

Unterrichtsmaterialien zum Thema

Summer in the City - Temperaturmessung aus dem All

JAHRGANGSSTUFE 6

Didaktischer Kommentar

Projektinformation

Diese Unterrichtsmaterialien sind im Rahmen des Projektes „Fernerkundung in Schulen“ (FIS) entstanden. Das Projekt FIS wird von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter dem Förderkennzeichen 50 EE 0932 gefördert.

Das übergeordnete Projektziel besteht in der Erarbeitung eines umfassenden Angebots an digitalen Lernmaterialien für den Einsatz im Schulunterricht.

Dieses Angebot umfasst interaktive Lernmodule, sowie Recherche- und Analysetools, die über ein umfassendes und internetgestütztes Lernportal zur Verfügung gestellt werden.

<http://www.fis.uni-bonn.de>



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



Übersicht

Jahrgangsstufe

6

Niveau



Zeitbedarf

1 – 2 Stunden

Autoren

Roland Goetzke,
Henryk Hodam,
Kerstin Voß

Ziele

Die Schüler/Innen sollen...

- die Begriffe ‚Spezifische Wärmekapazität‘, ‚Reflexion‘ und ‚Absorption‘ mit eigenen Worten erklären,
- verschiedene Stoffe und Oberflächen anhand ihrer spezifischen Wärmekapazität einordnen.
- die Erwärmung verschiedener Oberflächen im Tagesgang bewerten,
- die Temperaturunterschiede verschiedener Oberflächen in Thermalbildern von Tag- und Nachtaufnahmen erkennen und benennen,
- Thermalbilder auswerten, interpretieren & bewerten.

Themen

Temperatur

Tagesgang der Temperatur

Spezifische Wärmekapazität

Thermalstrahlung

Thermalbilder

Medien & Material

Lernmodul 'SummerInTheCity.exe' /

Lernmodul 'SummerInTheCity.html'

Didaktischer Kommentar

Musterlösungen

Didaktischer Kommentar

Einbindung in den Lehrplan & Umsetzung der Unterrichtseinheit

An einem richtig heißen Sommertag ist es in unseren Innenstädten besonders heiß. Doch es gibt auch Bereiche der Stadt, die sich im Verlauf des Tages nicht so stark erhitzen. Um Aussagen über die Temperaturverteilung einer Stadt abzuleiten, bietet sich der Einsatz von Fernerkundungsdaten an, da die Unterschiede der Temperaturen eines Stadtgebietes sich sehr gut aus Thermalbildern ableiten lassen.

Der **Lehrplan Physik** für die Sekundarstufe I sieht in NRW den Themenbereich „Temperatur und Energie“ vor (zur Lehrplaneinbindung in den einzelnen Bundesländern siehe [Tab. 1](#)).

Die Beschäftigung mit Satellitenbildern bietet sich innerhalb dieser Themenkomplexe besonders an, da verschiedene Satellitensensoren die von der Erdoberfläche emittierte Wärmestrahlung erfassen und in Form von Thermalbildern abbilden können. Auf diese Weise lassen sich Oberflächen unterschiedlicher Temperatur gut voneinander unterscheiden.

Das **Ziel der Unterrichtseinheit** „Summer in the City“ ist es, den Zusammenhang zwischen Oberflächentemperatur, spezifischer Wärmekapazität und weiteren Objekteigenschaften zu verstehen. Mit Hilfe von Thermalbildern sollen die Schüler/Innen Temperaturunterschiede in einer Großstadt am Tag und in der Nacht erklären und bewerten.

Durch die praktische Arbeit am Computer und die gezielte Auswertung der Fernerkundungsdaten soll den Schüler/Innen das Verstehen von Zusammenhängen erleichtert werden. Dabei werden sie durch begleitende Animationen und zielgerichtete Interaktion innerhalb des Lernmoduls unterstützt.

