

RIFF-GESCHICHTEN

Unterrichtseinheiten mit Filmen und Experimenten
zu Klimawandel und Umweltverschmutzung
des phaeno Science Center in Wolfsburg

Klimawandel und Umweltverschmutzung gehören zu den größten Herausforderungen unserer Zeit. Unser einzigartiger blauer Planet ist zunehmend den Folgen von Umweltverschmutzung und steigenden Kohlenstoffdioxidkonzentrationen in der Atmosphäre ausgesetzt. Die Veränderungen sind heute schon für uns alle spürbar.

Mit der Filmserie "Riff-Geschichten" und den erarbeiteten Unterrichtseinheiten zeigt das Science Center phaeno auf, was diese Entwicklung insbesondere für unsere Meere bedeutet. Insgesamt sieben Kurzgeschichten, viele Experimente und umfangreiche Materialien für den Schulunterricht vermitteln wichtige Erkenntnisse über die Entstehung von Meeresströmungen und ihren Einfluss auf das Klima, über besondere Meeresbewohner und ihre Ökosysteme sowie über konkrete Gefährdungen der Meere. Mit den Unterrichtseinheiten möchten wir Lehrkräften an Schulen oder außerschulischen Lernstandorten die Möglichkeit geben, den Klimawandel experimentell begreifbar zu machen.

Entstehung der Riff-Geschichten

Die Riff-Geschichten sind eine Produktion des phaeno Science Center mit der Figurentheater Compagnie Wolfsburg und basieren auf der **Sonderausstellung „Pale Blue Dot. Die Erde: Ein blassblauer Punkt“**. Pale Blue Dot wurde für das Edinburgh Science Festival entwickelt und startete am 31. Oktober 2020 seine einjährige Europatour. Die Ausstellung sollte zunächst für Besucher:innen im phaeno zu sehen sein – doch pandemiebedingt kam alles anders. Mit den Riff-Geschichten hat phaeno die Inhalte der Sonderausstellung sichtbar gemacht, auch wenn die Ausstellung nicht mehr im phaeno besucht werden kann.



© phaeno

Inhalte der Riff-Geschichten und Unterrichtseinheiten

Die Riff-Geschichten spielen in einem kleinen, bunten Korallenriff irgendwo im Atlantischen Ozean, nicht weit unter der Wasseroberfläche: Hier leben die Seeanemonen Anne und Mona, die regelmäßig Besuch von Reisenden bekommen, die am Riff vorbeitreiben und von ihren Erlebnissen in den Weltmeeren berichten. Die einzelnen Folgen erzählen davon, warum die Besucher:innen ihre Heimat verlassen haben und was sie auf ihrer Reise erlebt haben.



Tauch doch mal ein in das Meer und lausche, was es dir zu erzählen hat!

Link zum YouTube-Kanal mit allen Filmen:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLAc3JZ0Gr0x-6Mz6-KJs4cOIPHg9__p-b

Folge 1: Jochen Rochen und die Meeresströmungen: Meeresströmungen und ihr Einfluss auf das Klima

Folge 2: Eine Garnele im Unterwasser-Wald: Ökosysteme und ihre Nahrungsketten

Folge 3: Das Walhorn und die Tiefsee: Phänomen Druck und die Wunder aus der Tiefsee

Folge 4: Terry und der Müll im Meer: Plastik und Plastikmüll

Folge 5: Freddi und der Klimawandel: Strahlung, Erwärmung und Treibhauseffekt

Folge 6: Professor Krake und die Korallenkrankheit: Versauerung der Meere und Korallenbleiche

Folge 7: Robbe Rosi und der Ozean in der Flasche: Tipping Points, Klimawandel; Was können wir tun?

Aufbau und Einsatz der Unterrichtseinheiten

Die Inhalte der Filme und Unterrichtseinheiten sind konzipiert für den Einsatz in der **Sekundarstufe 1**.

Jedes Kapitel bzw. jede Unterrichtseinheit beinhaltet **ausgearbeitete Stationen** mit Anleitungen und Begleitmaterialien. So oft wie möglich handelt es sich bei den Stationen um Experimente, die als **Schüler:innenexperimente** konzipiert und mit schnell und günstig verfügbaren Komponenten durchführbar sind. Durch die Experimente erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler¹ wichtige Teilaspekte des Klimawandels.

