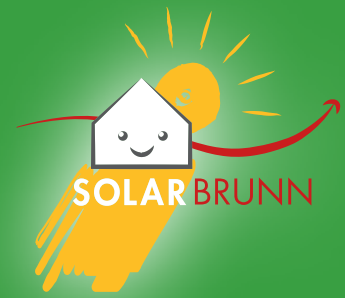


# SOLARbrunn: mit der Sonne in die Zukunft!



## „Wohlig warm oder schön kühl?“

*Lernumgebung  
Unterstufe*



universität  
wien

Dr.<sup>in</sup> Ilse Bartosch  
Ass.-Prof. Dr. Viktor Schlosser  
Mag.<sup>a</sup> Roswitha Avalos Ortiz  
Susanne König  
(Universität Wien, Fakultät für Physik)



## REDAKTION

Dr.<sup>in</sup> Ilse Bartosch  
ilse.bartosch@univie.ac.at  
Gruppe Experimentelle  
Grundausbildung und Hochschuldidaktik  
Universität Wien  
Boltzmannngasse 5, 1090 Wien

## AUTORINNEN UND AUTOREN

Dr.<sup>in</sup> Ilse Bartosch  
Ass.-Prof. Dr. Viktor Schlosser  
Mag.<sup>a</sup> Roswitha Avalos Ortiz  
Susanne König  
Universität Wien  
Fakultät für Physik

## LEKTORAT

Mag.<sup>a</sup> Roswitha Avalos Ortiz (Universität Wien)  
Dr.<sup>in</sup> Anna Streissler (Umweltdachverband)

## LAYOUT

Irmgard Stelzer

## COVER FOTOS

EISBERG MIT BLAUEN STREIFEN: Jens Bludau, [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Eisberg\\_mit\\_blauem\\_Streifen.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Eisberg_mit_blauem_Streifen.jpg)

KAMINFEUER:

[https://cdn.pixabay.com/photo/2014/11/17/21/01/fireplace-535281\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2014/11/17/21/01/fireplace-535281_960_720.jpg)

**Vielen herzlichen Dank an alle Studierenden, die an der Entstehung dieser Materialien beteiligt waren!**

Universität Wien, Oktober 2017

## HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Sämtliche Inhalte in den Lernmaterialien wurden sorgfältig geprüft. Dennoch kann keine Garantie für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität und Verfügbarkeit der Inhalte übernommen werden. Der Herausgeber übernimmt keinerlei Haftung für Schäden und Nachteile, die allenfalls aus der Nutzung oder Verwertung der Inhalte entstehen.

Links zu Webseiten Dritter: Das Setzen von Links ist ein Verweis auf Darstellungen und (auch andere) Meinungen, bedeutet aber nicht, dass den dortigen Inhalten zugestimmt wird. Es wird keinerlei Haftung für Webseiten übernommen, auf die durch einen Link verwiesen wird. Das gilt sowohl für deren Verfügbarkeit als auch für die dort abrufbaren Inhalte. Für diese Inhalte sind ausschließlich deren Betreiber bzw. Eigentümer verantwortlich. Nach Kenntnisstand der Betreiber\_innen enthalten die verlinkten Seiten keine rechtswidrigen Inhalte, sollten solche bekannt werden, wird in Erfüllung rechtlicher Verpflichtungen der elektronische Verweis umgehend entfernt. Inhalte Dritter sind als solche gekennzeichnet. Sollten Sie trotzdem auf eine Urheberrechtsverletzung aufmerksam werden, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis. Bei Bekanntwerden von Rechtsverletzungen werden derartige Inhalte umgehend von uns entfernt bzw. korrigiert. Falls unsere Materialien auf Ihre Webseite verweisen und Sie dies nicht wünschen, nehmen Sie bitte mit uns Kontakt auf!

Die Materialien wurden im Rahmen des Projekts „SOLARbrunn mit der Sonne in die Zukunft!“ erstellt. Das Projekt wurde im Rahmen des Programms Sparkling Science, gefördert vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, 2014-2017 durchgeführt.



bmwfw

**Sehr geehrte Kollegin! Sehr geehrter Kollege!**

Die Lernumgebung „Wohlig warm oder schön kühl?“ wurde für den Physik-Unterricht der *Unterstufe* im Kontext von *Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)* konzipiert. BNE soll die Lernenden befähigen, zu einer gesellschaftlichen Entwicklung beizutragen, welche die Lebensqualität der gegenwärtigen Generation sichert, ohne künftigen Generationen die Möglichkeiten zur Gestaltung ihrer Zukunft zu nehmen<sup>1</sup>. Im Zentrum von BNE steht eine globale Entwicklung, in der Ökologie, Ökonomie sowie soziale und politische Bedingungen gleichermaßen berücksichtigt werden. Für eine angemessene Auseinandersetzung mit *Nachhaltiger Entwicklung* sind integrative, problemzentrierte und forschende Arten des Lernens wichtig.



Abb.1: Nachhaltigkeit 3-Säulenmodell

*Forschendes Lernen* (Inquiry based learning) ist somit ein weiterer wesentlicher Aspekt der vorliegenden Lernumgebung: „In einem forschend angelegten Physikunterricht planen Lernende eigenständig forschungsähnlich angelegte Untersuchungen, führen sie durch und werten sie aus, um empirisch begründete Aussagen zu physikalischen Sachverhalten zu treffen“ (Abrams et al. 2008 übersetzt von Henke 2016, S.126 ff.). Im Vordergrund steht in dieser Lernumgebung der Aufbau fachmethodischer Fähigkeiten und angemessener Vorstellungen zur „Natur der Naturwissenschaften“ – NdN (= *Nature of Science – NOS*).

Der Aufbau der Lerneinheiten orientiert sich dabei an einer gemäßigt sozialkonstruktivistischen Vorstellung vom Lehren und Lernen. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass Lernen ein individueller, aktiver und selbstgesteuerter Prozess ist: Die Lernenden interpretieren neue Wissensinhalte und Erfahrungen auf Basis ihres Vorwissens und ihrer Vorerfahrungen. In der (angeleiteten) Diskussion mit anderen – den Mitschüler\_innen und der Lehrkraft – werden dabei Wissen und Fertigkeiten weiterentwickelt.

Konkret sind die einzelnen Einheiten nach dem 5E-Modell<sup>2</sup> strukturiert.

**ENGAGE (Einstieg):** Die Lernenden entwickeln ausgehend von einem konkreten Problem Fragestellungen. (Unter Umständen ist diese Phase mit einer Wiederholung wichtiger Messgrößen oder theoretischer Inhalte verknüpft – ELICIT.)

**EXPLORE (Vorbereitung):** Die Lernenden stellen (unter moderater Anleitung) Vermutungen an, erarbeiten Beobachtungsgrößen und entwickeln dazu eigenständig geeignete Datenerfassungsprozeduren.

**EXPLAIN (Experiment):** Die Lernenden führen in Forschungsgruppen weitestgehend eigenverantwortlich ihre geplanten Untersuchungsreihen durch und dokumentieren sie.

**ELABORATE (Nachbereitung):** Die Lernenden präsentieren das gewählte Vorgehen und die Resultate und bewerten die Güte ihrer Evidenz („wissenschaftliche Evidenz“). Sie erarbeiten die Antwort zur Forschungsfrage im Plenum.

