STADT FRANKFURT AM MAIN
Hochbauamt – Energiemanagement

Bericht

Temperaturmessungen

Liegenschaft:	Julius-Leber-Schule
Auftrag:	Temperaturmessungen
Bearbeiter:	Giuseppe Vitale
Datum:	16.01-31.01.2013

Hochbauamt – Energiemanagement,
Gerbermühlstraße 48, 60594 Frankfurt

energiemanagement@stadt-frankfurt.de
www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de

Einleitung

In der Julius-Leber-Schule Frankfurt am Main kam es im Jahr 2012 immer wieder zu Beschwerden seitens der Nutzer, dass es im Herbst/Winter in einigen Räumen unangenehm kühl sei. Temperaturmessungen durch die Schulhausverwalter ergaben in den betroffenen Räumen Raumlufttemperaturen von 19° C bis 22° C. Trotz der ausreichenden Raumlufttemperaturen kam es weiter zu Beschwerden über zu kühl empfundene Räume.

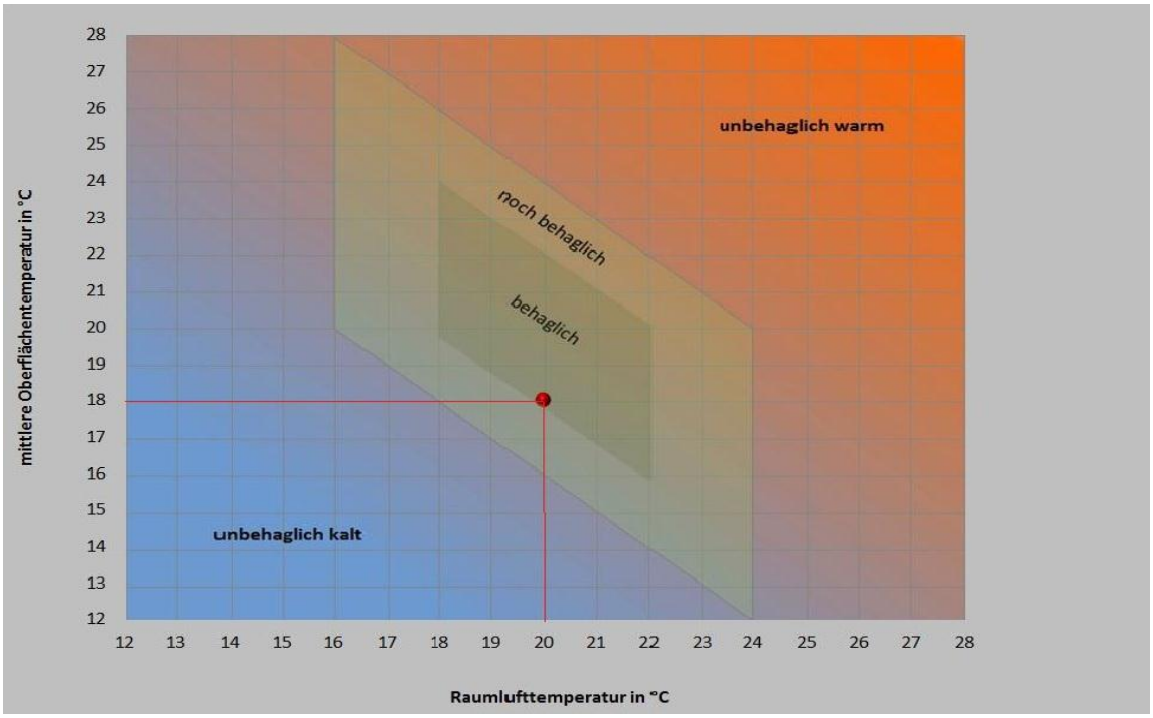
In einem gemeinsamen Gespräch mit den Nutzern, der Schulleitung, den Schulhausverwaltern und dem Stadtschulamt wurden vom Energiemanagement des Hochbauamtes die verschiedenen Einflussfaktoren und Beeinträchtigungen zur thermischen Behaglichkeit erläutert und diskutiert, u.a.:

- Die bauliche Situation (Dämmung, Fenster, Türen)
- Die Komforterhaltung für die Nutzer und deren Einflussmöglichkeiten
- Der Gebäudebetrieb unter energetischen-, wirtschaftlichen- und Umweltaspekten

Um in der subjektiv sehr unterschiedlich empfundenen Situation allen Beteiligten möglichst gerecht zu werden (den Nutzern, die sich trotz einer Raumlufttemperatur von 20° C bis 21° C unbehaglich fühlen, und den Schulhausverwaltern, die angewiesen sind, eine energetisch angemessene Beheizung zu gewährleisten) wurde vom Energiemanagement vorgeschlagen, eine Messreihe zur Empfindungstemperatur vorzunehmen und zu bewerten.