Das computergestützte Lernmodul berücksichtigt darüber hinaus folgende Anforderungen an das Lernen und Lehren:

- Der Aufbau des Moduls ist wissenschaftsorientiert und fördert somit grundlegend das wissenschaftspropädeutische Lernen.
- Das Lernmodul fördert eine Organisation des Unterrichts, die stark auf die Eigenaktivität und die Selbstverantwortung der Schüler/Innen setzt.
- Das Lernmodul berücksichtigt die Lebenswirklichkeiten der Schüler/Innen.
- Das Medium Computer wird als Arbeitsmittel eingesetzt, so dass den Schüler/Innen der Computer nicht nur als reines Informations- und Unterhaltungsgerät, sondern auch als Werkzeug näher gebracht wird. Darüber hinaus wird der Umgang mit Neuen Medien und somit die Medienkompetenz der Schüler/Innen gefördert.

Inhaltlicher Hintergrund

Städte sind im Jahresmittel etwa 1 bis 2 Grad wärmer als ihr Umland. An wolkenlosen Sommertagen erwärmen sich die unterschiedlichen städtischen Bodenoberflächen sehr unterschiedlich. Dies hängt vor allem vom Absorptionsvermögen und von der Wärmekapazität der Oberflächen ab. So absorbiert Asphalt 80% bis 90% der einfallenden Strahlung, wohingegen eine weiße Mauer nur 20% bis 35% der Strahlung absorbiert. Je nach Zusammensetzung der Oberflächen in den verschiedenen Stadtteilen ergibt sich so ein Mosaik an unterschiedlichen thermischen Mikroklimaten.

Tabelle 1 Thematische Einbindung in den Lehrplan nach Bundesländern

Bundesland	Klasse	Thema
Baden-Württemberg	8	Wahrnehmung & Messung, grundlegende physikalische Größen
Bayern	8	Wärmelehre
Berlin	7/8	Energie
Brandenburg	7/8	Temperatur, thermische Energie und Wärme
Bremen	6	Stoffe erkunden
Hamburg	9	Wärmelehre
Hessen	6 7	Temperatur und ihre Messung Wärmelehre
Mecklenburg-Vorpommern	7	Verhalten der Körper bei Erwärmung
Niedersachsen	8	Temperatur und innere Energie
Nordrhein-Westfalen	6	Temperatur & Energie
Rheinland-Pfalz	9	Temperatur und ihre Messung
Saarland	8	Temperatur, innere Energie und Energietransport
Sachsen	6	Temperatur und Zustand von Körpern
Sachsen-Anhalt	6	Es ist kalt, es ist heiß – die Temperatur sagt mehr
Schleswig-Holstein	7	Temperatur und Wärme
Thüringen	8	Temperatur

Fernerkundung

Unter dem Begriff Fernerkundung versteht man allgemein die berührungslose Beobachtung der Erdoberfläche durch Sensoren an Flugzeugen und vor allem Satelliten. Mit Satellitenbildern kann man großflächig den Zustand der Erdoberfläche und somit den Zustand verschiedener Landoberflächen betrachten. Besonders gut eignen sich Satelliten-

bilder dazu, Veränderungen an der Landoberfläche zu erfassen, da Satelliten einen bestimmten Ausschnitt der Erdoberfläche in einem definierten zeitlichen Abstand immer wieder überfliegen und entsprechend Bilder von diesem Ausschnitt liefern. Einige Satellitensensoren, wie z.B. der Landsat TM oder Landsat ETM, sind in der Lage die von der Erdoberfläche ausgestrahlte Wärmestrahlung aufzunehmen und in Form von Thermalbildern

darzustellen. Somit ist es möglich, die für den Menschen unsichtbare Wärmestrahlung von Objekten darzustellen. Die räumliche Auflösung dieses Thermalkanals ist meistens schlechter als die der Kanäle des sichtbaren Lichts, da die pro Fläche ausgestrahlte Energie geringer ist. Trotzdem können verschiedene Oberflächen aufgrund ihrer unterschiedlichen Temperaturen gut voneinander unterschieden werden. An einem Sommertag gibt eine Stadt bspw. mehr Wärme ab als umliegende Wälder. Gewässer wiederum haben am Tag eine deutlich geringere Temperatur und sind auf Thermalbildern gut als schwarze Flächen und Linien zu erkennen. Auf Nachtbildern erscheinen Gewässer hingegen oft wärmer als ihre Umgebung, da sie weniger schnell auskühlen als Landoberflächen.