**EVALUATE (Reflexion)** Die Lernenden hinterfragen in einem offen-kritischen Rückblick die „Wissenschaftlichkeit“ ihres Experiments (explizites Adressieren von NdN (Henke 2016, S.132)). Ergänzend kann die Diskussion der Ergebnisse weitere Gesichtspunkte einbeziehen, z.B. Nachhaltigkeit.

<sup>1</sup> Umfassende Informationen zu BNE finden Sie unter: <https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/ba/bine.html>

<sup>2</sup> <https://bscs.org/bscs-5e-instructional-model>

EXTEND: Weiterbearbeitung der Ergebnisse aus anderen Gesichtspunkten.

Die Lernumgebung „Wohlig warm und schön kühl?“ umfasst mehrere Einheiten. Die Materialien zu dieser Lernumgebung bestehen aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird die didaktische Konzeption ausführlich beschrieben, der zweite Teil beinhaltet die Materialien für die Schüler\_innen zum Ausdrucken und zum Austeilen.

Titel der Lerneinheit	Dauer (Schulstunden)	Inhalte
1. Erste Schritte zum Thema „Wohlbehagen“	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (Thermisches) Wohlbehagen / Komfort-Parameter</li> <li>✓ Luftqualität und Raumklima</li> <li>✓ Natur der Naturwissenschaften: Normvorschriften</li> </ul>
2. Datensammlung	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (Thermisches) Wohlbehagen</li> <li>✓ Luftqualität und Raumklima</li> <li>✓ Natur der Naturwissenschaften: naturwissenschaftliches Experimentieren</li> </ul>
3. Dateninterpretation und Reflexion	1,5 – 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (Thermisches) Wohlbehagen / Komfort</li> <li>✓ Luftqualität und Raumklima</li> <li>✓ Natur der Naturwissenschaften: Reflexion des Forschungsprozesses</li> <li>✓ Nachhaltige Optimierung</li> </ul>
<b>Gesamtpaket</b> „Wohlig warm oder schön kühl?“	4,5 – 5	

Zu Beginn jeder Lerneinheit finden Sie:

- einen Überblick über
  - das Thema
  - die Lernziele
  - die Inhalte und
  - die benötigte Zeit
- Informationen
  - zu zentralen Ideen und Lernendenvorstellungen
  - zu den verwendeten Materialien inklusive auszudruckender Beilagen aus dieser Datei
  - zur didaktischen Umsetzung,
- eine Liste der Arbeitsmaterialien zum Ausdrucken und Austeilen für die Schülerinnen und Schüler
  - **Infoblätter**
  - **Arbeitsblätter**
  - **Hilfekarten**, um dem unterschiedlich ausgeprägten Wissen und Können in der Klasse gerecht zu werden. *Die Hilfekarten müssen so zusammengeklebt werden (oder auf eine Karteikarte aufgeklebt werden), dass sich die Antwort zu Hinweis 1 auf der Rückseite von Hinweis 2 befindet, etc. Die Hilfekarten sollten z.B. am Tisch der Lehrkraft*

*aufliegen. Die Lernenden dürfen jeweils nur eine Karte nehmen. Erst wenn sie eine Hinweiskarte zurückgegeben haben, können sie die nächste holen.*

- Hinweise zu **Methoden** (Die entsprechenden Anleitungen für die Methoden finden Sie in der Datei **Methodenblätter für Lehrkräfte**.)

Sie finden die Arbeitsmaterialien im Anschluss an die Beschreibungen der einzelnen Lerneinheiten.

- Am Ende der einzelnen Lerneinheit finden Sie Angaben zu weiterführenden Themen und Informationen.

**Viel Freude beim Verwenden der Unterrichtsmaterialien wünscht das SOLARbrunn-Team!**

#### **Literatur:**

Abrams, Eleanor D./Southerland, Sherry A. & Evans, Celia A. (2008). Inquiry in the classroom: identifying necessary components for a definition. In Eleanor D. Abrams, Sherry A. Southerland & Peggy C. Silva (Eds.), *Inquiry in the classroom: realities and opportunities* (pp. xi-xiii). Charlotte: Information Age Publishing.

Henke, Andreas (2016). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – Forschender und historisch orientierter Physikunterricht im Vergleich. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*(22), 123-145. doi: 10.1007/s40573-016-0046-z

# Wohlig warm oder schön kühl?

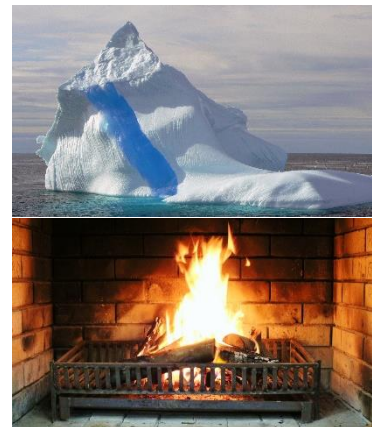
## 1. Einführung in das Thema „Wohlbehagen“

Was bedeutet der Begriff *Wohlbehagen*?

Welche Faktoren beeinflussen das Wohlbehagen in einem Raum?

*Das Raumklima spielt eine zentrale Rolle in unserem persönlichen Wohlbehagen im Alltag. Es beeinflusst die Zufriedenheit und Gesundheit aller Personen, die einen Raum nutzen.*

Durch eine Befragung im Klassenzimmer wird ermittelt, wie das Raumklima im Klassenzimmer wahrgenommen wird. Anschließend werden gemeinsam Faktoren bestimmt, die das Wohlbehagen in einem Raum beeinflussen können.



**Zeit**

1 Schulstunde

**Inhalte**

- ✓ (Thermisches) Wohlbehagen / Komfort-Parameter
- ✓ Luftqualität und Raumklima
- ✓ Natur der Naturwissenschaften: Normvorschriften

### Lernziele

- ✓ Die Schüler\_innen können Parameter, die das „Wohlbehagen“ in einem Raum ausmachen, benennen und beschreiben. (W1)
- ✓ Die Schüler\_innen können physikalisch messbare und vom subjektiven Empfinden abhängige Aspekte des „Wohlbehagens“ unterscheiden. (S4)
- ✓ Die Schüler\_innen können den Einfluss von Komfort-Parametern auf das Raumklima und das Wohlbehagen der Nutzer\_innen erfassen, beschreiben und erläutern. (W4)
- ✓ Die Schüler\_innen können Normvorschriften aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten. (S1)

## Information für Lehrkräfte

### 1. Zentrale Ideen

- Das *Wohlbehagen*<sup>3</sup> in einem Raum wird durch eine Vielzahl von Parametern beeinflusst, von denen einige mithilfe von Messungen bestimmt werden können, während andere vom individuellen Empfinden abhängen.
- Das *Raumklima* umfasst alle Faktoren, die das Wohlbehagen beeinflussen. Im engeren Sinn sind das Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit und Luftqualität.
- Das Raumklima selbst wird aber auch wieder von den Nutzer\_innen und ihrer Aktivität beeinflusst.
- Ein Mensch fühlt sich (thermisch) wohl, wenn er/sie genauso viel Wärme abgibt, wie er/sie produziert.
- Das Wohlbehagen hängt nicht nur vom Raumklima ab, sondern auch von den Nutzer\_innen des Raumes und deren Aktivität.
- Normvorschriften für das Raumklima orientieren sich immer an der Zustimmung eines hohen Prozentsatzes von Personen in einer Gruppe. Dabei kann nie eine vollständige Zustimmung erreicht werden.