*Bei dieser Messreihe wird die Empfindungstemperatur als gewichtete Temperatur zwischen der gemittelten Oberflächentemperatur der Umgebungswände und der Raumlufttemperatur definiert***.**

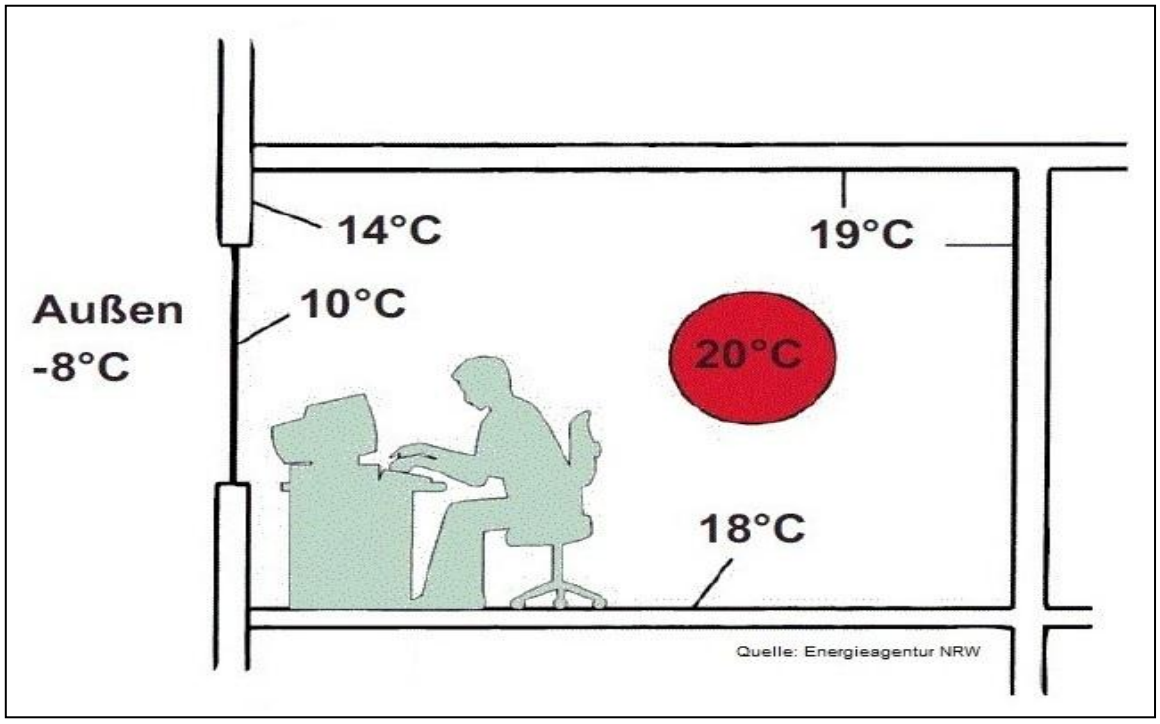
Die mittlere Oberflächentemperatur der Räume wurde aus den Protokollen ermittelt, entsprechend der Umgebungsflächen gewichtet und in einem Behaglichkeitsdiagramm in Bezug zur Raumlufttemperatur gesetzt.



Beispiel Behaglichkeitsdiagramm

Aufbau und Verlauf

In der Julius-Leber-Schule wurden 14 Tage lang vor Unterrichtsbeginn (ca. um 07:00 Uhr), in 4 von den Nutzern vorgegebenen Räumen die Oberflächentemperaturen der Umgebungswände, der Decke, des Fußbodens, der Fensterfläche sowie die Raumlufttemperatur und die Außentemperatur gemessen und protokolliert.



Für die konstante Erfassung des Temperaturverlaufs im Raum wurde ein Temperaturdatenlogger am Lehrerpult installiert. Da die Messungen noch vor Nutzungsbeginn stattfanden, wurde der Temperaturverlauf während der Messreihe aufgezeichnet und in der Zusammenfassung mitbewertet.

Tägliche Messungen der Oberflächentemperaturen

Temperaturdatenlogger

Messgeräte:

Infrarotthermometer Fluke 62 mini

Oberflächentemperatur 1 x täglich: Boden, Decke, Fenster, 4 Wände
Messgenauigkeit: Messbereich 10 °C bis 30 °C: ± 1 °C im übrigen Bereich ± 1,5% von Messwert.

