



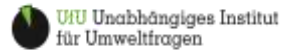
Uwe ter Vehn

Dipl. Ing. Versorgungstechnik

Werk-statt-Schule Hannover
Energieberatung
www.energieintensiv.de



**Passivhaus-Schulen
werden aktiv**



Energie **intensiv**



**Passivhaus-Schulen
werden aktiv**

- ! NKI – Projekt für das BMUB
- ! 30 Schulen aus 3 Bundesländern nehmen seit April 2015 teil
- ! Nutzerbefragungen bei 19 Schulen
- ! detaillierte Untersuchungen, Messreihen und Analysen
- ! Intensive Fehlerbeseitigung bei 10 Schulen
- ! Unterrichtseinheit
- ! Good Practice Broschüre
- ! Wettbewerb
- ! Fortbildungsangebote entwickeln



Energie **intensiv**

WIRTSCHAFTS
UNIVERSITÄT
WIEN



Passivhaus-Schulen werden aktiv

- ! NKI – Projekt für das BMUB
- ! 30 Schulen aus 3 Bundesländern nehmen seit April 2015 teil
- ! **Nutzerbefragungen bei 19 Schulen**
- ! **detaillierte Untersuchungen, Messreihen und Analysen**
- ! **Intensive Fehlerbeseitigung bei 10 Schulen**
- ! Unterrichtseinheit
- ! Good Practice Broschüre
- ! Wettbewerb
- ! Fortbildungsangebote entwickeln



Energie **intensiv**

WIRTSCHAFTS
UNIVERSITÄT
WIEN

Schöne Schulen



Energie **intensiv**

WIRTSCHAFTS
SCHAULE



Gym. Leibnizschule, Hannover



GS Heinrich Roller, Berlin



KISS, Hannover



Elsa Brändström Schule, Hannover

Energie **intensiv**

WIRTSCHAFTS
SCHAULE



GS Entenfangweg, Hannover



Marianne Weber Gymnasium, Lemgo



Marie Curie Schule, Ronnenberg



GS Overberg Dom, Paderborn

Energie **intensiv**

Ausgangslage

- ! Erfahrungen aus der Arbeit mit Nichtwohngebäuden in Passivhausbauweise
- ! relativ diffuse Unzufriedenheit mit dem Raumklima
- ! Proteststimmung bei Leitung und Kollegium
- ! Hausmeister sind genervt
- ! Unzufriedenheit bei baulichen Betreuern in der Kommune
- ! Höherer Energieverbrauch als erwartet

Probleme gefährden das Image



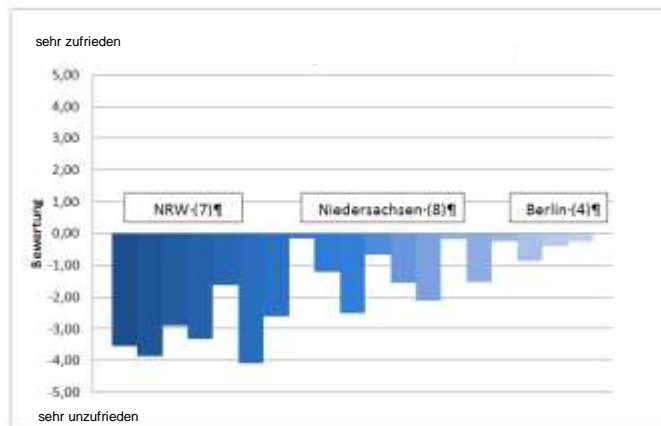
unser Vorgehen

- ! Zufriedenheit detailliert abfragen bei Hausmeistern, Schulleitung, Lehrern, Schülern, baulichen Betreuern
- ! benannte Probleme genau untersuchen
- ! Mängel aus Planung, Ausführung, Regelung, Bedienung Hausmeister, Nutzerfehler, Kommunikation
- ! Probleme beheben, Wirkung untersuchen