Inhalt, Aufbau & Ziele der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit „Summer in the City - Temperaturmessung aus dem All“ setzt sich aus drei aufeinanderfolgenden Kapiteln zusammen. Das Lernmodul lässt sich in zwei Schulstunden durchführen.

Aufbau des Lernmoduls

Das Lernmodul „Summer in the City - Temperaturmessung aus dem All“ kann entweder als eigenständiges Programm ausgeführt oder innerhalb des FIS-Lernportals (<http://www.fis.uni-bonn.de>) durchgeführt werden. Im ersten Fall wird auf Windows-PCs das Programm „SummerInTheCity.exe“ ausgeführt. Unter anderen Betriebssystemen wird die Datei „SummerInTheCity.html“ im Webbrowser geöffnet. Hierfür wird der Flash-Player benötigt (<http://get.adobe.com/de/flashplayer/>). Wichtig ist in beiden Fällen, dass die heruntergeladene Ordnerstruktur erhalten bleibt.

Online-Version: Wird das Lernmodul innerhalb des FIS-Lernportals ausgeführt („Online-Version“) erscheint zunächst ein kurzes Begrüßungsfenster. Als normaler Besucher des Lernportals erhält man den Hinweis, dass Fortschritte innerhalb des Lernmoduls nicht gespeichert werden. Die Funktionen sind

dieselben wie in der „Offline-Version“. Angemeldete Besucher haben den Vorteil, dass ihre Fortschritte im Modul gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgerufen werden können. Auf diesen Umstand wird bei angemeldeten Nutzern im Begrüßungsfenster hingewiesen. Zusätzlich haben Lehrer/Innen die Möglichkeit die Ergebnisse der von ihnen angemeldeten Schüler/Innen im Bereich „Meine Klasse“ auszuwerten.

Die interaktiven Arbeiten der Schüler/Innen finden im Hauptfenster des Lernmoduls statt. In der grauen Leiste am linken Rand des Lernmoduls befinden sich Schaltflächen, mit denen man zu den einzelnen Kapiteln springen kann. Noch nicht bearbeitete Kapitel sind ausgegraut und nicht auswählbar. Sie werden aktiviert, sobald man das entsprechende Kapitel betreten hat. In den weiteren Kapiteln des Lernmoduls befinden sich neben den Funktionen im Hauptfenster zudem Bereiche, mit denen die Erarbeitung der Inhalte strukturiert wird:



Info

Hier befinden sich Hintergrundinformationen, die für die Arbeit mit dem Lernmodul unerlässlich sind. Manche Aufgaben lassen sich erst richtig lösen, wenn die Informationen aus diesem Bereich verinnerlicht wurden.



Aufgabe

Die Aufgaben bilden den Kern eines jeden Kapitels. Anhand der hier gestellten Fragen wird die Erarbeitung der Inhalte strukturiert.

Online Version: Führen die Schüler/Innen das Lernmodul nicht als „Standalone“-Anwendung aus, sondern öffnen es als angemeldete Nutzer innerhalb des FIS-Lernportals, so finden sie hinter den meisten Fragen das gleiche Stift-Symbol. Hier können sie ihre Antworten direkt in das Modul eintragen und im System speichern. Wenn sie zu einem späteren Zeitpunkt das Lernmodul wieder aufrufen und ihren Bearbeitungsstand wieder herstellen, werden ihre zuvor gegebenen Antworten wieder sichtbar. Lehrer/Innen können die eingetragenen Antworten im FIS-Lernportal unter „Meine Klasse“ auswerten.



Quiz

Die meisten Kapitel schließen mit einem Quiz ab, in dem das bisher Gelernte



Abbildung 1 Einstieg in das Lernmodul

abgefragt wird. Die Bearbeitung des Quiz sollte also erst erfolgen, nachdem die Schüler/Innen die Hintergrundinformationen durchgearbeitet und die Aufgaben gelöst haben. Erst wenn ein Quiz richtig gelöst wurde, gelangt man ins nächste Kapitel. Durch die Quizze wird die Arbeit mit dem Lernmodul sequenziert, so dass die Schüler/Innen nicht direkt mit dem gesamten Stoff konfrontiert werden.