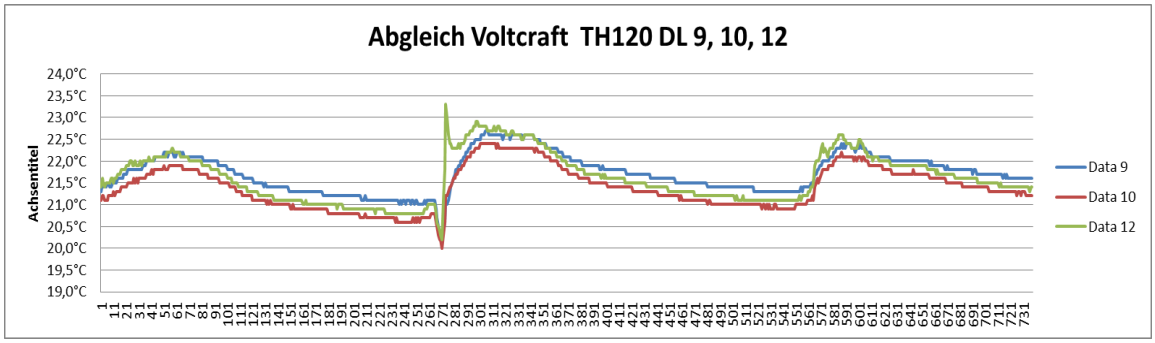
Greisinger Digitalthermometer GTH 1150

Messung der Raumluft- und Außentemperatur 1 x täglich
Abweichung ± 1 °C und Auflösung 1° C.

Abgleich Digitalthermometer

Datenlogger Voltcraft DL 120 TH

Messung der Raumlufttemperatur und Luftfeuchtigkeit kontinuierlich über Datenlogger
Abweichung ± 0,5° C.



Abgleich Datenlogger

EDV- Raum 202

Temperaturverlauf: Die Nacht- und Wochenendabsenkung ist deutlich sichtbar. Die Aufheizphase beginnt um 06:00 Uhr und erreicht je nach Außentemperaturen und Belegung zwischen 08:00 und 13:00 Uhr die vorgegebene Raumlufttemperatur von 20°C.

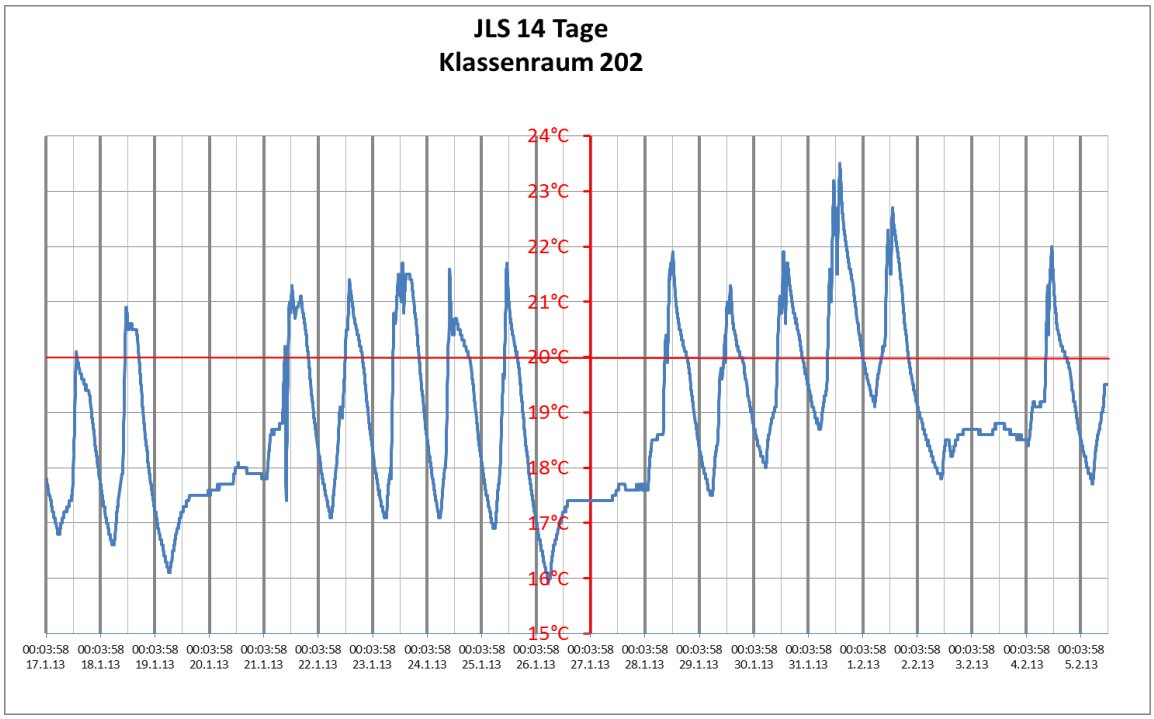


Bild 1: Datenloggerwerte Raum 202

Behaglichkeit: Die Auswertung zeigt, dass die meisten Messwerte schon vor Unterrichtsbeginn innerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen.