### 2. Lernendenvorstellungen

- Der Begriff des Wohlbehagens wird hauptsächlich mit psychischen Faktoren in Verbindung gebracht, nicht aber mit Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO<sub>2</sub>-Werten etc.
- Normvorgaben und Vorschriften werden als unveränderliche Gesetze angesehen, deren Grundlage objektives Wissen darstellt.

### 3. Verwendete Materialien

- PPT-Datei *Wohlbehagen Unterstufe*
- „Stimmzettel“ für Befragung (A6)
- Tafel, Karten, Magnete
- Ausgedruckte Materialien für Schüler\_innen:
  - **Infoblatt 1:** *Wohlbehagen in Räumen*
- **Methodenblatt** „*Freewriting*“ (siehe separate Datei)

---

<sup>3</sup> Viele unterschiedliche Begriffe werden im Alltag verwendet, wenn es darum geht, ob die Nutzer\_innen eines Raumes sich in diesem Raum wohlfühlen, etwa die Begriffe Behaglichkeit und Komfort. In diesen Unterrichtsmaterialien wird ausschließlich der Begriff *Wohlbehagen* verwendet.



## Didaktische Umsetzung

Diese erste Einheit dient als Einleitung in das Thema Wohlbehagen und Raumklima. Die zentrale Frage in diesem Kapitel lautet „Was bedeutet der Begriff *Wohlbehagen* und welche Faktoren beeinflussen das Wohlbehagen in einem bestimmten Raum?“. *Einflussfaktoren* auf das Wohlbehagen werden gesammelt (*Komfort-Parameter*) und Überkategorien zugeordnet. Der Zusammenhang zwischen Raumklima und Wohlbehagen wird erarbeitet und das *Zusammenspiel von individuellem Wohlbehagen und gesetzlichen Rahmenbedingungen* diskutiert.

Zeit	Phase	Aktivität der Lehrperson	Aktivität der Lernenden
<b>Befragung zum Wohlbehagen im Klassenzimmer</b>			
5 min	<i>Engage</i>	<p>Bewertung des Wohlbehagens im eigenen Klassenzimmer: Geheime Abstimmung zur Frage: „Fühlt ihr euch in diesem Raum wohl?“</p> <p>Das Ergebnis der Abstimmung wird an der Tafel notiert.</p> <p><b>Medien:</b> <b>Stimmzettel</b> (A6)</p>	<p>Jede/r Schüler_in erhält einen kleinen Zettel, auf dem er/sie vermerkt, ob das Raumklima momentan als angenehm empfunden wird (Ja / Nein).</p> <p>Gemeinsam wird das Ergebnis der Abstimmung diskutiert, Wortmeldungen werden an der Tafel notiert</p> <p><i>TIPP:</i> Vor der Plenarphase kann die Gelegenheit zu einem Austausch in Kleingruppen gegeben werden.</p>
<b>Aspekte des Wohlbehagens</b>			
15 min	<i>Explore</i> 1	<p>Die Lehrperson präsentiert die Problemstellung: „Was macht das Wohlbehagen in einem bestimmten Raum aus?“</p> <p><b>Methode:</b> <i>Freewriting</i> (vgl. entsprechendes <b>Methodenblatt</b>)</p> <p><b>Medien:</b> <b>Karten für Ideensammlung</b></p>	<p>Die Schüler_innen führen ein „<i>Freewriting</i>“ in mehreren Phasen durch:</p> <p><b>Phase 1:</b> Individuelle Ideensammlung (2 min)</p> <p><b>Phase 2:</b> Überarbeitung und Ergänzungen (1 min)</p> <p><b>Phase 3:</b> Paararbeit: Erstellen einer Liste mit allen Dingen, die das Wohlbehagen in einem Raum ausmachen.</p> <p><b>Phase 4:</b> Jeweils zwei Paare entwerfen auf Basis ihrer Notizen eine gemeinsame, einheitliche Liste.</p> <p><i>Methodische Gestaltung<sup>4</sup>:</i></p> <p>Jenes Paar, das als erstes präsentieren wird, erhält zu Beginn von Phase 4 einen kleinen Stapel Karten, auf denen jeweils einer der Faktoren notiert wird.</p>

<sup>4</sup> Ergänzende Beschreibungen zur methodischen Gestaltung sind von nun an immer in grauer Farbe unterlegt.



			Die ergänzenden Begriffe werden während der Präsentation auf Karten geschrieben.
<b>Kategorisieren von Aspekten, die zum Wohlbehagen beitragen</b>			
20 min	Explore 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation der Ideen</li> <li>• Gemeinsames Kategorisieren der Faktoren (<b>Leitfragen</b> dazu – siehe PPT-Präsentation)</li> <li>• Gegebenenfalls: Ergänzung weiterer Aspekte durch die Lehrperson</li> </ul> <p><i> Tipp: Ein Beispiel für ein Ergebnis des gemeinsamen Clusters findet sich in den Beilagen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die erste Gruppe präsentiert ihre Ideen und pinnt die Karten an die Tafel.</li> <li>• Die Anderen ergänzen Ideen, die noch nicht genannt wurden.</li> </ul> <p><b>Kategorisieren im stummen Dialog:</b> Die Schüler_innen clustern die gesammelten Faktoren und suchen Sammelbegriffe für jeden Cluster.</p> <p><b>Alternative:</b> Ein/e Schüler_in jeder Gruppe kommt zur Tafel, um die gesammelten Ideen zu ordnen. Sind die anderen Schüler_innen der Gruppe nicht einverstanden, können sie ihre Kolleg_innen durch einen Berührung der Schulter ablösen.</p>
<b>Raumklima und Wohlbehagen</b>			
10 min	Explain	<p><b>Fragen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nenne Faktoren von denen das Wohlbehagen in einem Raum abhängt!</li> <li>2. Welche Faktoren bestimmen das Raumklima?</li> <li>3. Wie verändern Menschen, die Räume nutzen, das Raumklima?</li> <li>4. Unter welchen Umständen fühlt sich ein Mensch (thermisch) wohl?</li> <li>5. Wie lässt sich festlegen, ob ein Raum behaglich ist?</li> </ol> <p><b>Aufgabe:</b> Für die Beantwortung der Fragen sollen die Lernenden das <b>Infoblatt 1 „Wohlbehagen in Räumen“</b> lesen.</p> <p>Im Anschluss daran wird das subjektive Empfinden von Wohlbehagen und die Aussagekraft von Normen diskutiert.</p> <p>Mögliche <b>Fragen</b> könnten sein:</p>	<p>Die Schüler_innen lesen das <b>Infoblatt 1</b> und beantworten die Fragen in Einzelarbeit.</p> <p>Sie arbeiten heraus, dass das Wohlbehagen nicht nur vom Raumklima abhängt, sondern auch von Bekleidung und Aktivität und dass Menschen, die einen Raum nutzen, das Raumklima beeinflussen.</p> <p>Die Schüler_innen reflektieren (in Paararbeit) über den Zusammenhang zwischen individuellem Befinden und Normen und teilen ihre Ergebnisse im Plenum mit. Dabei sollen sie darauf</p>