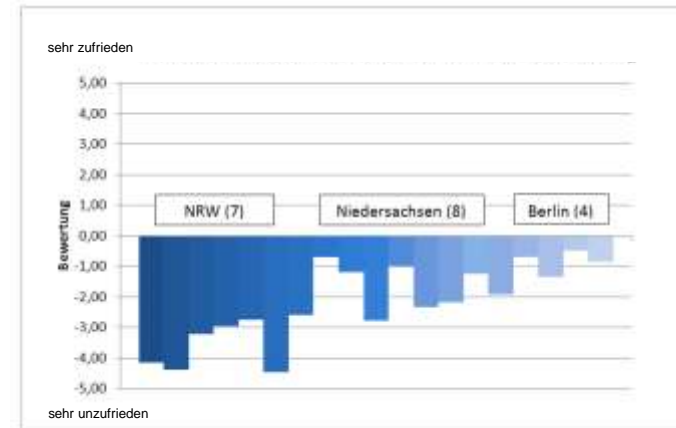




Lehrerbefragung: Wie zufrieden sind Sie mit dem Raumklima?

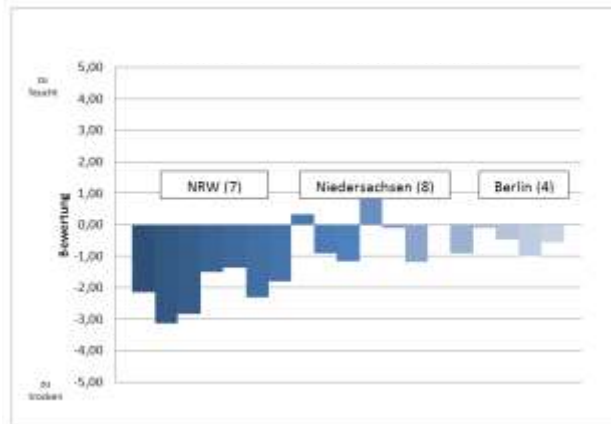


Lehrerbefragung: Wie zufrieden sind Sie mit der Luftqualität in Bezug auf CO₂ ("verbrauchte Luft")?

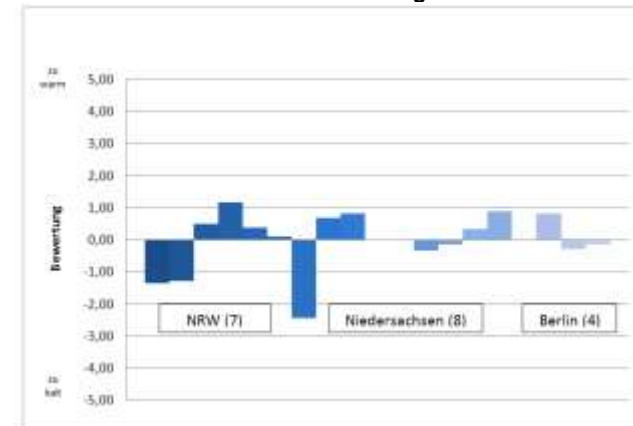




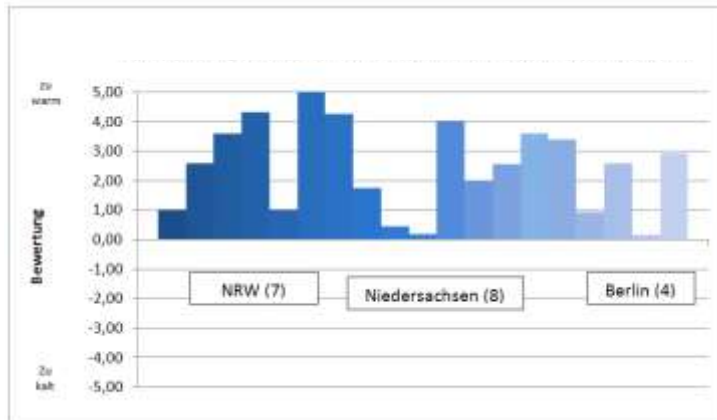
Lehrerbefragung: Wie zufrieden sind Sie mit der Luftqualität in Bezug auf Luftfeuchte ("trockene Luft")?



Lehrerbefragung: Die Raumtemperaturen sind während der Heizzeit in der Regel?