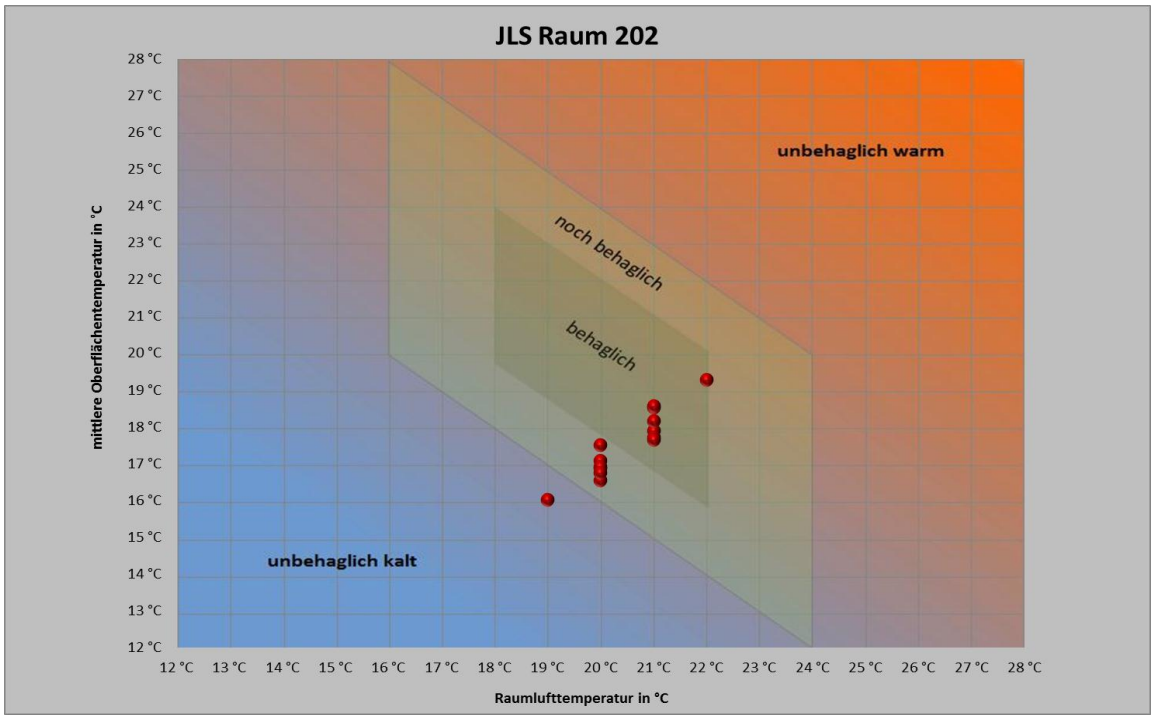


Bild 2: Behaglichkeitsdiagramm Raum 202

EDV- Raum 406

Temperaturverlauf:

Durch Abhandenkommens des Datenloggers während der Messung ist eine Bewertung des Temperaturverlaufs für Raum 406 nicht möglich.

Behaglichkeit: Die Auswertung zeigt, dass die meisten Messwerte schon vor Unterrichtsbeginn innerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen.

Bild 3: Behaglichkeitsdiagramm Raum 406

Einzelbüro 502

Temperaturverlauf: Die Nacht- und Wochenendabsenkung ist deutlich sichtbar.
Die Aufheizphase beginnt um 05:00 Uhr und erreicht je nach Außentemperaturen zwischen 08:00 und 11:00 Uhr die vorgegebene Raumlufttemperatur von 20°C.