	<p><i>Warum gibt es Meinungsverschiedenheiten darüber, ob es in einem Raum zu warm oder zu kalt ist? Wie kann man überhaupt eine Regel/eine Norm für Behaglichkeit festlegen? Wie unterscheiden sich Normen von den Faktoren, die das Raumklima bestimmen?</i></p>	<p>aufmerksam werden, dass sich diese Normen an der Zustimmung eines hohen Prozentsatzes von Personen in einer Gruppe orientieren, die sich wohlfühlen. Dabei kann nie eine vollständige Zustimmung erreicht werden.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Beilagen

- Beispiel für gemeinsames Clustern der Faktoren, die zum Wohlbehagen beitragen

## Weiterführende Themen

- Raumklima
- Thermische Behaglichkeit
- Raumluftechnik
- Behaglichkeitsnormen

## Weiterführende Informationen

- [http://rom-umwelt-stiftung.de/wp-content/uploads/2006/02/Dokumentation\\_Thermische\\_Behaglichkeit.pdf](http://rom-umwelt-stiftung.de/wp-content/uploads/2006/02/Dokumentation_Thermische_Behaglichkeit.pdf)
- [http://www.ibo.at/documents/thermische\\_behaglichkeit.pdf](http://www.ibo.at/documents/thermische_behaglichkeit.pdf)

## Beilage

Beispiel für gemeinsames Clustern der Faktoren, die zum Wohlbefinden beitragen

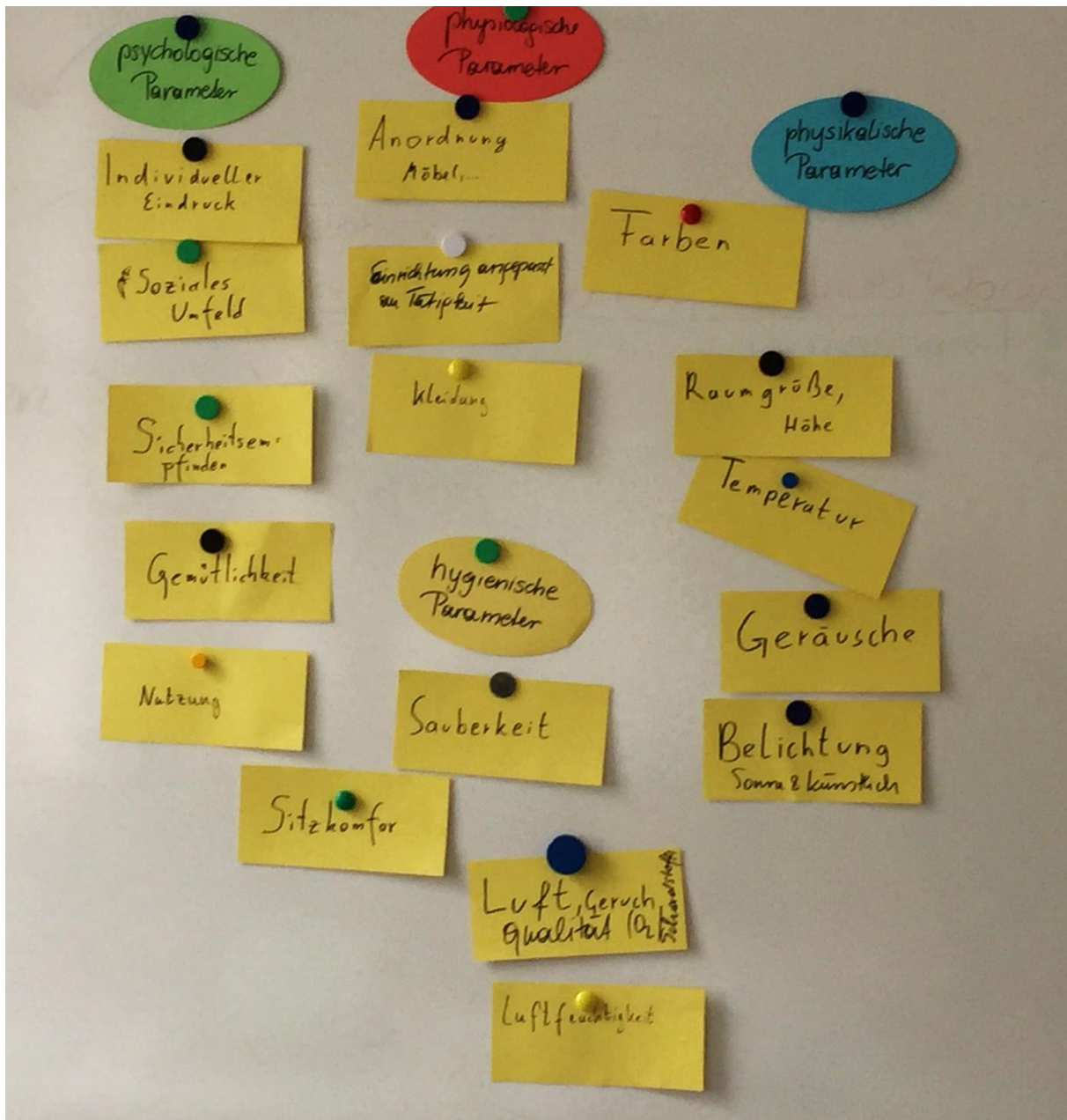


Abb.2: Geclusterte Faktoren Wohlbefinden (Quelle: Foto im Rahmen des Projektes SOLARbrunn aufgenommen)

## Wohlig warm oder schön kühl?

### 2. Daten sammeln und Evidenzen ableiten

Welche Daten werden wir sammeln, um thermische Behaglichkeit zu messen?

Welche davon können wir schon ohne Messung abschätzen?

Welche Größen können wir messen und womit?

Was muss bei der Messung beachtet werden?

*Einige Raumklima-Faktoren lassen sich gut messen. Die Messungen können dann den persönlichen Eindruck, dass es in einem Raum angenehm/unangenehm ist, unterstützen und so eine Aussage über den Zusammenhang zwischen Raumklimadaten und Wohlbehagen ermöglichen. Außerdem lässt sich eine Reihe von Daten zum Raumklima und zum Wohlbehagen gut abschätzen.*

Eine Untersuchung der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit im Klassenzimmer wird geplant und durchgeführt. Die Messergebnisse werden zum Abschluss der Einheit präsentiert und in Hinblick auf einen möglichen Zusammenhang mit dem Wohlbehagen diskutiert.



#### Zeit

2 Schulstunden

#### Inhalte

- ✓ (Thermisches) Wohlbehagen
- ✓ Luftqualität und Raumklima
- ✓ Natur der Naturwissenschaften:  
naturwissenschaftl. Experimentieren

#### Voraussetzungen

Die Schüler\_innen kennen unterschiedliche Thermometer und Hygrometer sowie ihre Funktionsweise. Andernfalls sollten von der Lehrkraft noch entsprechende Unterlagen für die Schüler\_innen zur Verfügung gestellt werden.