Für jede Unterrichtseinheit gibt es

- eine passende Folge der Riff-Geschichten als rahmende „Geschichte“
- eine zusammenfassende Übersicht der ausgearbeiteten **Stationen**
- einen Grobverlaufsplan
- kurze Hintergrundinformationen zum Thema
- Hinweise auf die zentralen inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen, die im Rahmen der Unterrichtseinheit gefördert werden (in Anlehnung an die niedersächsischen Kerncurricula und den Erlass BNE)

Für die **Stationen** einer Unterrichtseinheit gibt es

- detaillierte Materiallisten
- Experimentieranleitungen als Kopiervorlagen
- begleitende Arbeitsblätter als Kopiervorlagen
- Lösungsvorschläge zu den Arbeitsblättern für die Lehrkraft

Wir haben bewusst auf Zeitangaben im **Grobverlaufsplan** verzichtet. Der Zeitbedarf kann sehr unterschiedlich sein, abhängig davon, wieviel inhaltliches und methodisches Vorwissen eine Lerngruppe bereits mitbringt und wie die **Arbeitsformen** ausgestaltet werden. Zu einzelnen Versuchen oder zu ganzen Themenkomplexen bieten sich z. B. arbeitsteilige Aufgabenstellungen wie Gruppenpuzzle oder Expertenrunden an.

Die Materialien können entweder für die Durchführung **einzelner Unterrichtseinheiten oder für Projektstage und Projektwochen** genutzt werden. Sie sind insbesondere auch für den **fächerübergreifenden** Unterricht geeignet. In Projektwochen könnten auch über die Materialien hinausgehende Aufgaben bearbeitet werden, wie z. B.: die Erstellung von Stop-Motion Filmen oder Erklärvideos, Kurzreferate von SuS zu ausgewählten Themen oder gemeinsame Exkursionen zu einem regionalen Müllentsorger, zum Wertstoffhof oder zu Recyclingzentren.

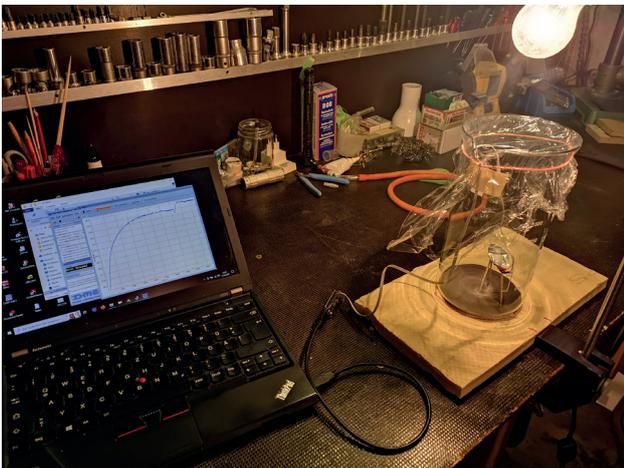
Neben dem Einsatz im Präsenzunterricht sind auch **Hybrid-Formate** mit den entwickelten Materialien möglich. Hierfür gibt es zu jeder Folge der Riff-Geschichten zusätzliche Materialien für das selbstständige Erarbeiten der Videos zu Hause.

¹ im Weiteren abgekürzt als SuS

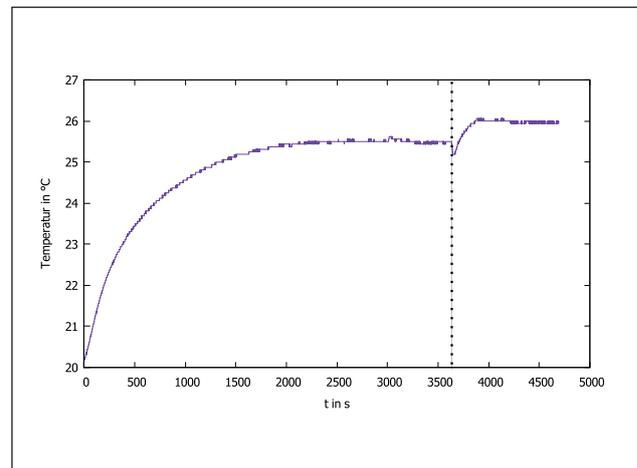
Auswahl der Versuche oder „ich suche einfach mal im Internet“ Wichtige Hintergrundinformationen zu Beginn