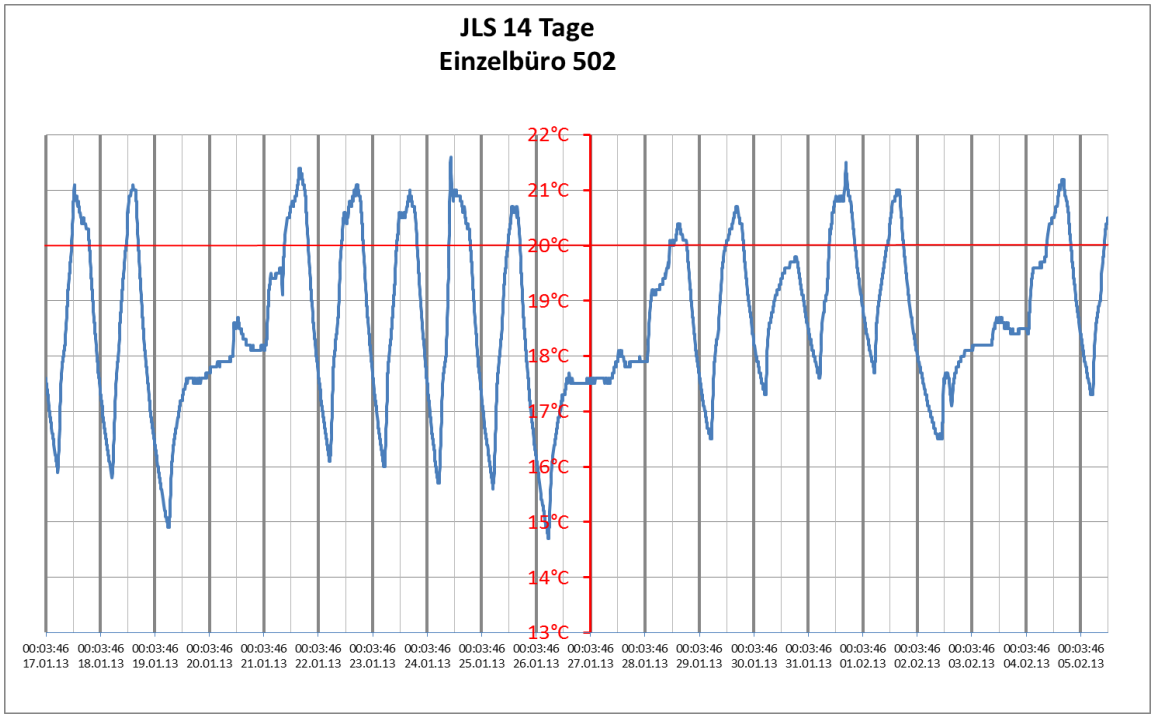


Bild 4: Datenloggerwerte Raum 502

Behaglichkeit: Die Auswertung zeigt, dass alle Messwerte auch vor Nutzungsbeginn innerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen.

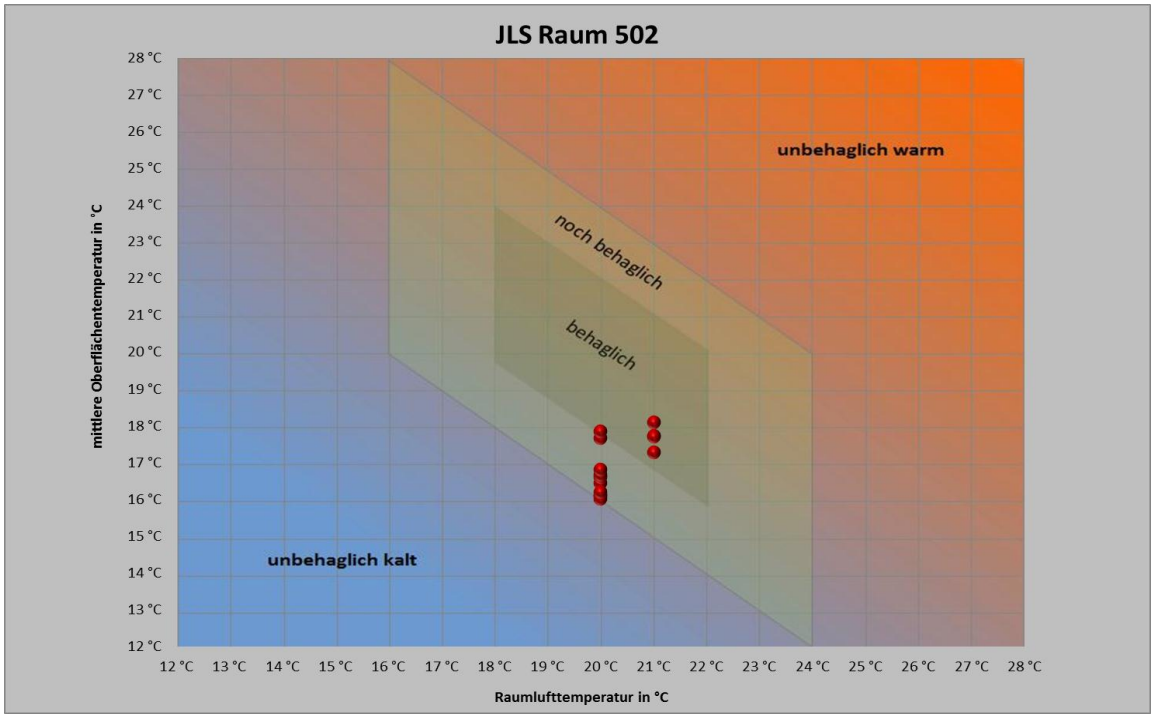


Bild 5: Behaglichkeitsdiagramm Raum 202

Klassenraum 605

Der Temperaturverlauf zeigt eine funktionierende Heizungsregelung. Die Nacht- und Wochenendabsenkung ist deutlich sichtbar.
Die Aufheizphase beginnt um 04:00Uhr, jedoch wird die vorgegebene Raumlufttemperatur von 20° C an kalten Tagen kaum und an milden Tagen sehr spät und nur kurzfristig erreicht.