Online-Version: Wird das Lernmodul innerhalb des FIS-Lernportals ausgeführt, werden die Quiz-Ergebnisse gespeichert und können von den Lehrer/Innen im Bereich „Meine Klasse“ ausgewertet werden. Wurde ein Quiz nicht korrekt gelöst, haben die Schüler/Innen die Möglichkeit noch einmal ihre Antworten zu überarbeiten; danach werden ihre

Tageszeitlicher Verlauf verschiedener Oberflächentemperaturen

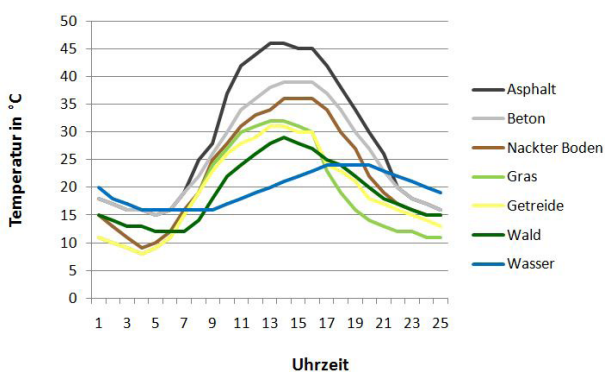


Abbildung 2 Tageszeitlicher Verlauf verschiedener Oberflächen-temperaturen

Antworten gespeichert und sie gelangen in den nächsten Teil des Lernmoduls, auch wenn sie nicht alle Fragen korrekt gelöst haben.

1. Einführung

Der erste Teil des Lernmoduls führt die Schüler/Innen problemorientiert in die Thematik ein. Nach dem Start des Moduls sehen die Schüler/Innen einen Professor der bereits am frühen Morgen schwitzend in seinem Sessel sitzt und Radio hört. Er überlegt, was er tun kann, um der Sommerhitze ein wenig zu entkommen, ohne dabei aber zu weite Wege in Kauf nehmen zu müssen. Die Schüler/Innen werden aufgefordert dem Professor bei seiner Suche nach

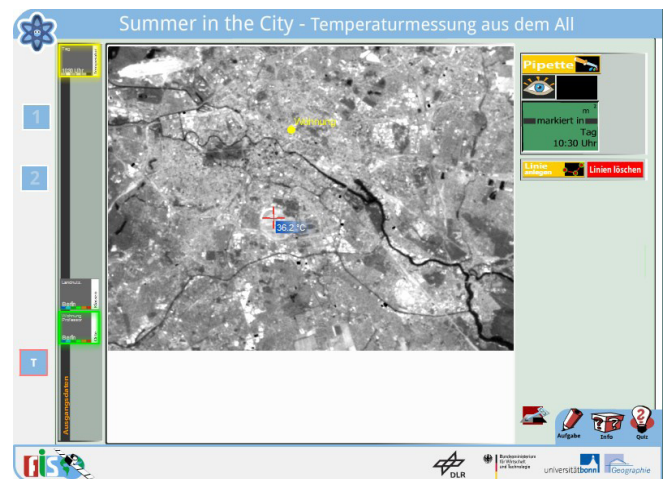


Abbildung 3 Thermalbild Berlin (Tagaufnahme)

einem kühlen Standort behilflich zu sein.

Als Hilfestellung finden die Schüler/Innen neben den Aufgabenstellungen im Info-Bereich Hintergrundinformationen zur spezifischen Wärmekapazität und zur Erwärmung unterschiedlicher Objekte im Tagesverlauf.