Wie bereits erwähnt, ist der Klimawandel ein seit Jahren sehr präsent Thema, dass man als Lehrkraft natürlich nur zu gerne mit einem kleinen einfachen Versuch in seinen Unterricht einbauen möchte. Eine Suchmaschinenabfrage mit den Stichworten „carbon dioxide greenhouse effect school experiments“ liefert auf Anhieb dutzende scheinbar passender Versuche, mit denen man in einfachster Weise demonstrieren kann, wie ein erhöhter CO_2 -Gehalt der Atmosphäre Wärmestrahlung absorbiert und damit die Atmosphäre erwärmt. Meistens werden zwei Gefäße, eins gefüllt mit CO_2 und eins mit Luft, mit einer Glühlampe angestrahlt und anschließend die Temperaturentwicklungen im Innern der Gefäße gemessen. Ergebnis: Das mit CO_2 gefüllte Gefäß wird mit der Zeit etwas wärmer als das mit Luft gefüllte Gefäß.

Andere Experimentator:innen haben erkannt, dass die Positionierung von Lampe und Gefäßen aufgrund des $\frac{1}{r^2}$ -Gesetzes sehr entscheidend ist und verwenden daher nur ein Gefäß, bei dem zuerst Luft erwärmt wird und diese anschließend durch CO_2 ausgetauscht wird. Das Ergebnis ist klar und reproduzierbar: Mit CO_2 wird es wärmer.



© phaeno



In der gezeigten Abbildung wurde so ein Versuch durchgeführt. Allerdings wurde nach einer Stunde die Luft gegen Argon anstatt gegen CO_2 ausgetauscht. Argon ist ein Edelgas und absorbiert infolgedessen keine Infrarotstrahlung.

Aber warum wird es mit Argon wärmer, obwohl Argon kein Klimagas ist und selbstverständlich im Gegensatz zu CO_2 keinen Treibhauseffekt verursacht?

Argon und CO_2 haben beide eine viel schlechtere Wärmeleitfähigkeit als Luft. Somit wird die von der Glühlampe eingestrahlte Wärmeleistung schlechter an die Umgebung abgeführt und es bildet sich ein Temperaturgleichgewicht bei einer höheren Temperatur als beim besseren Wärmeleiter Luft. Auch wenn CO_2 bei diesem Versuch sicherlich auch etwas MIR (mittlere Infrarot)-Strahlung absorbiert, misst man bei diesem Versuch im Wesentlichen Wärmeleitung.

Führt man dieses Experiment mit offenem Deckel durch, ist der sich einstellende Temperaturunterschied zwischen Luft und CO_2 oder Argon noch größer. Hier ist die Ursache schlicht und ergreifend, dass Luft eine viel geringere Dichte hat als CO_2 oder Argon. Somit reicht bei einer Füllung mit Luft schon eine geringe Erwärmung für einen konvektiven Wärme- und Stoffaustausch mit der Umgebung.

Solche einfachen Versuche sind also zur Demonstration des Treibhauseffekts völlig ungeeignet. Sie zeigen zwar das richtige und gewünschte Ergebnis, basieren aber auf anderen physikalischen Effekten. Spätestens wenn die SuS im Studium etwas mehr Physik gelernt haben, werden sie sich an das Schulerperiment erinnern und das Ergebnis infrage stellen.

Eine einfache und günstige Möglichkeit, den CO₂-bedingten Treibhauseffekt zu demonstrieren, ist der folgende Versuch, der in Folge 5 der Riff-Geschichten gezeigt wird:



© phaeno

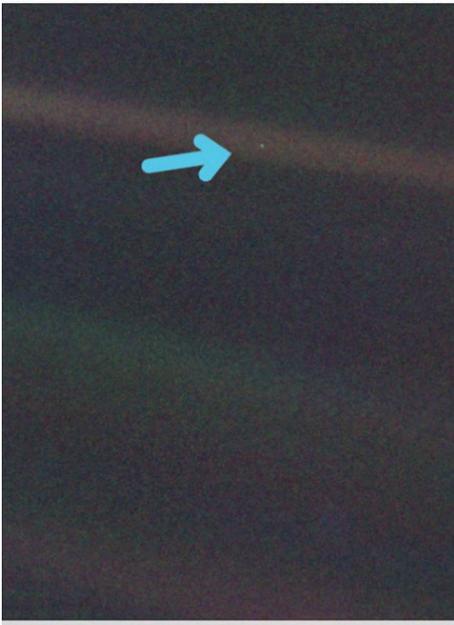
Hier wird die Wärmestrahlung durch ein Rohr, welches abwechselnd mit Luft und CO₂ gefüllt wird, mittels einer Thermosäule nach Moll gemessen. Ist das Rohr mit CO₂ gefüllt, misst man mit der Thermosäule eine geringere Spannung als bei Luft, da Wärmestrahlung im Rohr absorbiert wird. Auch wenn man bei sehr genauer Temperaturmessung mit der Zeit einen geringen Temperaturanstieg in der Röhre messen kann, ist die Messung mit der Thermosäule völlig ausreichend. Wenn Wärmestrahlung im Gas absorbiert wird, wird das Gas wärmer. Das ist physikalisch so klar und einfach, das muss nicht weiter diskutiert werden.

Dieser Versuch ist eher als Demonstrationsversuch als als Schüler:innenexperiment geeignet. Als Schüler:innenexperimente haben wir in den Unterrichtsmaterialien einfache Versuche zu den folgenden Begriffen ausgearbeitet: Elektromagnetische Strahlung, Absorption, Albedo, Dichte, Wärmekapazität, Wärmetransport, Konvektion, Treibhauseffekt, Abstandsgesetz (qualitativ), CO₂-Löslichkeit in Wasser, pH-Wert, Versauerung der Meere.

Anmerkung: Für die Versuchsdurchführungen in der Schule beachten Sie bitte den Sicherheitshinweis im Impressum.

Einstieg in die Inhalte: Die Ausstellung Pale Blue Dot

Unsere Erde: ein blassblauer Punkt?



(Foto: NASA/JPL-Caltech)

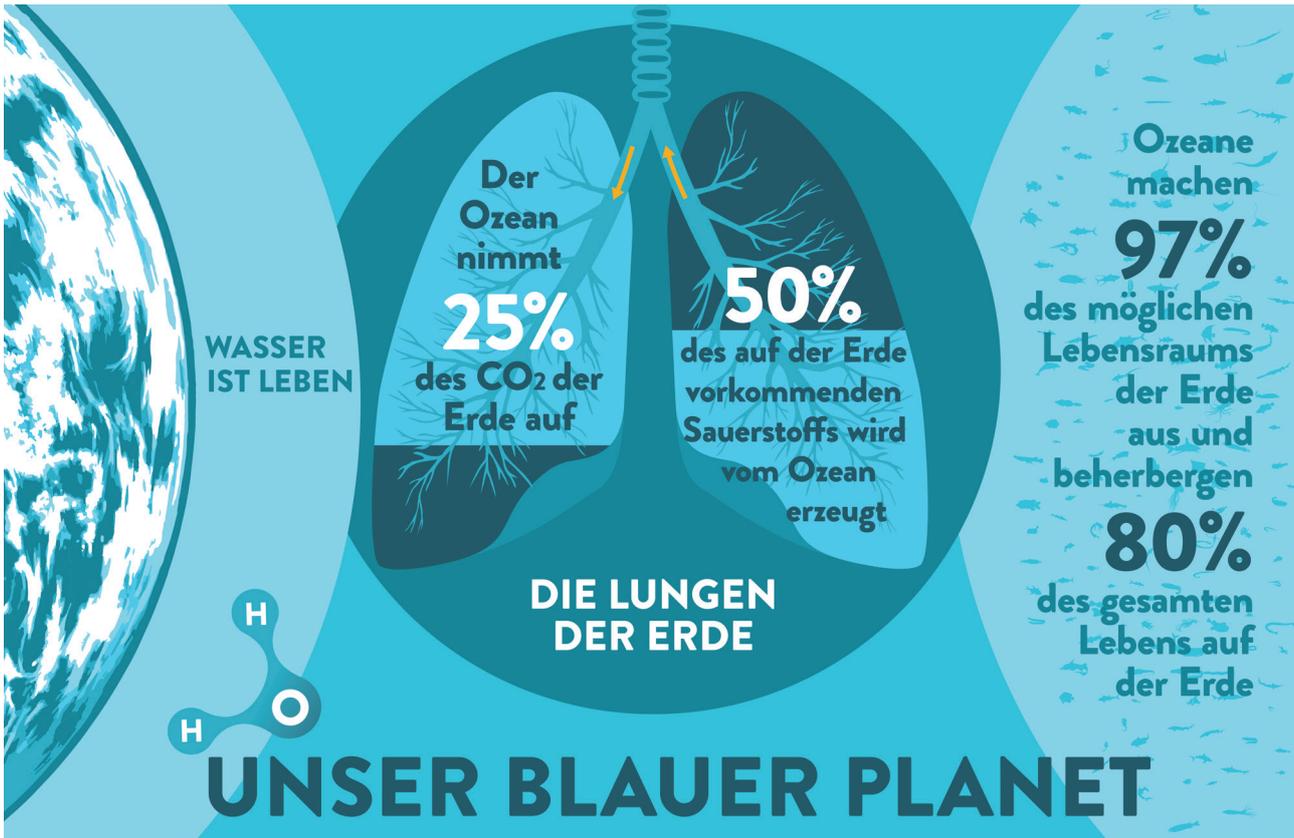
Unsere Erde.
Nur ein sehr kleiner, blasser blauer
Punkt mitten in den unendlichen
Weiten des Universums.
Aus dieser Entfernung betrachtet,
scheint die Erde nicht besonders
bedeutsam zu sein.
Aber für uns ist das nicht so. Schau
dir diesen Punkt noch einmal an. Das
ist hier. Das ist zu Hause. Das sind
wir. Jeder, den du liebst, jeder, den
du kennst, jeder, von dem du schon
einmal gehört hast, jeder Mensch,
den es je gegeben hat, lebte hier. Auf
einem Staubkorn, erleuchtet von
einem Sonnenstrahl.