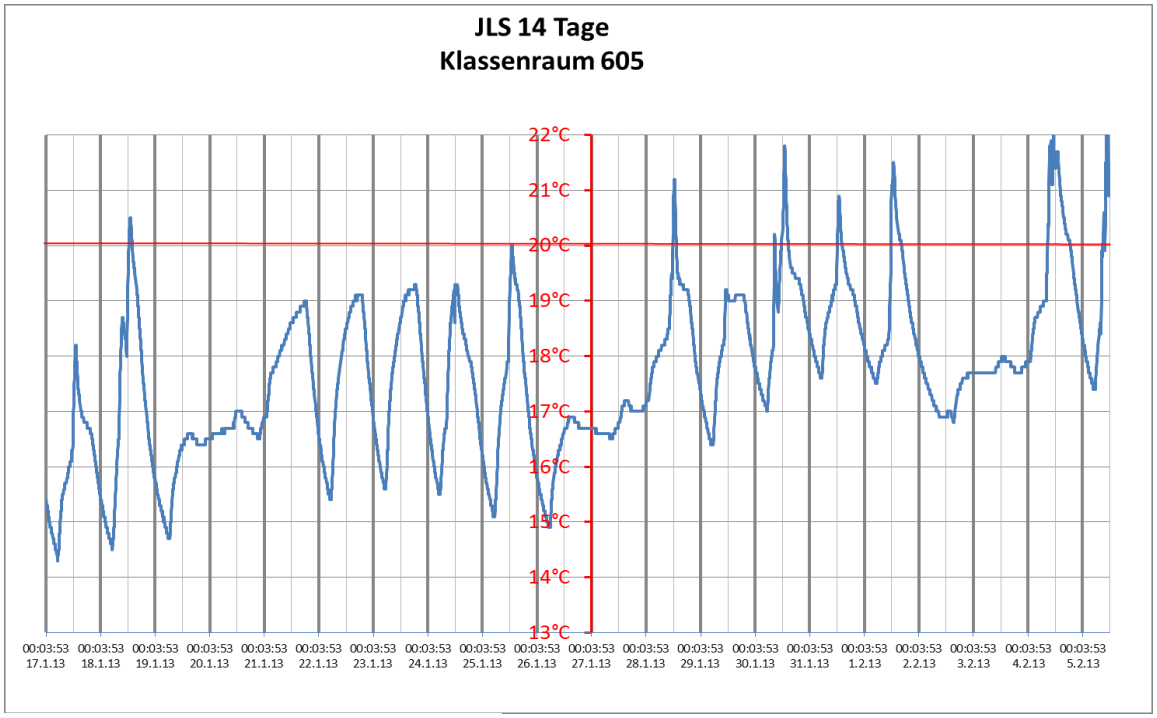


Bild 6: Datenloggerwerte Raum 605

Behaglichkeit: Die Auswertung zeigt, dass die meisten Messwerte vor Unterrichtsbeginn außerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen. Besonders die niedrigen Oberflächentemperaturen an kalten Tagen sorgen dafür, dass die Empfindungstemperatur überwiegend im unbehaglich kalten Bereich liegt**.**

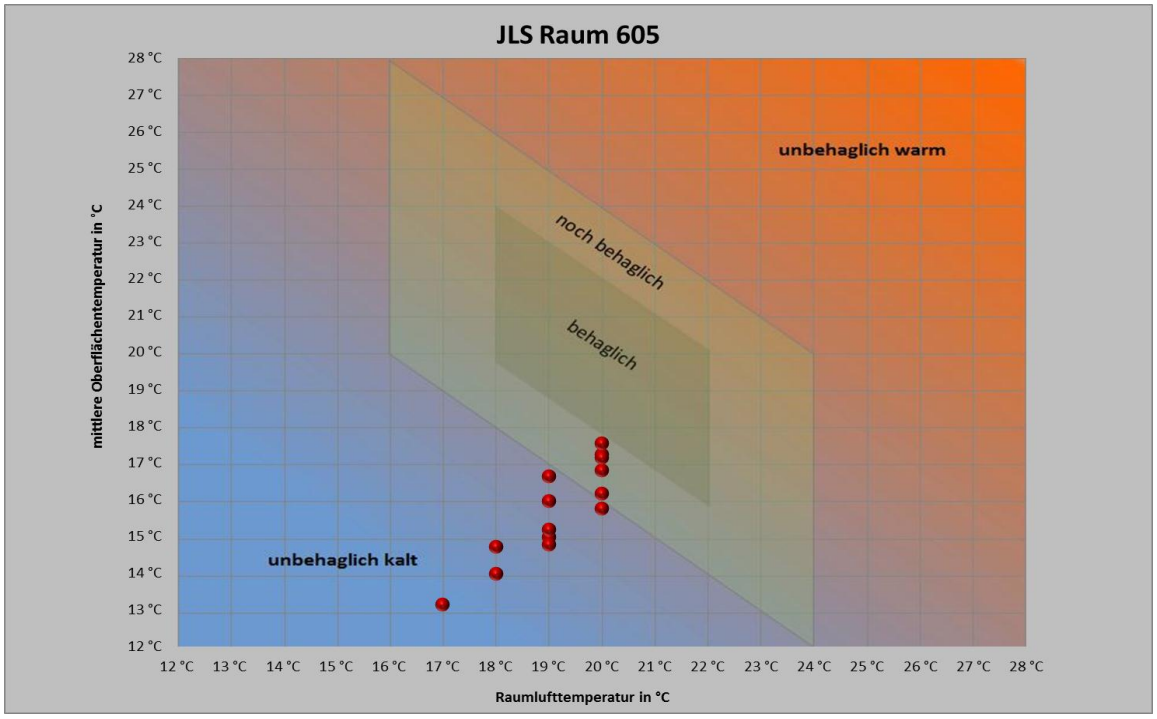


Bild 7: Behaglichkeitsdiagramm Raum 605

Empfehlungen

EDV-Raum 202

Temperaturverlauf (Bild 1):
Die Aufzeichnungen des Datenloggers zur Raumlufttemperatur zeigen eine gut eingestellte und funktionierende Heizungsregelung. Die Nacht- und Wochenendabsenkung ist deutlich sichtbar. Das Temperaturniveau während der Absenkung beträgt auch an kalten Nächten nie unter 17° C und am Wochenende nie unter 16° C.