#### Lernziele

- ✓ Die Schüler\_innen formulieren eine Fragestellung, die die Untersuchung leitet. Sie berücksichtigen dabei, dass sich die relevanten Raumparameter in einer Klasse im Laufe der Stunde verändern können.
- ✓ Die Schüler\_innen können mit Hilfe von Tabellen Faktoren, die das Wohlbehagen

- und das Raumklima beeinflussen, abschätzen.
- ✓ Die Schüler\_innen können eine Untersuchung zur Erhebung von thermischen Komfort-Parametern (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) planen und dabei Überlegungen zu geeigneten Messgeräten sowie Vermutungen über wichtige Aspekte, die den Messvorgang beeinflussen, anstellen. (E3)
  - ✓ Die Schüler\_innen können Messungen zu Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit im eigenen Klassenzimmer durchführen und die Ergebnisse protokollieren. Sie können abschätzen, wie genau Messergebnisse sind, und dies bei der Darstellung des Ergebnisses berücksichtigen. (E3, E4)

## Information für Lehrkräfte

### 1. Zentrale Ideen

- Tabellen zur Abschätzung von Komfort-Parametern basieren auf einer Reihe von zuvor erhobenen Daten und theoretischen Zusammenhängen.
- Eine Untersuchung beginnt mit einer konkreten untersuchbaren Fragestellung.
- Die Rahmenbedingungen einer Untersuchung müssen kontrolliert werden.
- Ein Forschungsprozess muss genau geplant und dokumentiert werden, damit die Messung nachvollziehbar ist.
- Im Zuge der Vorbereitung auf ein Experiment sind nicht nur Vorwissen und Vertrautheit mit den Messgeräten notwendig, auch die eigene Kreativität ist oftmals gefragt, da unter Umständen nach individuellen Lösungen gesucht werden muss, um das gewünschte Experimentiersetting zu generieren.

### 2. Lernendenvorstellungen

- Messgrößen sind objektiver als Werte, die aus einer Tabelle abgelesen werden. (Der physikalische Hintergrund dieser Tabellenwerte wird übersehen.)
- Dokumentation beschränkt sich auf das Notieren von Ergebnissen.
- Das Experiment steht am Beginn, eine Vermutung ist der Ausgangspunkt.
- Daten werden un gelenkt gesammelt. (Einfach drauf los experimentieren!)
- Die Schüler\_innen verstehen Experimentieren nicht als eine Methode, um Ideen und Vermutungen (Hypothesen) zu überprüfen, sondern als einen Weg, um Dinge auszuprobieren oder um ein gewünschtes Resultat zu erzielen.
- Die Rahmenbedingungen werden nicht kontrolliert.
- Das Messverfahren und die unter Umständen daraus resultierenden Probleme werden nicht bedacht.
- Eine Messung/Messreihe liefert bereits das gewünschte Ergebnis. Ganz genaues Messen genügt, ersetzt Wiederholung.
- Naturwissenschaftliches Arbeiten wird als langweilig und meistens wenig lohnend angesehen.

- Die Schüler\_innen akzeptieren oftmals Argumente, die auf unzureichend umfangreichen Messreihen beruhen und machen Aussagen aufgrund von statistisch bedeutungslosen Messunterschieden.
- Die Vertrautheit mit dem Hintergrund eines Experiments kann dazu führen, dass Schüler\_innen im Verlauf des Experiments bewusst Variablen beeinflussen, die das Resultat verändern.

### 3. Verwendete Materialien

- Experimentiermaterialien: Thermometer, Hygrometer, ...
- PPT-Datei *Wohlbehagen Unterstufe*
- Ausgedruckte Materialien für Schüler\_innen:
  - **Behaglichkeitspass**: Thermische Behaglichkeit und CO<sub>2</sub>
  - **Arbeitsblatt 1**: *Messung der Raumtemperatur*
  - **Hilfekarten** zu Arbeitsblatt 1
  - **Arbeitsblatt 2**: *Messung der Luftfeuchtigkeit*
  - **Hilfekarten** zu Arbeitsblatt 2
  - **Infoblatt 2**: *Lufttemperatur und Strahlungstemperatur*
  - **Infoblatt 3**: *Relative und absolute Luftfeuchtigkeit*
  - **Infoblatt 4**: *Experimente in der Forschung*

## Didaktische Umsetzung

Zentral für diese Einheit ist der „Behaglichkeitspass“, den die Schüler\_innen mit Hilfe der Daten, die sie sammeln oder mit Hilfe von Tabellen erstellen. Zunächst werden Tätigkeitsindex, Bekleidungsindex und die Strömungsgeschwindigkeit der Luft abgeschätzt. Anschließend wird eine Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit geplant. Dabei wird insbesondere die Auswahl des Messgeräts diskutiert, sowie ein Plan erstellt, wie man die Rahmenbedingungen gezielt kontrolliert. Die erhaltenen Ergebnisse werden vorgestellt und gemeinsam auf ihre Aussagekraft, also auf ihre Plausibilität, Reliabilität und Validität hin diskutiert.

Zeit	Phase	Aktivität der Lehrperson	Aktivität der Lernenden
<b>Einstieg: Der Behaglichkeitspass</b>			
10 min	<i>Elicit/ Engage</i>	<b>Frage:</b> <i>Welche Faktoren bestimmen das Wohlbehagen in einem Raum?</i> Der <b>Behaglichkeitspass</b> wird ausgeteilt und unterstützt die Wiederholung. (Die Lernenden sollten den Behaglichkeitspass in den nächsten Stunden immer bei sich haben.)	Jede/r Schüler_in bekommt einen <b>Behaglichkeitspass</b> und kurz Zeit, sich damit vertraut zu machen. Mit Hilfe des Behaglichkeitspasses wiederholen die Lernenden kurz die Faktoren, die für das Wohlbehagen ausschlaggebend sind.



	<i>Explore</i>	<p>Die einzelnen Faktoren werden nacheinander in mehreren Schritten behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Lernenden werden dazu aufgefordert, ihr subjektives Wohlbefinden zu beurteilen und ihre Entscheidung kurz zu begründen.</li> <li>2. Die einzelnen Faktoren werden nacheinander gemeinsam im Plenum geklärt. Die Lehrperson moderiert und erklärt.</li> <li>3. Zu jedem Faktor wird die entsprechende Tabelle der PPT eingeblendet, mit deren Hilfe die Schüler_innen die jeweiligen Werte für die momentane Situation abschätzen und im Pass eintragen. Dabei kann auch auf individuelle Unterschiede bezüglich Aktivität, Kleidung, Empfindlichkeit bezüglich Luftzug etc. eingegangen werden.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Schüler_innen entscheiden, ob sich im Raum wohlfühlen und begründen ihre Entscheidung im Plenum.</li> <li>2. Die einzelnen Faktoren werden nacheinander gemeinsam im Plenum geklärt.</li> <li>3. Anschließend tragen sie die Werte (außer Temperatur und Luftfeuchtigkeit) für die einzelnen Faktoren mit Hilfe der Tabellen ein. (Der Tabellenwert für CO<sub>2</sub> wird später mit Hilfe der Messergebnisse ergänzt.) Die gewählten Werte werden im Plenum besprochen und mögliche individuelle Unterschiede diskutiert</li> </ol>
<b>Messplanung</b>			
<b>30-40 min</b>	<i>Explore</i>	<p><b>Frage:</b> <i>Was muss man bei der Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beachten?</i></p> <p>Die Lehrperson teilt die Schüler_innen in Kleingruppen zu 3-4 Personen ein. Eine der beiden Messungen wird gewählt / zugeteilt und die <b>Infoblätter 2 und 3</b> den jeweiligen Gruppen ausgeteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Temperatur</li> <li>➤ relative Luftfeuchtigkeit</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aufarbeitung des Inhalts der <b>Infoblätter 2 und 3</b>: Klärung der zentralen Begriffe (<b>Strahlungstemperatur, Lufttemperatur, relative und absolute Luftfeuchtigkeit</b>)<sup>5</sup>.</li> </ol>	<p>Die Schüler_innen finden sich in Kleingruppen zusammen und wählen (oder erhalten) einen zu untersuchenden Parameter (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Infoblatt 2 oder 3</b> bearbeiten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Lernenden lesen das ihnen zugeteilte Infoblatt und markieren die wichtigsten Informationen.</li> <li>• In <b>gemischten Kleingruppen</b> (Temperatur und Luftfeuchtigkeit)</li> </ul> </li> </ol>