(nach Carl Sagan)

Es wird Zeit, diesen kleinen blassen blauen Punkt zu schützen! Denn wir haben nur diesen einen Planeten, diese eine Erde. Fangen wir doch mit den Meeren an!

Die Meere bedecken über 70 Prozent der Erdoberfläche und machen unsere Erde zum „Blauen Planeten“. Ohne flüssiges Wasser hätte kein Leben entstehen können, die Erde wäre genauso tot wie Mond und Mars. Und auch unser Klima wäre ohne den Einfluss der Ozeane grundlegend anders.

Wasser ist Leben. Was ist die Ursache für all das Blau auf unserem blassblauen Punkt? Was ist die Grundvoraussetzung für die Vielfalt an Leben? Es ist alles auf ein einfaches Molekül zurückzuführen: H_2O – zwei Wasserstoff-Atome, die an ein einzelnes Sauerstoff-Atom gebunden sind. Wasser ist die wichtigste Ressource für das Leben auf der Erde. Ohne Wasser gäbe es keine Lebewesen, denn die Eigenschaften des Wassers sind für die Photosynthese und die grundlegenden Zellfunktion von wesentlicher Bedeutung. Wasser prägt unsere Existenz, während die Ozeane unsere Umwelt und Landschaften prägen und unser Klima- und Wettersystem beeinflussen. Die Ozeane bieten unzähligen Meereslebewesen eine Heimat, die zunehmend bedroht ist.



© Ausstellung „Pale Blue Dot“

Die Lungen der Erde. Wir hören oft, dass Regenwälder als Lungen der Erde bezeichnet werden. Aber während sie bis zu einem Viertel des atmosphärischen Sauerstoffs produzieren können, wird ein Großteil davon von den Regenwäldern verbraucht, wenn sich organische Stoffe abbauen. Der größte Teil unseres Luftsauerstoffs stammt tatsächlich aus dem Ozean. Die Algen und Cyanobakterien in den Ozeanen mögen klein sein, aber sie sind reichlich vorhanden. Sie tragen zu den täglich 500 Litern Sauerstoff bei, ohne die wir nicht überleben könnten.

Blaue Orte machen glücklich. Nähe zum Wasser hat viele positive Aspekte, z. B. weniger verschmutzte Luft, mehr Sonnenlicht und Vitamin D und körperliche Aktivität. Aber „Blaue Orte“ scheinen noch mehr Vorteile zu haben. Es hat sich gezeigt, dass das Verweilen am Wasser – insbesondere am Meer – durchweg positive Stimmung hervorruft und negative Stimmung oder Stress stärker reduziert als Grünflächen. Sogar Bilder vom Meer wurden mit einem besseren psychischen Wohlbefinden in Verbindung gebracht.