Behaglichkeitsdiagramm (Bild 2):
Vor Unterrichtsbeginn, morgens um 7:00 Uhr bei Außentemperaturen unter 0 °C, ergibt sich nur an einem Messtag eine Empfindungstemperatur, die 1° C bis 2° C außerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegt.
Da bei Eintritt der Nutzer mit einer Erhöhung der Raumlufttemperatur von 1° bis 3° zu rechnen ist, liegen hier alle Werte innerhalb der Sollwerte aus den Hinweisen zum kommunalen Energiemanagement des Deutschen Städtetags und den Hinweisen für Gebäudenutzer der Stadt Frankfurt am Main.

Hier ergibt sich aktuell kein Handlungsbedarf.

Klassenraum 406

Behaglichkeitsdiagramm (Bild 3):
Vor Unterrichtsbeginn, morgens um 7:00 Uhr bei Außentemperaturen unter 0 ° C, ergibt sich nur an einem Messtag eine Empfindungstemperatur, die geringfügig (1° C) außerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen.
Da bei Eintritt der Nutzer mit einer Erhöhung der Raumlufttemperatur von 1-3°C zu rechnen ist, liegen hier alle Werte innerhalb der Sollwerte aus den Hinweisen zum kommunalen Energiemanagement des Deutschen Städtetags und der Hinweise für Gebäudenutzer der Stadt Frankfurt am Main.

Hier ergibt sich aktuell kein Handlungsbedarf.

Raum 502

Temperaturverlauf (Bild 4):
Die Aufzeichnungen des Datenloggers zur Raumlufttemperatur zeigen eine gut funktionierende Heizungsregelung. Die Nacht- und Wochenendabsenkung ist deutlich sichtbar. Das Temperaturniveau während der Absenkung beträgt an sehr kalten Nächten selten unter 16° C und am Wochenende selten unter 15° C.

Behaglichkeitsdiagramm (Bild 5):
Morgens um 7:00 Uhr bei Außentemperaturen unter 0° C, ergeben sich an allen Messtagen Werte, die innerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen.

Hier ergibt sich aktuell kein Handlungsbedarf.

Raum 605

Temperaturverlauf (Bild 6):
Die Aufzeichnungen des Datenloggers zur Raumlufttemperatur zeigen eine gut funktionierende Heizungsregelung. Die Nacht- und Wochenendabsenkung ist deutlich sichtbar. Das Temperaturniveau während der Absenkung beträgt an sehr kalten Nächten oft unter 15° C, der Sollwert von 20° C wird an kalten Tagen kaum und an milderen Tagen erst ab 11:00 Uhr erreicht.

Behaglichkeitsdiagramm (Bild 7):
Morgens um 7:00 Uhr bei Außentemperaturen unter 0 °C ergeben sich an vielen Messtagen Werte, die außerhalb des Behaglichkeitsfeldes liegen. An milderen Tagen wird eher die untere Grenze des Behaglichkeitsfeldes erreicht.

Handlungsempfehlungen:

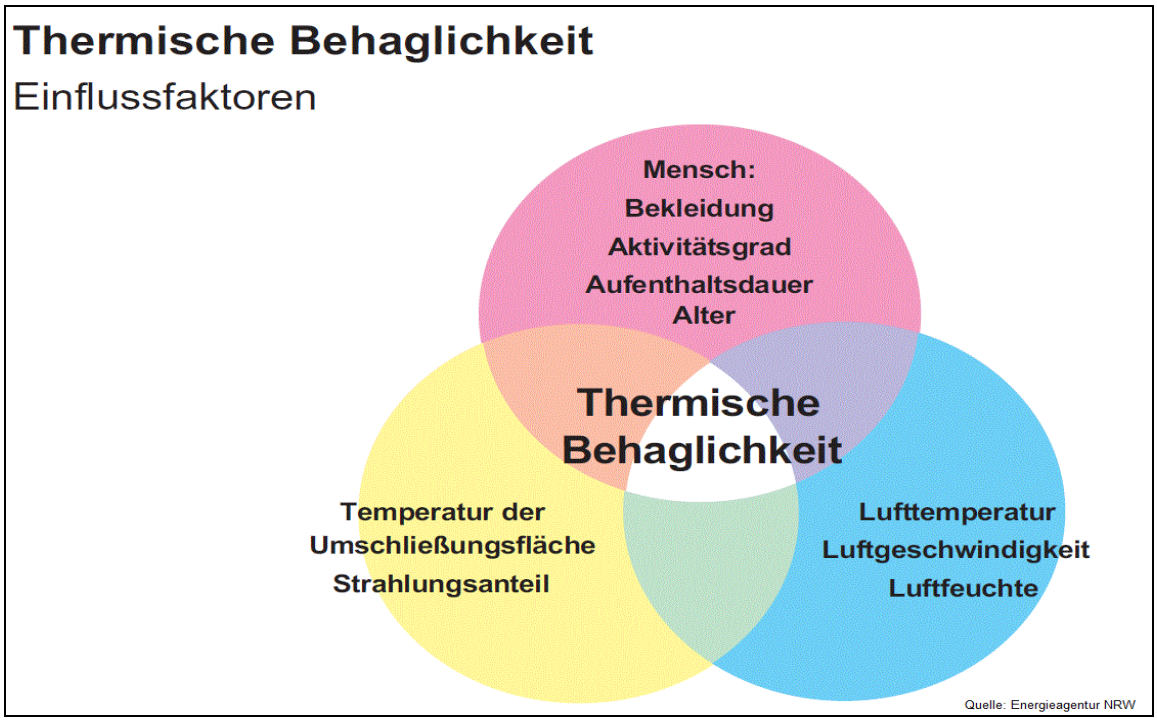
Die Heizkörper im 6 OG. sollten regelmäßig entlüftet werden.