<sup>5</sup> Damit die Experimentiergruppen nicht zu groß sind, können die Lernenden die beiden Parameter an verschiedenen Orten im Klassenzimmer in regelmäßigen Abständen ablesen. Wenn Schüler\_innen langweilig sein sollte, kann sich jeweils ein Gruppenmitglied bei einer anderen Gruppe über das Messen des anderen Parameters



	<p><b>Methode:</b> Think-Pair-Share (vgl. entsprechendes <b>Methodenblatt</b>) Bei der Zusammenfassung im Plenum kann sowohl auf die Strahlungstemperatur als auch mit Hilfe des Diagramms auf die Veränderung der Luftfeuchtigkeit etwa beim Lüften eingegangen werden.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. <b>Infoblatt 4</b> austeilen und klären, was bei Experimenten in der Wissenschaft wichtig ist.</li> <li>3. <b>Arbeitsblatt 1/2</b> an die jeweiligen Gruppen austeilen. Festlegen einer Untersuchungsfrage und gemeinsames Besprechen (Aufgabe 1, Phase 1).</li> <li>4. Messplanung: Die restlichen Aufgaben von Phase 1 des Arbeitsblatts werden in den Experimentiergruppen bearbeitet. Sie sollen dazu eine kurze Präsentation vorbereiten. Als Unterstützung werden <b>Hilfekarten</b> zur Verfügung gestellt, die an zentraler Stelle (z.B. Tisch der Lehrkraft) aufliegen. Die Lernenden sollten immer nur eine Hilfekarte mitnehmen. Die nächste erhalten sie erst, wenn sie die erste zurückgebracht haben.</li> <li>5. Wenn mehrere Gruppen sowohl Temperatur als auch Luftfeuchtigkeit messen: Die Gruppen, die den gleichen Parameter messen, tauschen die Planungen aus.</li> <li>6. Präsentation und Diskussion der Planungen.</li> </ol>	<p>peratur, Luftfeuchtigkeit) erklären die Schüler_innen einander die wichtigsten Begriffe aus dem Infoblatt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze Zusammenfassung im Plenum</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Die Schüler_innen lesen den Text des <b>Infoblattes 4</b> (individuelles oder gemeinsames Lesen). Anschließend Besprechung im Plenum.</li> <li>3. Die Experimentiergruppen entwickeln eine Fragestellung, die im Plenum geteilt und besprochen wird.</li> <li>4. Die Schüler_innen bearbeiten die restlichen Aufgaben zur Messplanung (Phase 1) und bereiten eine kurze Präsentation ihrer Messplanung vor. Sie können dabei <b>Hilfekarten</b> verwenden.</li> <li>5. Austauschen der Planungen</li> <li>6. Die einzelnen Gruppen können anschließend kurz ihre Messplanung vorstellen. Die anderen können darauf reagieren, Feedback geben, eigene Vorschläge einbringen und über mögliche Vorgehensweisen diskutieren.</li> </ol>
<p><b>Angeleitete Messung und Dokumentation von Daten</b></p>		

informieren und anschließend der eigenen Gruppe berichten. Wichtig ist außerdem, dass man vor der Messung klärt, wie die Rahmenbedingungen kontrolliert werden (Fenster/Türen öffnen, Zahl der Schüler\_innen im Raum, ...).

„WOHLIG WARM ODER SCHÖN KÜHL?“

<p>30-40 min</p>	<p><i>Explain</i></p>	<p>Das <b>Messgerät</b> wird ausgeteilt und Phase 2 (Auseinandersetzung mit dem Messgerät) eingeleitet.</p> <p>Phase 3: Datenerhebung: Die Lehrkraft betreut die Messungen der Experimentiergruppen</p> <p><i>Tipp: Vorschläge für Messgeräte finden sich in den Informationen für die Lehrperson.</i></p> <p><b>Medien: unterschiedliche Thermometer und Hygrometer</b></p>	<p>Die Schüler_innen machen angeleitet durch das Arbeitsblatt (Phase 2) mit dem Messgerät vertraut.</p> <p>Sie messen in Kleingruppen die ihnen zugeteilten Parameter entsprechend ihrer Planung und dokumentieren den Messprozess (Phase 3).</p>
<p><b>Präsentation und Diskussion der Messergebnisse</b></p>			
<p>10-15 min</p>	<p><i>Elaborate</i></p>	<p><b>Frage:</b> Was sagen die Messergebnisse aus? Was können wir aufgrund der Messergebnisse über das Raumklima aussagen?</p> <p>Einleitung der Präsentation der Ergebnisse (Phase 4). Die Schüler_innen erhalten kurz Zeit für die Vorbereitung einer Präsentation.</p> <p>ALTERNATIVE: Die Schüler_innen gestalten ein Poster und die Ergebnisse werden in einer Poster-Session präsentiert (siehe <b>Methodenblatt</b> „Professionelle Poster erstellen“).</p> <p>Die Lehrperson leitet die Präsentation der Messergebnisse an. Insbesondere Gruppen, die den gleichen Parameter gemessen haben, werden angeregt, sich durch Fragen zur Präsentation zu beteiligen. Die <b>Leitfragen zur Diskussion der Messdaten</b> in der PPT werden eingeblendet und eine gemeinsame Diskussion angeleitet.</p> <p>Die Daten für die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit werden dann an der Tafel notiert und in den Behaglichkeitspass eingetragen.</p>	<p>Im Anschluss an die Messung bereiten die Kleingruppen die Präsentation der Ergebnisse längs der Anweisungen im Arbeitsblatt 1 / 2 vor.</p> <p>Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert. (Wenn mehrere Gruppen dieselbe Messung durchgeführt haben, können Unterschiede, ihre Ursachen und die Konsequenz auf das Ergebnis diskutiert werden.) Die Schüler_innen diskutieren entlang der <b>Leitfragen</b> ihre durchgeführten Messungen im Plenum.</p> <p>Zum Abschluss notieren die Schüler_innen die Daten in ihrem Behaglichkeitspass.</p>

## Beilagen

- Informationen für die Lehrperson: *Daten im Behaglichkeitspass*
- Informationen für die Lehrperson: *Messung und Datendiskussion*

## Weiterführende Themen

- Lufthygiene und Gesundheit
- Relative und absolute Luftfeuchtigkeit: richtiges Lüften
- Luft- und Strahlungstemperatur