IMPRESSUM

Riff-Geschichten Filme

Drehbuch: Daniela Evers, Gisela Krause-Bärthel, Julia Schlüter, Josephine Strübing & Mareike Wilms

Puppenspiel: Wolfsburger Figurentheater Compagnie, Andrea Haupt und Brigitte van Lindt

Riffsong: Daniela Evers (Text) & Elisabeth Stöckels (Melodie)

Szenenbild: Daniela Evers, Julia Schlüter, Mareike Wilms und unglaublich viele fleißige Häkelfans. Vielen Dank an die Schülerinnen und Schüler der Häkel-AG des Wolfsburger Ratsgymnasiums, ihren mithäkelnden Eltern und an die vielen weiteren Häkelkünstlerinnen und -künstler aus ganz Deutschland!

Regie und Kamera: Mareike Wilms

Mitarbeit: Carolina Salazar Navarro

Bei den Dreharbeiten zu den Filmen kamen keine Tiere zu schaden.

Riff-Geschichten Unterrichtseinheiten

Dr. Daniela Evers (Bodenstedt-Wilhelmschule Peine, abgeordnete Lehrkraft am phaeno)

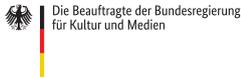
Dr. Torsten Klaffs (Ratsgymnasium Peine, abgeordnete Lehrkraft am phaeno)

Alexandra Schautz (Wissenschaftliche Mitarbeiterin, phaeno)

Mitarbeit: Yanez Liebrich (phaeno), Dr. Kristof Jess (phaeno)

Förderung:

Wir bedanken uns bei NEUSTART KULTUR. Programmteil „Erhaltung und Stärkung der Kulturinfrastruktur und Nothilfen“ – Programm 2, mit deren finanzieller Unterstützung die Entwicklung und Optimierung der vielfältigen Materialien ermöglicht wurde.



Angabe von Internetquellen und Links

Wir haben die von Webseiten verwendeten Informationen durch die Angabe der Webadressen kenntlich gemacht. Die meisten Links bieten umfangreiche und weiterführende Informationen zu den einzelnen Themen und können als Startpunkte für eigene Recherche genutzt werden. Die Abrufdaten der Informationen sind angegeben.

Haftungsausschluss: Wir weisen an dieser Stelle darauf hin, dass die Inhalte der zitierten Webseiten außerhalb unseres Verantwortungsbereiches liegen. Zum Zeitpunkt der Linksetzung waren für uns keine illegalen Inhalte auf den verlinkten Webseiten erkennbar. Da wir auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung der Inhalte der verlinkten Webseiten keinerlei Einfluss haben, distanzieren wir uns ausdrücklich von allen Inhalten verlinkter Webseiten, die nach unserem Abruf verändert wurden. Für alle Inhalte und insbesondere für Schäden, die aus der Nutzung der in den verlinkten Webseiten aufrufbaren Informationen entstehen, haftet allein der Anbieter der Seite.

Sicherheitshinweis für Lehrkräfte

Die Versuchsdurchführungen erfolgen grundsätzlich auf eigene Gefahr. phaeno haftet nicht für Unfälle, Verletzungen oder Sachbeschädigungen, die durch die in den Unterrichtsmaterialien beschriebenen Experimente entstanden sind. Die Unterlagen richten sich an Fachlehrkräfte, die einschätzen können, welche Sicherheitsrisiken mit Experimenten verbunden sind. Jede Lehrkraft ist dafür verantwortlich, die aktuell geltenden Vorgaben nach der „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)“⁴² einzuhalten. Spezielle Sicherheitshinweise, die sich auf einzelne Experimente beziehen, sind in den Kapiteln vermerkt (z. B. das Durchführen von Belastungstests für die eingesetzten PET-Flaschen in Kapitel 3).

⁴² Abzurufen z. B. unter: <https://www.arbeitsschutz-schulen-nds.de/verantwortung-organisation/rechtsgrundlagen/erlasse-risu/kmk-richtlinie-zur-sicherheit-im-unterricht-risu/> (Stand: August 2023)