Eine Heizkörperreflektorfolie würde zu einer Erhöhung der Behaglichkeit führen.

Vergrößerung bzw. Ergänzung der Heizflächen.

Die Steilheit der Heizkurve sollte für den Bereich Nord stufenweise angehoben werden. Dabei sind die Raumlufttemperaturen zu überprüfen.

Zu beachten gilt es, dass die thermische Behaglichkeit neben der Raumluft- und Oberflächentemperatur auch durch weitere Faktoren maßgeblich beeinflusst wird:



Zusammenfassung

Die Julius-Leber-Schule gehört zu den erfolgreichsten Energiesparschulen Frankfurts.

Durch die Zusammenarbeit des Energieteams, der Schulhausverwalter und des Energiemanagements konnte über die Jahre der Energieverbrauch stetig dem Bedarf angepasst werden. Erfreulich ist das Bemühen aller Beteiligten, das Gebäude energetisch-, finanziell- und unter Umweltaspekten wirtschaftlich zu betreiben.

Hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit zeigen die Messwerte jedoch auch, dass das Gebäude an der Untergrenze betrieben wird, und dass es dadurch in Teilbereichen mit vielen kalten Umgebungsflächen, wenig solarer Einstrahlung (6.OG, Nordseite) und bei niedrigen Außentemperaturen zu berechtigten Beschwerden seitens der Nutzer kam.

Dies ist aber auch im Zusammenhang mit der unzureichenden Qualität der thermischen Gebäudehülle zu sehen (Bau aus den 50er bis 60er Jahren).

Die Energieeffizienz der Beheizung ist über die Jahre beständig als gut bis sehr gut zu bezeichnen.
Nach aktueller Datenlage ergeben sich folgende witterungsbereinigte Energieverbrauchswerte:

- Heizenergie für 2009: 116 kWh/(m²a) Effizienzklasse D
- Heizenergie für 2010: 89 kWh/(m²a) Effizienzklasse D
- Heizenergie für 2011: 67 kWh/(m²a) Effizienzklasse A
- Heizenergie für 2012: 70 kWh/(m²a) Effizienzklasse A

Für berufliche Schulen liegen die Untergrenzen der Klassen für den Energieausweis wie folgt:

0	72	88	102	118	139	184	kWh/(m²a)

Empfehlungen:
Eine testweise Anbringung von Heizkörperreflektorfolie für den Klassenraum 605, und eine regelmäßige Entlüftung der Heizkörper im 6. OG wird dringend empfohlen. Des Weiteren sollte die Möglichkeit einer Vergrößerung der Heizflächen überprüft werden.
Eine Finanzierung dieser Maßnahmen könnte nach Überprüfung der Wirtschaftlichkeit über die Haushaltsstelle „Energie- und Wassersparmaßnahmen“ des Energiemanagements erfolgen.

Eine vorläufige Maßnahme um die vorgegebene Raumlufttemperatur bei Unterrichtsbeginn zu erreichen und Beeinträchtigungen der Behaglichkeit durch schlecht gedämmte Wände auszugleichen, kann im ersten Schritt eine vorsichtige und stufenweise Anhebung der Vorlauftemperatur für den Teilbereich Heizkreis Nord sein.
Die Betriebsoptimierung des Energiemanagements bietet dazu ihre Unterstützung an.

Alle Aufzeichnungen finden sie detailliert im Anhang. Für weitere Fragen und Informationen zu diesem Bericht steht ihnen das Energiemanagement der gerne zu Verfügung.

gesehen: aufgestellt:

Mathias Linder Giuseppe Vitale