## Weiterführende Informationen

- [http://rom-umwelt-stiftung.de/wp-content/uploads/2006/02/Dokumentation\\_Thermische\\_Behaglichkeit.pdf](http://rom-umwelt-stiftung.de/wp-content/uploads/2006/02/Dokumentation_Thermische_Behaglichkeit.pdf)
- [http://www.ibo.at/documents/thermische\\_behaglichkeit.pdf](http://www.ibo.at/documents/thermische_behaglichkeit.pdf)

## Beilage 1

### Informationen für die Lehrperson: *Daten im Behaglichkeitspass*

**Der Tätigkeitsindex / das metabolische Äquivalent** (*Was tun die Personen gerade?*)

**Info:**

*Der Tätigkeitsindex beschreibt, welche Art der körperlichen Betätigung die Personen im Raum zum Zeitpunkt der Bestimmung der Behaglichkeit ausführen. Der Index wird in „met“ angegeben, was die Abkürzung für den englischen Begriff („metabolic equivalent of task“), also das metabolische Äquivalent, ist.*

**Der Bekleidungsindex** (*Wie sind die Personen angezogen?*)

**Info:**

*Der Bekleidungsindex liefert Informationen darüber, welche Art von Kleidung die Personen im Raum tragen. Die Einheit des Bekleidungsindex kommt vom englischen Wort „clothing“ für Kleidung.*

**Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft**

**Info:**

*Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft gibt an, wie schnell sich die Luft in einem Raum bewegt. Sie wird in Meter pro Sekunde (m/s) gemessen. Dieser Komfort-Parameter soll mithilfe einer Tabelle abgeschätzt werden, da Messungen der Strömungsgeschwindigkeit oftmals sehr aufwendig sind bzw. im benötigten Messbereich nicht genau genug durchgeführt werden können.*

## Beilage 2

### Informationen für die Lehrperson: *Messung und Datendiskussion*

Für die Messungen der Temperatur sowie der Luftfeuchtigkeit empfehlen sich z.B. die folgenden kombinierten Messgeräte:

- Digital Thermo-/Hygrometer Eurochron ETH 5500  
<https://www.conrad.at/de/thermo-hygrometer-eurochron-eth-5500-393246.html>
- Digital Thermo-/Hygrometer TFA 30.5027.01  
<https://www.conrad.at/de/thermo-hygrometer-tfa-30502701-672759.html>
- Analog Thermo-/Hygrometer TFA 452043.51  
<https://www.conrad.at/de/thermo-hygrometer-tfa-45204351-1487788.html>
- Analog Thermo-/Hygrometer THG 101  
<https://www.conrad.at/de/thermo-hygrometer-thg101-672647.html>

Mögliche **LEITFRAGEN** für die Diskussion der erhaltenen Messdaten:

- Ist es uns gelungen, unsere Messplanung umzusetzen?  
Was ist gelungen, was nicht?  
Was war der Grund für Abweichungen von der Messplanung?  
Was bedeutet das für die Gültigkeit der Ergebnisse?
- Was lässt sich über die Genauigkeit der Messungen aussagen?  
Wie genau sind die Messwerte?  
Was sind Ursachen für die Messungenauigkeiten?
- Was sagen die Daten über das Raumklima aus?  
Was sagen die Daten über das Wohlbehagen aus?  
Lässt sich damit eine Voraussage machen über das Wohlbehagen in fünf Minuten, in einer Stunde, in einem halben Jahr?
- Wie müsste man die Messungen weiterentwickeln, um eine noch genauere Aussage über das Raumklima machen zu können?
- Worauf muss bei einer nächsten Messung (noch mehr) geachtet werden?

## Wohlig warm oder schön kühl?

### 3. Dateninterpretation und Reflexion

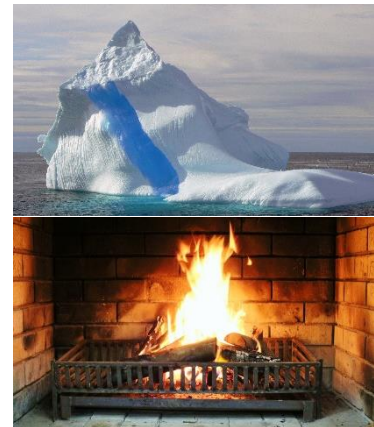
Wie verhalten sich die erhobenen Messdaten zu den abgeschätzten Werten?

Was kann man anhand der gesammelten Daten über das Raumklima und damit über das Wohlbefinden im Klassenzimmer sagen?

Haben wir heute geforscht?

*Sowohl mit Hilfe der experimentell ermittelten Messwerte als auch unter Berücksichtigung der abgeschätzten und subjektiven Daten können nun Aussagen über das Raumklima und das Wohlbefinden im eigenen Klassenzimmer getätigt werden.*

Die Schüler\_innen vergleichen die eingetragenen Werte im Behaglichkeitspass und machen auf deren Basis Aussagen über das Raumklima bzw. über das Wohlbefinden im Klassenzimmer und mögliche Optimierungsmaßnahmen.



Zeit	Inhalte
1,5 - 2 Schulstunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (Thermisches) Wohlbefinden / Komfort</li> <li>✓ Luftqualität und Raumklima</li> <li>✓ Natur der Naturwissenschaften: Vergleich mit naturwissenschaftlicher Forschung</li> <li>✓ Nachhaltige Optimierung</li> </ul>
Lernziele	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Die Schüler_innen können erhobene Messdaten zur Temperatur sowie zur relativen Luftfeuchtigkeit analysieren und diese mit sozialen Daten bzw. dem Wohlbefinden der Schüler_innen vergleichen. (W<sub>4</sub>)</li> <li>✓ Die Schüler_innen können mit einem Komfort-Rechner arbeiten, um gewonnene Messergebnisse zur Temperatur und zur relativen Luftfeuchtigkeit zu interpretieren. (W<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>)</li> <li>✓ Die Schüler_innen können datenbasiert Lösungsansätze zur Erhöhung des Komforts im eigenen Klassenzimmer oder in ähnlichen Situationen vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit formulieren. (S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub>)</li> <li>✓ Die Schüler_innen können im Rahmen einer Reflexion Parallelen zwischen ihrem eigenen Arbeitsprozess und naturwissenschaftlicher Forschung identifizieren.</li> </ul>	

## Information für Lehrkräfte

### 1. Zentrale Ideen

- Die Werte für Komfort-Rechner basieren auf einer Reihe von zuvor durchgeführten Untersuchungen.
- Aufgrund von erhobenen Daten können Optimierungsvorschläge formuliert werden, die vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit und der individuellen Situation mehr oder weniger sinnvoll sein können.
- Auch in den Sozialwissenschaften wird empirisch geforscht und es werden mitunter auch Experimente durchgeführt. Die Messinstrumente der Sozialwissenschaft sind z.B. Fragebögen und Interviews.
- Wenn ähnliche Untersuchungen unterschiedliche Resultate ergeben, dann besteht die naturwissenschaftliche Herausforderung darin, zu entscheiden, ob die Unterschiede belanglos oder bedeutend sind. Dazu sind unter Umständen weitere Untersuchungen nötig. Solche Unterschiede können aufgrund von verschiedenen verwendeten Methoden, unterschiedlichen Rahmenbedingungen oder auch Störfaktoren bzw. Messunsicherheiten entstehen.