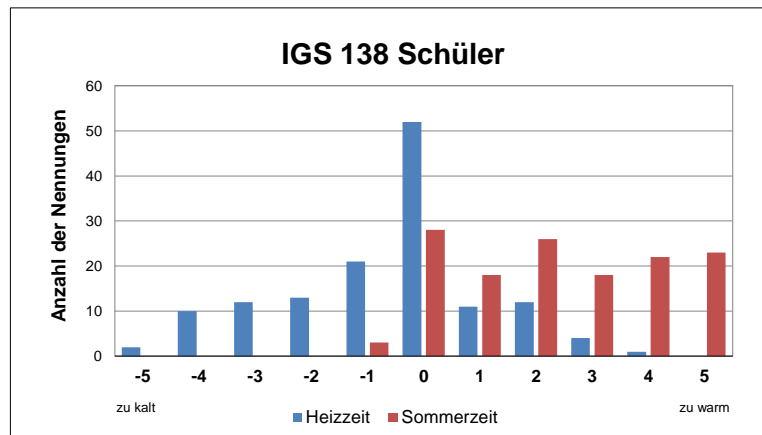
Lehrerbefragung: Die Raumtemperaturen sind während der Sommerzeit in der Regel?



Resümee

- viele sind mit dem Raumklima unzufrieden
- sie finden es im Sommer zu warm
- im Winter meist in Ordnung
- die Luft wird als zu trocken empfunden
- Vermutung: warme Luft wird als „verbrauchte, stickige“ Luft gefühlt
- hohe Luftwechsel führen im Winter zu trockener Luft

Schülerbefragung



Befragung Hausmeister und Schulleiter

- kriegen den Ärger ab
- Hausmeister fühlen sich nicht gut eingewiesen
- melden Probleme, aber nichts passiert
- Zitat Schulleiter:
„wenn ich an einem kühlen Morgen in meine Schule komme und es sind um 8 Uhr schon 25 Grad, dann krieg ich so'n Hals“

Was geschah bisher?

- ! Bauabnahme
- ! Einweisung Hausmeister
- ! meist unvollständige Bestandsordner
- ! k(l)eine Einweisung der Nutzer
- ! diffuse Rückmeldungen
(zu warm, zu kalt, es zieht,
es ist stickig, störende Geräusche,
Jalousien stören)
- ! keine Mängelanalyse, keine Mängelrüge,
keine Mängelbehebung
- ! „Nutzer sind schuld“



Analyse, Messreihen

- Datenlogger an:
 - ! RLT
 - ! Nacherhitzung
 - ! im Klassenraum auch CO2
 - ! stat. Heizung
- Analyse der Regelung und GLT
- Kontrolle von:
 - ! Sensoren
 - ! Volumenströmen
 - ! Volumenstromreglern
 - ! Bypass der WRG
- Jalousiensteuerung
- Beleuchtungssteuerung
- Datenbankauswertungen



Ergebnisse der Analysen

- ! es gibt sehr viele technische Mängel
- ! häufig sind die Mängel versteckt, komplex und schwer zu finden
- ! als Reaktion darauf kommen Anwendungsfehler dazu
- ! Mängel sind **nicht** spezifisches Passivhausproblem
- ! es handelt sich um Probleme des Baus und des Betriebs von Hightech - Gebäuden



Anteil Nutzer

- ! Akzeptanzprobleme bei Jalousien
- ! Anwendungsprobleme bei variablen Volumenströmen



Top Ten der häufigsten Fehler und Mängel

- ! es geht darum aus Fehlern zu lernen

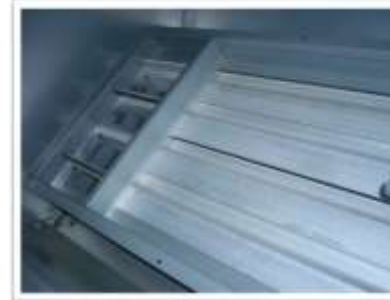
Defekte Stellventile

- an der Nacherhitzung
- viel Verbrauch
- viel zu warm



Energie **intensiv**

Wärmerückgewinnung



- Wirkrichtung der Klappensteuerung vertauscht
- WRG im Sommer -> sehr warm
- Bypass im Winter -> sehr kalt

Energie **intensiv**

Sensoren



- ! Kalibrierung der Temperatursensoren in der Lüftung mangelhaft
- ! Abweichung bis zu 4 K, das ist bei Luft sehr viel

