldbesitzer bei der Regenerierung zusätzlicher Einnahmemöglichkeiten unterstützt und eine Entlastung für Waldbesitzer herbeigeführt werden. In Anerkennung der CO₂-Speicherfunktion des Waldes und vorhandener Ökosystemleistungen im Wald soll eine jährliche und stetig angepasste [...] Klimaleistungsprämie pro Hektar Waldfläche geschaffen werden. [...]

3. Verwertung Harzer Holz

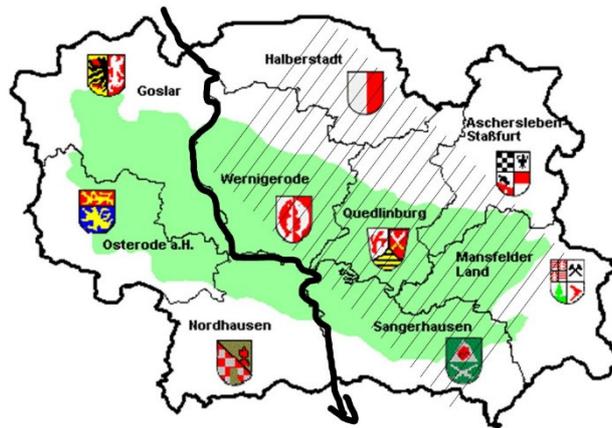
Zum einen muss mit dem erheblichen Anfall von Schadholz und dem damit verbundenen Erlösverfall umgegangen werden, zum anderen eine nachhaltige, ökologisch vertretbare und innovative Verwertung des künftigen Rohstoffes gesichert werden. Erste Ideen betreffen die Entwicklung einer Gebäudeleitlinie zur Verwendung von Harzer Holz für kommunale Bauten, der Forcierung einer dezentralen Energieerzeugung mittels BHKW (Blockheizkraftwerke) und neuer Verwertungsmöglichkeiten.

4. Waldbrandschutz

Auch wenn der Harz bezüglich der statistischen Anzahl und Größe von Waldbränden im Landesvergleich Sachsen-Anhalt nur eine nachrangige Bedeutung hat, besteht aber auf Grund der topografischen Situation (Steilhänge) und der Vielzahl von abgestorbenen Bäumen [...] eine besondere potentielle Gefahrenlage. Daher sind verschiedene Schwerpunkte in Arbeit. Dies betrifft zunächst die frühzeitige Waldbranderkennung. Das Land Sachsen-Anhalt hat mit dem Feuerwehr Flugdienst Niedersachsen den bestehenden Vertrag verlängert, so dass durch Überfliegung Waldbrände gesichtet werden können. Aber auch Waldbrandmeldungen durch Touristen und Wanderer sollen ermöglicht werden. Ein stabiles Mobilfunknetz ist hierzu notwendig, das heißt „weiße Handyflecken“ müssen verschwinden.

Zur Sicherstellung der Erreichbarkeit eines Waldbrandes sind regelmäßige gemeinsame Wegeüberprüfungen durch Feuerwehren und Waldeigentümer geplant. [...]

Tourismus- und Wirtschaftsregion Harz



Legende

/// Sachsen-Anhalt

Abb. Karte Harz

Nach:
https://www.harzsuche.de/images/harz_landkreise.gif, letzter Zugriff: 27.10.023

Aufgaben:

1. Analysiert die vorgegebenen Webseiten hinsichtlich der dort aufgezeigten Aktivitäten, die Teil der Werbung sind bzw. in der Region (schraffierter Bereich) angeboten werden und ergänzt die Mindmap in Material 2 zu den folgenden Kategorien.
 - a. Kulinarik (Essen und Trinken)
 - b. Sportliche Aktivitäten
 - c. Shoppen
 - d. Sehenswürdigkeiten

- <https://www.harzinfo.de/>



- <https://harz-abenteuer-wandern.de>



- <https://harzspots.com>



2. Fasst den Informationstext im Material 1 zum fiktiven Unternehmen „NaturErlebnis Harz“ bezüglich der **positiven** und **negativen** Auswirkungen auf den Tourismus und die Wirtschaft im Harz in Material 3 zusammen.
3. Diskutiert in eurer Gruppe über mögliche Herausforderungen und Chancen des Tourismus im Harz. Formuliert eure Überlegungen in den Textfeldern im Material 4. Nutzt dafür die euch zur Verfügung stehende Wortwolke!



M1 zu Aufgabe 2: Informationstext*

(*das fiktive Unternehmen „NaturErlebnis Harz“ steht stellvertretend für bereits in der Region angesiedelte und arbeitende Unternehmen*)

Das Tourismusunternehmen "NaturErlebnis Harz" – Segen oder Fluch für die Region?

In der Region hat sich auch das fiktive Unternehmen "NaturErlebnis Harz" etabliert und prägt das lokale Leben in vielerlei Hinsicht. Mit über 60 engagierten Mitarbeitern ist das Unternehmen zu einem wichtigen Arbeitgeber in der Gemeinschaft geworden. Ihr beeindruckender Jahresumsatz von mehr als 15 Millionen Euro zeigt die enorme wirtschaftliche Bedeutung für die Region.

"NaturErlebnis Harz" bietet eine breite Palette von touristischen Aktivitäten, die Besucher aus aller Welt anziehen. Zu den angebotenen Aktivitäten gehören aufregende Seilbahnfahrten über die malerischen Berge des Harzes, geführte Wanderungen zu versteckten Wasserfällen und Aussichtspunkten, abenteuerliche Klettertouren in den hiesigen Wäldern und spannende Mountainbike-Routen durch die atemberaubende Natur. Diese Vielfalt an Erlebnissen macht das Unternehmen zu einer beliebten Wahl für Abenteuerlustige und Naturliebhaber.

Neben den touristischen Aktivitäten ist "NaturErlebnis Harz" auch für seine positive Zusammenarbeit mit lokalen Partnern bekannt. Das Unternehmen arbeitet eng mit örtlichen Handwerkern, Künstlern und Lebensmittelproduzenten zusammen, um authentische Produkte und Souvenirs anzubieten. Diese Partnerschaften stärken nicht nur die lokale Wirtschaft, sondern fördern auch den Erhalt von traditionellem Handwerk und Kultur in der Region.

Trotz dieser positiven Aspekte gibt es auch ernste Herausforderungen. Die intensiven Aktivitäten von "NaturErlebnis Harz" haben spürbare Umweltauswirkungen. Der Ansturm von Besuchern führt zu einer erhöhten Umweltverschmutzung, sei es durch Müll oder den Ausstoß von Emissionen durch den verstärkten Verkehr. Dies belastet die natürliche Umwelt und beeinflusst die örtlichen Ökosysteme negativ. Die sensiblen Lebensräume von Pflanzen und Tieren können gestört werden, was zu einem Ungleichgewicht in der Tier- und Pflanzenwelt führt.

Auch die Beeinträchtigung der lokalen Ruhe und Traditionen ist spürbar. Die lauten Aktivitäten von "NaturErlebnis Harz" stören nicht nur die Tierwelt, sondern auch das tägliche Leben der Anwohner. Die überlasteten Straßen und öffentlichen Verkehrsmittel erschweren den Bewohnern die Fortbewegung und beeinträchtigen die Lebensqualität.

Insgesamt stellt "NaturErlebnis Harz" somit eine komplexe Herausforderung für die Gemeinschaft dar. Es ist wichtig, die verschiedenen Auswirkungen dieser Präsenz zu erkennen und darüber nachzudenken, wie damit umzugehen ist.