2. Der Weg ins Kühle

Um dem Professor bei der Standortwahl zu helfen, haben die Schüler/Innen im ersten Modulteil erfahren, dass bei der Absorption die aufgenommene Sonnenstrahlung in Wärmeenergie umgewandelt, gespeichert und über kurz oder lang wieder an die Umgebung abgegeben wird. Darüber

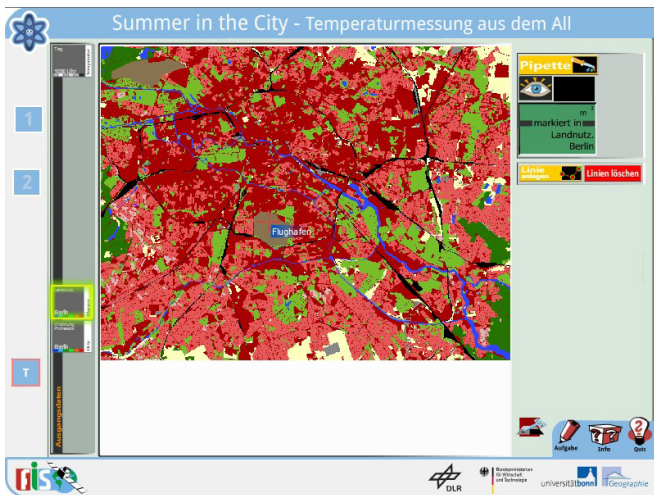


Abbildung 4 Landnutzungskarte Berlin

hinaus haben sie gelernt, dass die Beschaffenheit der Oberflächen dafür verantwortlich ist, wie viel Wärme aufgenommen und an die Umgebung abgegeben wird, und dass sich durch die unterschiedliche Beschaffenheit verschiedener Oberflächen bei gleichen Einstrahlungsbedingungen erhebliche Unterschiede in deren Temperatur ergeben.

Für die Bestimmung des kühlen Standortes stehen den Schüler/Innen anschließend ein Thermalbild von Berlin, eine Landnutzungskarte sowie der Standort der Wohnung des Professors zur Verfügung. Wenn die Schüler/Innen mit dem Cursor über das Thermalbild fahren, werden die Temperaturen für das jeweilige Pixel angezeigt. Auf gleiche Weise lassen sich die Landnutzungen aus der Landnutzungskarte ablesen. Über die Landnutzungskarte können die Schüler/

Innen sich einen Überblick darüber verschaffen, welche Landoberflächen eher wärmer und welche Landoberflächen eher kühler sind. Um den optimalen Standort zu finden, steht den Schüler/Innen darüber hinaus ein Distanzmesser zur Verfügung, mit dessen Hilfe sie die Entfernung zu besonders kühlen Orten ermitteln können.

3. Eine ruhige Nacht

Nachdem sich der Professor gut erholt hat, überlegt er am Nachmittag, dass er gerne auch eine kühle Nacht verbringen möchte. Daher denkt er darüber nach, bei welchem seiner Freunde er am besten übernachten sollte. Zur Beantwortung dieser Fragestellung setzen sich die Schüler/Innen mit dem Tagesgang der Temperatur verschiedener Oberflächen auseinander. Sie lernen im Info-Bereich, dass in der Nacht die Erwärmung durch die Sonne fehlt, die Oberflächen aber weiterhin Wärme an ihre Umgebung abgeben. Ebenfalls erfahren sie, dass genau wie bei der Erwärmung am Tag unterschiedliche Oberflächen nicht gleichmäßig abkühlen, sondern dass auch hier große Unterschiede festgestellt werden können. Mit diesem Wissen können die Schüler/Innen anschließend ein Thermalbild analysieren, welches nachts aufgenommen wurde. Über die Standorte der Freunde, die Nachttemperaturen an den unterschiedlichen Standorten sowie die Distanz zu den jeweiligen Freunden ermitteln die Schüler/Innen den geeigneten Standort.

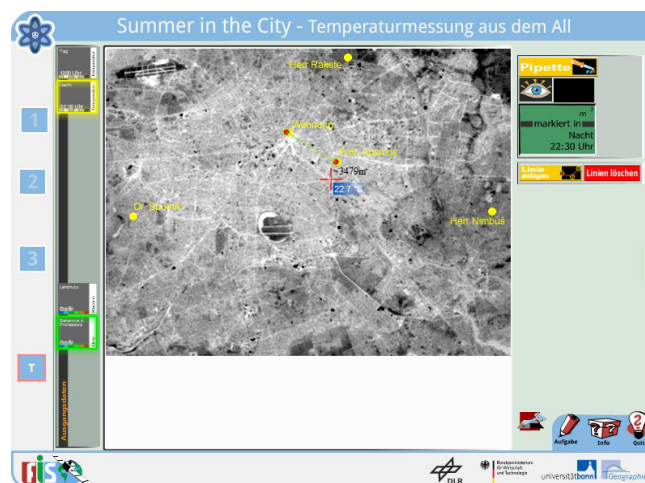


Abbildung 5 Thermalbild Berlin (Nachtaufnahme)