### 2. Lernendenvorstellungen

- Die Arbeitsweise des Komfort-Rechners wird möglicherweise nicht hinterfragt und die gegebenen Werte nicht als durch zuvor durchgeführte Untersuchungen bestimmt angesehen.
- Die Schüler\_innen sehen Belege nicht als Informationen, die mit Hilfe eines Experiments generiert wurden, sondern glauben, dass Belege eine Auswahl von bisher Bekanntem oder von persönlichen Erfahrungen oder Quellen aus zweiter Hand darstellen.
- Die Schüler\_innen akzeptieren Argumente, die auf unzureichend umfangreichen Messreihen beruhen.
- Die Schüler\_innen machen Aussagen aufgrund von statistisch bedeutungslosen Messunterschieden.
- Die Schüler\_innen verstehen Experimentieren nicht als eine Methode, um Ideen und Hypothesen zu überprüfen, sondern als ein Weg, um Dinge auszuprobieren oder ein gewünschtes Resultat zu erzielen.
- Schüler\_innen können beim Experimentieren oftmals nicht alle ausschlaggebenden Variablen identifizieren, die möglicherweise das Resultat des Experiments beeinflussen können.
- Es besteht eine gewisse Schwierigkeit darin, kausale Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen im Experiment zu erkennen.
- Die Vertrautheit mit dem Hintergrund eines Experiments kann dazu führen, dass Schüler\_innen im Verlauf des Experiments bewusst Variablen beeinflussen, die das Resultat verändern.



### 3. Verwendete Materialien

- PPT-Datei *Wohlbehagen Unterstufe*
- Ausgedruckte Materialien für Schüler\_innen:
  - **Behaglichkeitspass**: *Thermische Behaglichkeit und CO<sub>2</sub>*
  - **Arbeitsblatt 3**: *Das Wohlbehagen im Klassenzimmer bewerten*
  - **Arbeitsblatt 4**: *Haben wir heute geforscht?*
- **Methodenblatt „Aushandeln“** (siehe separate Datei)

## Didaktische Umsetzung

Der vollständig ausgefüllte Behaglichkeitspass wird verwendet, um mit unterschiedlichen Hilfsmitteln (z.B. Komfort-Diagramm, Komfort-Rechner) eine Aussage über den Zusammenhang zwischen Raumklima-Parametern und dem Wohlbehagen der Personen in einem Raum zu machen. Weiters werden „nachhaltige“ Lösungen zur Verbesserung des Wohlbehagens überlegt. Am Ende steht eine Reflexion im Hinblick auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den durchgeführten Experimenten und naturwissenschaftlicher Forschung.

Zeit	Phase	Aktivität der Lehrperson	Aktivität der Schüler_innen
<b>Vergleich der Daten im Behaglichkeitspass</b>			
20 min	<i>Elicit/Elaborate</i>	Die Daten im Behaglichkeitspass werden nun noch einmal betrachtet und mit Hilfe der <b>Leitfragen zum Vergleich der Daten</b> auf der PPT die Methoden der Datenerhebungen verglichen. Mögliche Vor- und Nachteile von Schätzungen und Messungen besprochen.	Die Schüler_innen besprechen die <b>Leitfragen</b> zu zweit und machen sich Notizen. Anschließend teilen sie ihre Ideen im Plenum und diskutieren mögliche Vor- und Nachteile von Schätzungen und Messungen.
<b>Das Wohlbehagen im Klassenzimmer bewerten</b>			
20 min	<i>Elaborate</i>	<p><b>Frage:</b> <i>Wie können wir aufgrund der Messdaten das Raumklima und das Wohlbehagen in einem Raum einschätzen? Wie könnten wir das Wohlbehagen im Klassenzimmer verbessern?</i></p> <p>Das <b>Arbeitsblatt 3 „Das Wohlbehagen im Klassenzimmer bewerten“</b> wird ausgeteilt.</p> <p>1. Phase 1: Die Messwerte werden ins Diagramm eingetragen und die Ergebnisse werden kurz besprochen.</p>	<p>1. Phase 1: Die Schüler_innen bearbeiten das Diagramm nach Möglichkeit in Gruppen, in denen jeweils 1 Lernende_r aus jeder Messgruppe ist,</p>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Phase 2: Die Daten des Behaglichkeitspasses werden in den Komfort-Rechner eingegeben und das Ergebnis mit dem persönlichen Empfinden verglichen.</li> <li>3. Phase 3: Suche von Optimierungsvorschlägen.</li> <li>4. Die Ergebnisse werden im Plenum verglichen. Die Ergebnisse zu Phase 3 werden unter Berücksichtigung des <b>Konzepts der Nachhaltigkeit</b> diskutiert und die Sinnhaftigkeit einzelner Maßnahmen überlegt.</li> </ol>	<p>und verwenden dazu die Ergebnisse ihrer Messungen. Anschließend gemeinsamer Vergleich im Plenum.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Phase 2: Eintragen in den Komfortrechner: Je nach Zugang zum Internet arbeiten die Schüler_innen zu zweit mit dem Komfortrechner oder im Plenum.</li> <li>3. Phase 3: Überlegungen zur Verbesserung des Wohlbehagens werden zu zweit angestellt und notiert.</li> <li>4. Im Anschluss werden die Ergebnisse des Komfortrechners sowie die Optimierungsvorschläge diskutiert und deren Sinnhaftigkeit vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit bewertet.</li> </ol>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Haben wir heute geforscht?**

40 min	Evalu- te	<p><b>Frage:</b> <i>In wie weit haben unsere Messungen Forschungsexperimenten geähnelt, inwiefern unterscheiden sie sich voneinander?</i></p> <p><b>Methode:</b> <i>Aushandeln</i> (vgl. <b>Methodenblatt</b> dazu)</p> <p><i>Die Frage soll mit Hilfe von <b>Arbeitsblatt 4</b> „Haben wir heute geforscht?“ bearbeitet werden.</i></p>	<p>Grober Ablauf des Aushandelns:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Einzelarbeit:</b> Die Schüler_innen bewerten individuell die Aussagen, die von den Personen im Concept Cartoon auf dem <b>Arbeitsblatt 4</b> getätigt werden. Dabei entscheiden sie, welche der Aussagen richtig / falsch sind und finden Begründungen dafür. Die Überlegungen dazu werden notiert.</li> <li>2. <b>Partnerarbeit:</b> Die Schüler_innen finden sich zu zweit zusammen und besprechen ihre Meinungen. Sie sollen dabei auf eine gemeinsame Antwort kommen, wer im <i>Concept Cartoon</i> Recht hat und ihre These mitsamt Begründung notieren.</li> <li>3. <b>Arbeit in Vierergruppen:</b> Jeweils zwei Paare finden sich zusammen. Der Vorgang aus Schritt 2 wird wiederholt</li> <li>4. <b>Plenum:</b> Die Meinungen der Vierergruppen werden im Plenum besprochen.</li> </ol>
--------	--------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Weiterführende Themen

- Nachhaltigkeit
- Komfort-Optimierung
- Naturwissenschaftliche Forschungsmethoden
- Concept Cartoons

## Weiterführende Informationen

- <https://www.nachhaltigkeit.at/>
- <https://www.baunetzwissen.de/gebaeudetechnik/fachwissen/planungsgrundlagen/nachhaltigkeit-und-umweltbewusste-gebaeudetechnik-160154>