Jalousiensteuerung

- ! viele gefundenen Systeme im Handbetrieb
- ! einige Steuerungen ungeeignet (Sommer/Winter, Reset)
- ! Jalousien falsch zugeordnet



- ! falsch parametrier (zu kleiner Windwert)
- ! Lichtsensoren falsch angebracht oder falsch zugeordnet

Akzeptanz Außenjalousien

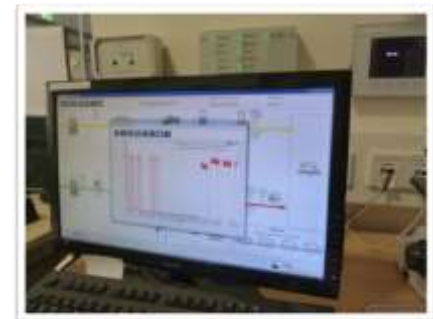
Film mit fahrenden J.

- ! fahren geschlossen herunter
- ! stören Unterricht
- ! falscher Schutzwinkel
- ! zweigeteilter Behang unten ganz geschlossen
- ! werden gleich wieder hochgefahren



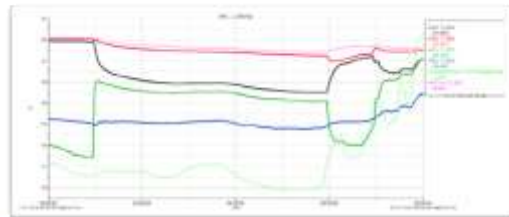
Regelungstechnik

- ! Fehler in der GLT oder am Regelmodul
- ! vergessene oder falsche Verknüpfungen
- ! fehlende Freigaben
- ! falsche Parameter
- ! Frequenzrichter falsch eingerichtet
- ! P-Wert = 0



„Freie Nachtkühlung“

- ! Lüftungsanlagen sind eigentlich zur Kühlung ungeeignet
- ! sehr geringer Erfolg (1K Raumtemperatur)
- ! Kühlungsverlusten im Sommer trotz Bypass oder Stillstand der Rekuperatoren
- ! hoher Stromverbrauch, Abwärme der Ventilatoren
- ! nachts Lärm

Energie *intensiv*

Sporthallen

Deckenkuppeln und Fenster in Sporthallen

- ! nicht beschattet
- ! z.B. 134 kWh/Tag
- ! nicht zu öffnen
- ! Hitzestau
- ! im Sommer bis 28 °C gemessen
- ! durch normale Lüftung nicht zu kühlen

Energie *intensiv*

Beleuchtung Sporthalle



- 3 Feld-Sporthallen mit 30 kW Beleuchtung bei 100 %
- Beleuchtungstableau verwirrend
- 30 kW Wärme



Energieintensiv

Variable Volumenstromregelung



- kombiniert mit Fan-Optimizer
- störanfällig
- immer ein Bauteil ausgefallen
- dann stimmen die Summen nicht
- laute Störgeräusche
- wartungsintensiv besonders bei Abluft



Energieintensiv

Raumluft nach Bedarf



Mit variablen VSR bedarfsgerechte Lüftung möglich, z.B. durch:
Zeitkatalog, Präsenzmelder,
Taster, CO₂- Sensoren, Feuchte.

Probleme:

- ! Taster werden selten gedrückt
- ! Bedienmodule fallen aus
- ! Präsenzmelder störungsanfällig

Good Practice



Hausmeister brauchen Hilfe



Fehlermanagement



- ! Monitoring liefert Daten
- ! Qualitätssicherung kontrolliert Berechnungen und Gebäudehülle, benennt Probleme
- ! wir brauchen Lösungen!!
- ! und das schnell

„Ärger hält länger“

„Nutzer ernst nehmen“

- Passivhausbauweise erfordert einen hohen Kostenaufwand für Investition und Pflege
- Werden die Nutzer verprellt, ist dieser Aufwand sinnlos!




Energieintensiv

Uwe ter Vehn

Dipl. Ing. Versorgungstechnik

Werkstatt-Schule Hannover
Energieberatung
www.energieintensiv.de

 UWI Unabhängiges Institut
für Umweltfragen

 e&u energiebüro
gmbh



**Passivhaus-Schulen
werden aktiv**



Energieintensiv