Übersicht der Modulteile

1. Einführung

Ziele

- Begriffe: Spezifische Wärmekapazität, Reflexion und Absorption mit eigenen Worten erklären können
- verschiedene Stoffe nach ihrer spezifischen Wärmekapazität einordnen
- die Erwärmung verschiedener Oberflächen im Tagesgang bewerten

Inhalte

- Temperatur von Oberflächen
- Spezifische Wärmekapazität
- Reflexion & Absorption
- Tagesgang der Temperatur

2. Der Weg ins Kühle

Ziele

- Unterschiede zwischen Thermalbild und Satellitenbildkarte erkennen
- Thermalbilder auswerten, interpretieren & bewerten

Inhalte

- Auswertung Thermalbild (Tagaufnahme)
- Standortbestimmung

3. Eine ruhige Nacht

Ziele

- Unterschiede zwischen Thermalbildern (Tag- und Nachtaufnahme) erkennen
- Thermalbilder auswerten, interpretieren & bewerten

Inhalte

- Auswertung Thermalbild (Nachtaufnahme)
- Standortbestimmung

Stundenplanungshilfe

Hinweis: Die folgende Stundenplanung dient der Orientierung und ist nicht als bindend zu betrachten. Erweiterungen, Ergänzungen oder Weglassungen können je nach Klasse nach eigenem Ermessen vorgenommen werden.

Stunde 1: Standortsuche bei Tag

Stundenziele: Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Begriffe spezifische Wärmekapazität, Reflexion und Absorption mit eigenen Worten erklären.
- verschiedene Stoffe und Oberflächen nach ihrer spezifischen Wärmekapazität einordnen.
- die Erwärmung verschiedener Oberflächen im Tagesgang bewerten.
- Unterschiede zwischen Thermalbild und Satellitenbildkarte erkennen und erklären.
- Thermalbilder auswerten, interpretieren & bewerten.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterung zur Unterrichtseinheit/Modul • Einführung in die Thematik • Arbeitsauftrag 	<ul style="list-style-type: none"> • Lehrervortrag, Einstieg in die Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul (Modulteil I)
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • physikalische Grundlagen (spezifische Wärmekapazität, Reflexion und Absorption) • Erwärmung verschiedener Oberflächen im Tagesgang • Analyse des Thermalbildes • Bestimmung eines kühlen & nahen Standorts 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul (Modulteil I & II)
Erarbeitung II	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil I & II 	<ul style="list-style-type: none"> • Gruppenarbeit (zu zweit) • Computer, Lernmodul

Stundenplanungshilfe

Stunde 2: Standortsuche bei Nacht

Stundenziele: Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die Unterschiede zwischen Thermalbildern (Tag- und Nachtaufnahme) erkennen und benennen.
- Thermalbilder auswerten, interpretieren & bewerten.

Phase	Inhalt + Feinziele	Durchführung/ Material
Einführung	<ul style="list-style-type: none">• Klärung offener Fragen aus der ersten Stunde• Fortsetzen der Gruppenarbeit am zuletzt bearbeiteten Punkt	<ul style="list-style-type: none">• Klassengespräch
Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none">• Analyse und Auswertung der Nachtaufnahme• Bestimmung eines kühlen & nahen Standorts	<ul style="list-style-type: none">• Gruppenarbeit (zu zweit)• Computer, Lernmodul (Modulteil III)
Ergebnissicherung	<ul style="list-style-type: none">• Überprüfung des erworbenen Wissens durch ein Quiz am Ende von Modulteil III	<ul style="list-style-type: none">• Computer, Lernmodul
Bündelung	<ul style="list-style-type: none">• Zusammenfassen der Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none">• Klassengespräch